Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

+ *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.
+ *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.
+ *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.
+ *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página `http://books.google.com`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

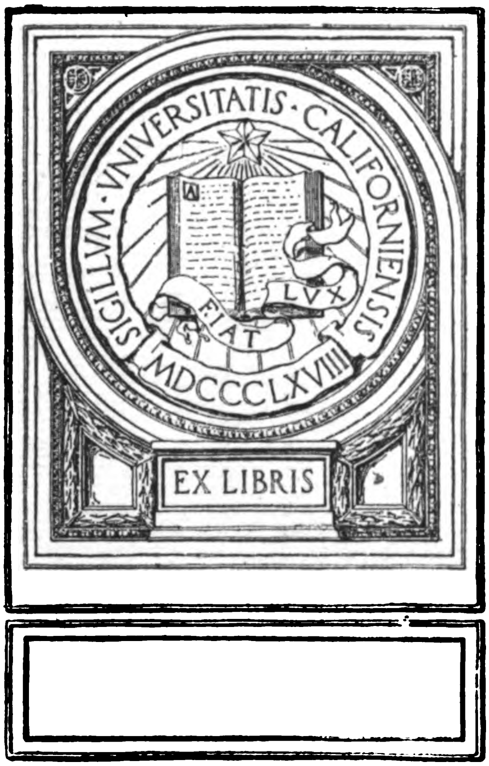
Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le frančais, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

1re Année | Tome II. — N° 1. | 7 Juillet 1917.

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

RGE

ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

UNIVERSITY

SOMMAIRE

CHRONIQUE. — Nécrologie : Maurice Piaton. — L'application du système décimal métrique dans les catalogues commerciaux. — Acheteurs... méfiez-vous, p. 1 et 2.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE. — Etude sur la durée des démarrages des moteurs à courant continu et d'induction, par J. SAINT-GERMAIN, p. 3. — L'effet couronne et la rectification du courant dans l'hydrogène, par P. L., p. 7. — Revues, analyses et informations : Propriétés comparées des antennes basses et des antennes élevées en télégraphie et en téléphonie sans fil, p. 11.

SECTION INDUSTRIELLE. — Direction du mouvement des trains par le téléphone aux Etats-Unis, par M. CASAMASSIMA, p. 13. — Le chemin de fer électrique à récupération, de Gergal à Santa-Fé (Espagne), par Lucien PAHIN, p. 20. — Revues, analyses et informations : Un nouvel appareil électrique pour le chauffage rapide des liquides, p. 24; L'application du système décimal métrique dans le commerce de la quincaillerie, p. 25.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE. — Assemblées générales : Comité central des Houillères de France, p. 27; Compagnie des Tramways de Tunis, p. 27; Société du Gaz et de l'Electricité de Marseille, p. 28.

SECTION DE LÉGISLATION — Des modifications à apporter à la législation sur la protection des indications d'origine des produits, par André TAILLEFER, p. 29. — Législation, jurisprudence, réglementation : Redevances pour lignes téléphoniques installées pour la sécurité des lignes et réseaux de transmission d'énergie électrique, p. 37; Le recensement industriel, p. 38; La mise en exploitation des tourbières, p. 39; Décret portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne, p. 39; Décret rapportant les dispositions du décret du 19 février 1917, portant organisation du personnel de la télégraphie sans fil aux colonies, p. 40; Désignation des membres de la Commission de la tourbe, p. 40.

DOCUMENTATION .... p. 1-8

UNION DES SYNDICATS .... p. 80-84

INFORMATIONS, PETITES ANNONCES, etc. .... p. LI-LIII

RÉDACTION & ADMINISTRATION : 12, Place de Laborde, PARIS (VIIIe). — Téléph : Wagram, 90 34

REVUE HEBDOMADAIRE

ABONNEMENTS : France, 40 fr. — Etranger, 50 fr. — Le Numéro, 1 fr 50

Digitized by Google

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

C.G.E. **C.G.E.**

Société Anonyme au capital de 25 millions de francs.

SIÈGE SOCIAL : rue LA BOÉTIE, 54, PARIS-8e Tél. Élysées 48.01, 48.02, 48.03, 48.04, 48.05

Manufacture d'ISOLANTS & Objets MOULÉS

ÉBONITE. ROBURINE. BOIS DURCI. CÉGÉITE. INFUSITE

Toutes pièces moulées noires et couleur pour isolants devant résister aux hautes températures et aux hautes tensions.

Boutons de sonneries. — Poignées.

Volants de directions automobiles. — Pièces de magnétos.

Isolateurs.

Boules et Boulons isolants pour lignes aériennes.

GUMMITE pour bacs d'accumulateurs, matière adoptée par les Marines militaires françaises et étrangères, les Compagnies de chemins de fer, etc.

Revêtement de cuves en métal ou en maçonnerie devant résister aux acides.

USINES : à Vitry-sur-Seine, Bd Lamouroux, 131.

Établissements Métallurgiques de RAI-TILLIÈRES

Fil pour Trolley.
Fil cuivre rouge haute conductibilité nu et étamé pr lumière.
Fil bronze télégraphique. — Fil bronze téléphonique.
Barres cuivre rouge pour lames de collecteurs.
Rubans cuivre rouge pour enroulement de dynamos.
Câbles cuivre nus et étamés de toutes sections.
Fils et câbles en aluminium.
Laiton en planches de tous titres pour emboutissage, estampage, découpage, repoussage, etc.
Laiton spécial de guerre. — Bandes pour cartouches.
Flans pour douilles de tous calibres.
Barres laiton rondes et profilées pour décolletage.
Fils de laiton et bronze de tous titres et diamètres pour usages divers.
Toiles métalliques pour papeterie.
Traits or et argent faux.

DÉPOT : Rue de Turenne, n° 64, Paris.

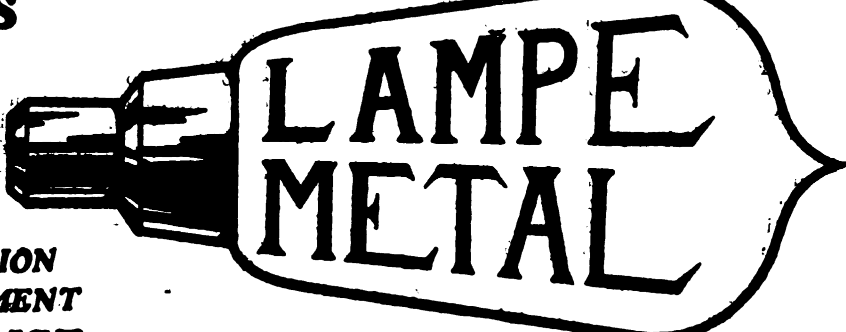
USINES { Boisthorel, par Rai (Orne). Tillières-sur-Avre (Eure).

APPAREILLAGE & CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

Matériel Haute et Basse tension.

Cie Gle des LAMPES

USINE à IVRY-PORT (Seine) rue Franklin



LAMPES NORMALES 1 watt.

LAMPES de 1/2 watt.

LAMPES pour Phares d'Autos.

FABRICATION EXCLUSIVEMENT FRANÇAISE

Fabrique d'Articles Métalliques.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE
DE
L'ÉLECTRICITÉ

ORGANE DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

DIRECTEUR

J. BLONDIN, AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ

RÉDACTEUR EN CHEF

Alfred SOULIER, EXPERT PRÈS LE TRIBUNAL CIVIL DE LA SEINE.

TOME II

7 Juillet 1917 — 29 Décembre 1917

UNIV. OF CALIFORNIA

PARIS

AUX BUREAUX DE LA REVUE

12, PLACE DE LABORDE (8e ARRT)

—

1917

Digitized by Google

TK2
P4S
v. 2

CONSEIL D'ADMINISTRATION

PRÉSIDENT

CORDIER Gabriel. — Président de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

VICE-PRÉSIDENTS

LEGOUEZ Raynald. — Membre de la Chambre de Commerce de Paris. —Administrateur des Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est.

MEYER Ferdinand. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Directeur de la Compagnie Continentale Edison.

ADMINISTRATEURS

BIZET Paul. — Président honoraire du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Administrateur de la Compagnie Générale d'Electricité.

BERTHELOT Daniel. — Membre de l'Académie de Médecine. — Président du Syndicat professionnel des Producteurs de Distributeurs d'Énergie électrique. — Président du Conseil d'Administration de la Société d'Electricité de Paris.

BRYLINSKI Emile. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique.— Directeur du Triphasé (Nord-Lumière).

CAHEN Henri. — Vice-Président du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Administrateur délégué du Sud-Electrique.

DUVAL Charles. — Directeur des Services Electriques de la Société Générale d'Entreprises.

ESCHWEGE Paul. — Président d'honneur du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Directeur de la Société d'Eclairage et de Force par l'Electricité.

FONTAINE Eugène. — Secrétaire général du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. — Secrétaire de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

GAUTHIER-VILLARS Albert. — Editeur. — Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

GIRARDEAU Emile. — Ingénieur. Ancien élève de l'Ecole Polytechnique. — Administrateur directeur technique de la Société Française Radio-Electrique.

LEVI Lazare. — Directeur général de la Société l'Eclairage Electrique.

MASSE René. — Président du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz. — Ingénieur civil des Mines, ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

MAZEN Natalis. — Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction des Chemins de fer de l'Etat. — Professeur à l'Ecole Supérieure d'Electricité.

MEYER Marcel. — Président du Syndicat professionnel des Industries Electriques. — Directeur de la Compagnie Générale des travaux d'Eclairage et de Force (Etablissements Clemançon).

MICHEL Charles. — Directeur de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz.

PARÉ Marcel. — Ingénieur en chef de la Compagnie Française d'Éclairage et de Chauffage.

PETIT Joseph. — Administrateur délégué de l'Omnium Lyonnais de Chemins de fer et Tramways.— Administrateur de la Société Anonyme Westinghouse.

SAUREL Maurice. — Docteur en droit. — Directeur général adjoint de la Compagnie Française Thomson-Houston.

TICIER Armand. — Directeur de la Société d'Eclairage Electrique de Bordeaux et du Midi.

COMMISSAIRES DES COMPTES

DURANGEL George. — Secrétaire général de l'Energie Electrique du Littoral Méditerranéen.

DIEUDONNÉ Jules. — Chef de la comptabilité des Tramways de Paris et du Département de la Seine.

DIRECTEUR

J. BLONDIN. — Agrégé de l'Université.

RÉDACTEUR EN CHEF

SOULIER Alfred. — Expert près le Tribunal civil de la Seine.

Digitized by Google

COMITÉ DE RÉDACTION

PRÉSIDENT

Blondel, André, Membre de l'Institut, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées.

VICE-PRÉSIDENTS

Brylinski, E., Président d'honneur du Syndicat des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique, Président de la Société Internationale des Électriciens et du Comité Électrotechnique français.

Janet, Paul, Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, Directeur du Laboratoire Central et de l'École Supérieure d'Électricité.

Leblanc, Maurice, Président de la Commission Électrotechnique Internationale, Ingénieur conseil.

SECTION SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE

d'Arsonval, A., Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France.

Deprez, Marcel, Membre de l'Institut, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Lippmann, G., Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Violle, J., Membre de l'Institut, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Berthelot, Daniel, Membre de l'Académie de Médecine, Président du Conseil d'administration de la Société d'Electricité de Paris.

Bergonié, Dr J.-A., Membre correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

Guillaume, Ch. Edouard, Membre correspondant de l'Institut, Directeur du Bureau Central des Poids et Mesures.

Barbillion, L.-C., Professeur à l'Université de Grenoble, Directeur de l'Institut Electrotechnique de Grenoble.

Becker, J., licencié ès sciences.

Bethenod, J., Ingénieur en chef de la Société Française Radio-Electrique.

Bion, Lieutenant de vaisseau.

Boucherot, P., Professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielle de la Ville de Paris.

Brillouin, M., Professeur au Collège de France.

Broca, A., Professeur agrégé de physique à la Faculté de médecine, Répétiteur à l'École Polytechnique.

Camichel, C., Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Institut électrotechnique de Toulouse.

Chaumat, H., Sous-Directeur de l'École Supérieure d'Électricité.

Dennery, A., Inspecteur général des Postes et Télégraphes Directeur de l'École professionnelle Supérieure des Postes et Télégraphes.

Devaux-Charbonnel, X., Ingénieur en chef des Télégraphes.

Fabry, Ch., Professeur à l'Université de Marseille, Examinateur à l'École Polytechnique.

Ferrié Colonel G., Directeur technique de la Radiotélégraphie militaire.

Féry, Ch., Docteur ès sciences, Professeur à l'École de Physique et de Chimie.

Girault, P., Ingénieur électricien.

Guilbert, C.-F., Ingénieur électricien, Arbitre rapporteur près le Tribunal de Commerce de la Seine.

Guillebot de Nerville, Ingénieur en chef des Télégraphes, Professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

Gutton, C., Professeur à l'Université de Nancy.

Jouaust, R., Chef de travaux au Laboratoire Central d'Électricité.

Jouguet, Ingénieur en chef au Corps des Mines.

Lamotte, M., Professeur à la Faculté des Sciences et à l'Institut électrotechnique de Toulouse.

Langevin, P., Professeur au Collège de France.

Laporte, F., Sous-Directeur du Laboratoire Central d'Électricité.

Latour, Marius, Ingénieur conseil.

Leauté, André, Répétiteur de physique à l'École Polytechnique, Secrétaire général de la Société Industrielle des Téléphones.

Liénard, A., Professeur à l'École supérieure des Mines.

Mauduit, A., Professeur d'Électrotechnique à la Faculté des Sciences de Nancy.

Pérot, A., Professeur à l'École Polytechnique.

Poincaré, Lucien, Vice-recteur de l'Académie de Paris.

Pomey, J., Ingénieur en chef des Télégraphes.

Rigollot, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Lyon, Directeur de l'École Centrale lyonnaise.

Swyngedauw, R.-A., Professeur à l'Université de Lille, Directeur de l'Institut Électrotechnique de Lille.

† **Tissot**, C., Capitaine de frégate.

Turpain, A., Professeur de physique à la Faculté des Sciences de Poitiers.

Vogt, Directeur de l'Institut Électrotechnique de Nancy.

Weiss, P., Professeur à l'École Polytechnique de Zurich.

SECTION INDUSTRIELLE, ÉCONOMIQUE et FINANCIÈRE

Carpentier, J., Membre de l'Institut, Constructeur électricien.

Le Chatelier, Henri, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

Liesse, André, Membre de l'Institut, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers.

Witz, A., Membre correspondant de l'Institut, Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille

Armagnat, H., Ingénieur conseil, Expert près le Tribunal civil de la Seine.

Auvert, Ingénieur principal du matériel de la Compagnie P.-L.-M. (installations électriques).

† **Bellet**, Daniel, Secrétaire de la Société d'Économie Politique, Professeur à l'École libre des Sciences politiques.

Bochet, A., Ingénieur des Arts et Manufactures, Ancien Président de la Société Internationale des Electriciens.

374591

Digitized by Google

Brenot, P., du génie, Chef du poste radiotélégraphique de la Tour Eiffel, Conseiller technique au Ministère des Colonies.

Brocq, Directeur de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz.

de la Brosse, Ingénieur en chef du Service des forces hydrauliques des Alpes.

Buffet, J., Président de la Société Nancéenne de Crédit industriel et de Dépôts.

Cambon, Victor, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Charpenay, Banquier, Membre de la Chambre de Commerce de Grenoble, Administrateur délégué de la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan.

Caudrelier, F., Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef des Services électriques de la Compagnie Parisienne de Distribution d'Électricité.

Cordier, Lieutenant-colonel, Chef de la Section technique de l'artillerie.

Cordier, Directeur de l'usine de Champagne-sur-Seine des Etablissements Schneider.

Cote, E., Directeur de *La Houille blanche.*

Drouin, F., Directeur des Services techniques de la Compagnie Générale d'Électricité.

Eydoux, D., Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur principal des Chemins de fer du Midi.

Fyrolles, L., Ingénieur, Directeur de l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie.

Flusin, Professeur d'électrochimie et d'électrométallurgie à la Faculté des Sciences de Grenoble.

Girod, Paul, Administrateur délégué des Établissements Paul Girod, à Ugine.

Gratzmuller L., Ingénieur en chef du matériel de traction électrique à la Société Alsacienne de Constructions mécaniques.

Guyon, Directeur de la Compagnie des Tramways de Lyon.

Hugoniot, Ingénieur conseil.

Imbs, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de la Compagnie Parisienne de Distribution d'Électricité.

Jumau, Ingénieur.

Juppont, Ingénieur conseil.

Labour, P., Ingénieur.

Labrouste, P., Ingénieur conseil.

Laurain, H., Président de la Société d'Électricité de Reims et de la Société des Tramways électriques de Reims, Directeur des Services techniques de la Société du Gaz de Paris, Membre du Conseil de l'École Centrale.

Lauriol, P., Ingénieur en chef des Services généraux d'éclairage de la Ville de Paris.

Legouez, R., Membre de la Chambre de Commerce de Paris.

Lelong, Ingénieur en chef des constructions navales, Ministère de la Marine.

Lépine, Charles, Ingénieur des Arts et Manufactures, Administrateur-délégué de la Société hydro-électrique de Fure et Morge et de Vizille.

Lévy-Salvador, Paul, Chef du Service technique de l'hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture.

Locherer, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de la Compagnie du Chemin de fer métropolitain de Paris.

Loppé, F., Ingénieur des Arts et Manufactures.

Lorin, Maître de Conférences à l'École Centrale.

Mamy, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

de Marchena, Sous-Directeur de la Compagnie Française Thomson-Houston.

Mariage, André, Ingénieur des Arts et Manufactures, Directeur général de la Compagnie générale des Omnibus de Paris.

Maugas, Gabriel, Ingénieur général du Génie Maritime.

Mazen, N., Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction des Chemins de fer de l'État.

Parodi, H., Ingénieur, Chef des Services électriques du Matériel et de la Traction du Chemin de fer d'Orléans.

Picou, R., Ingénieur conseil, ancien président du Comité Electrotechnique Français.

Piérart, Lieutenant-colonel, Chef de l'Établissement central de Matériel spécial du Génie.

Pinot, R., Secrétaire général de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques.

Resal, Eugène, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Administrateur-directeur des Tramways de Bordeaux.

Rey, J., Administrateur-directeur de la maison Sautter-Harlé.

Roth, E., Ingénieur électricien.

Roux, G., Directeur du Bureau de Contrôle des Installations électriques.

de Valbreuze, Ingénieur électricien, Administrateur-délégué des Anciens Établissements Deberghe et Lafaye.

Vautier, T., Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

Walkenaer, Ch., Inspecteur général des Mines.

Weiss, Georges, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

SECTION DE LÉGISLATION

Bougault, P., Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Carpentier, E., Professeur adjoint à la Faculté de Droit de Paris, Avocat à la Cour d'Appel.

Ducreux, A., Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Fontaine, E., Secrétaire général du Syndicat professionnel des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique, Secrétaire de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Frenoy, Avocat à la Cour de Cassation et au Conseil d'Etat.

Mahieu, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur chargé des Services des Routes, de l'Automobile, des Usines hydrauliques et des Distributions d'Energie électrique au Ministère des Travaux publics, des Transports et du Ravitaillement.

Monmerqué, A., Inspecteur général des Ponts et Chaussées Secrétaire du Comité permanent d'électricité.

Payen, E., Docteur en droit, Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Sée, Raymond, Ancien élève de l'École Polytechnique, Docteur en Droit, Directeur de l'Ouest-Lumière.

Sirey, Ch., Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Taillefer, A., Avocat à la Cour de Paris, ancien élève de l'École Polytechnique, membre de la Commission technique de l'Office national de la propriété industrielle.

de la Taste, Avocat à la Cour d'Appel de Paris, Licencié ès sciences physiques et chimiques.

Weiss, Inspecteur général des Mines.

Zacon, Inspecteur du Travail.

Digitized by Google

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES

Recherches et travaux scientifiques

GÉNÉRALITÉS

Théories. — Le principe de relativité (*J.-B. Pomey*). 203
Le potentiel vecteur (*J.-B. Pomey*)................ 883
Conventions de sens, choix des axes de coordonnées (*J.-B. Pomey*)................ 603

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

Généralités. — Théorème sur la conservation de la puissance réactive (*G. Szarvady*)................ 366
A propos de la conservation de la puissance réactive (*Henri Barthélemy*)................ 601
Théorème de la conservation de la puissance réactive (*E. Haudié*)................ 1012
Sur le calcul symbolique et ses applications à l'intégration des équations différentielles de l'électrotechnique (*H. Vogt*)................ 483, 563, 800
Leçons d'électrotechnique générale, par *P. Janet*. (Bibliographie)................ 42
Notions pratiques d'électricité. Applications au matériel d'aviation, par le *lieutenant Gourdon* (Bibliographie)................ 562

Électrostatique. — Le champ électrique dans les diélectriques................ 646
Sur la rigidité diélectrique de l'air (*Whitehead* et *Brown*)................ 129
Influences électrométalliques exercées à travers des feuilles isolantes de très petite épaisseur (*Edouard Branly*)................ 936

Électrocinétique, Électrodynamique. Courant électrique. — Nouvelle méthode pour la mesure de la résistivité des métaux fondus (*E.-F. Northrup* et *R.-G. Sherwood*)................ 414
Conductibilité électrique du mica (*Edouard Branly*). 806
Sur la résistance des conducteurs en courant alternatif (*B.-C.*)................ 46, 90
Recherches expérimentales sur l'effet pelliculaire dans des conducteurs de forme quelconque aux fréquences comprises entre 10 000 et 100 000 p : s (*A.-E. Kennelly* et *H.-A. Affel*)................ 90
La résistance à haute fréquence des fils isolés à torons multiples (*G.-W. Howe*)................ 420
La théorie des détecteurs (*E.-C. Green*)................ 971
Décharge électrique. — Décharge électrique dans les gaz comprimés (*Ch.-Eug. Guye* et *C. Stancescu*). 420
Sur les potentiels d'ionisation des vapeurs et des gaz (*J.-C. Mc Lennan*)................ 1016
L'effet couronne et la rectification du courant dans l'hydrogène................ 7

Magnétisme, Électromagnétisme. — Le magnéton et les sels paramagnétiques dissous (*Pierre Weiss*)................ 925
La réluctivité (*C.-P. Steinmetz*)................ 337
Retard dans l'aimantation (*Arthur Witmore Smith*). 575
Contribution au calcul des aimants (*H. Armagnat*).. 643
Note sur l'essai des aimants pour magnétos (*J.-D. Morgan*)................ 454
Appareil du Bureau of Standards pour la vérification du degré d'homogénéité des aimants étalons... 609
Calcul du coefficient d'accouplement de deux bobines plates coaxiales enroulées en spirale (*P. Baillie*). 969

Sources d'électricité. — Données quantitatives dans l'électrisation par frottement (*N.-R. French*). 1015

Électricité atmosphérique. — Sur les origines du développement de nos connaissances en électricité atmosphérique (*B. Chauveau*)................ 168
La question de la protection contre la foudre dans les écoles allemandes................ 993

Électro-optique. — Notes sur la variation de résistance de quelques substances sous l'action de la lumière (*T.-W. Case*)................ 340
Transformation de la lumière en énergie électrique (*Théodore W. Case*)................ 737

Magnéto-optique. — La surface des indices et la surface de l'onde dans les cristaux magnétiques (*C. Raveau*)................ 98

Électrobiologie. — Résistance électrique du corps humain................ 850

SCIENCES DIVERSES

Hydraulique. — Sur l'écoulement en déversoir par nappe libre avec contraction latérale (*V.-M. Hégly*) 163
Influence de la variation de l'épaisseur des parois sur le coup de bélier dans une conduite forcée (*comte de Sparre*)................ 1013

Chaleur. — Une interprétation physique de l'entropie (*J. Lahousse*)................ 845

Optique. — La surface des indices et la surface de l'onde dans les cristaux magnétiques................ 98

Physiologie. — Une méthode nouvelle d'inscription graphique en physiologie (*L.-C. Soula*)................ 814

Digitized by Google

Applications techniques et industrielles

GÉNÉRALITÉS

Statistique. — Commerce extérieur du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande en matière électrique, d'après les statistiques douanières de ce pays, pour les années 1912, 1913, 1914 et 1915 (*Désiré Pector*)..................... 151, 189
L'industrie électrique en Turquie (*Goldberg*)...... 104
L'industrie électrique en Allemagne............. 348
L'industrie des accumulateurs électriques dans son état actuel (*L. Jumau*).................. 165

Organisation, Exploitation. — La production industrielle intensive. Son influence sur le prix de revient, par *R. de Fleury* (Bibliographie)... 522
Les manutentions dans les usines................ 954
Installation temporaire de moteur sur aire bétonnée. 1036
Procédé Dubrisay pour l'essai de viscosité des huiles de graissage.......................... 1029
La question de la protection contre la foudre...... 993
Les matières de remplacement pour l'électrotechnique en Allemagne.................. 273
Comptoirs d'achats de matières premières (*Désiré Pector*).................................... 429
La spécialisation industrielle des ingénieurs (*E. Piernet*)...................................... 819
Le féminisme dans l'industrie.................... 83
La semaine anglaise et les salaires en Angleterre... 83
Méthode perfectionnée de contrôle de l'arrivée dans les ateliers................................ 718
Les salaires et les dividendes dans l'industrie électrique allemande............................ 833
Classification des ouvriers électriciens et réglementation des salaires applicables pour les fabrications de guerre de la région parisienne.............. 917
L'apprentissage dans les industries mécaniques (*Maurice Lacoin*).......................... 545
Les travaux de la section économique du deuxième Congrès de la Houille blanche............. 442

Unification, normalisation. — Unification des dimensions (*E. Labour*)..................... 177
L'application du système décimal métrique dans les catalogues commerciaux...................... 2
L'application du système décimal métrique dans le commerce de la quincaillerie.................. 25
Arrêté du 3 juillet 1917, relatif à l'unification des pas de vis utilisés par l'administration des Postes et des Télégraphes........................ 80
La réforme de la visserie dans l'administration des Postes et Télégraphes.................. 321, 482

Divers. — Notes d'un voyage aux Etats-Unis (*G. Capart*)................................ 949
L'immixtion allemande dans l'industrie électrique suisse.................................... 881
La tourbe et l'industrie électrique (*Pierre Guieu*). 899, 981, 1022

ÉNERGIE NATURELLE
PRODUCTION DE L'ÉNERGIE MÉCANIQUE

Énergie hydraulique. Généralités. — L'utilisation des forces motrices du Rhône............ 66
La houille blanche et l'agriculture (*H. Cahen*)..... 701
Projet de loi relatif à l'utilisation de l'énergie hydraulique.................................... 751
Loi du 29 juin 1917, concernant la participation de l'Etat à l'établissement d'usines hydrauliques.................................... 80
La nouvelle loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques........................ 475
La loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques (*G. Tochon*).................... 835
Le régime légal des chutes d'eau en Italie (*G. Tochon*). 593
Aménagement d'ensemble de la vallée d'Aure et de la haute vallée d'Ossau (*D. Eydoux* et *A. Causse*). 851
Annuaire de la Houille blanche française, par *A. Pawlowski* (Bibliographie)...................... 92

Aménagements hydrauliques. — Sur le choix d'un type de barrage et sur la pratique américaine dans la construction des barrages en maçonnerie pleine (*P. Bunet*)........................ 963
Aménagement des forces hydrauliques en pays de montagne : Etude comparative de différents types de barrages en maçonnerie mixtes, en béton armé et métalliques (*E. Maynard* et *P. Lévy-Salvador*)............... 421, 457, 561
Influence de la variation de l'épaisseur des parois sur le coup de bélier dans une conduite forcée (*Comte de Sparre*)...................... 1013
Sur l'écoulement en déversoir par nappe libre, avec contraction latérale (*V.-M. Hégly*)....... 163
Obstruction des grilles d'une usine hydraulique du Rhône, à la suite d'une crue............... 779

Moteurs hydrauliques. — Régulateurs pour turbine hydraulique (*R. Neeser*)..................... 716

Monographies, descriptions — Aménagement d'ensemble de la vallée d'Aure et de la haute vallée d'Ossau (*D. Eydoux* et *A. Causse*)......... 851

Énergie thermique. Généralités. — A propos de la crise du charbon........................ 322
Le charbon, nos besoins et les moyens d'y répondre, par *Robert Muller* (Bibliographie)........... 242
La question de la houille en Suisse............... 514
Moyen efficace d'économiser le charbon dans les foyers.................................... 994
Utilisation des combustibles pauvres (*J.-W. Cobb*). 589
La mise en exploitation des tourbières............ 39
La tourbe et l'industrie électrique (*Pierre Guieu*).. 899, 981, 1022
Désignation des membres de la commission de la tourbe.................................... 40
Décret du 3 juillet 1917 rattachant au ministère de l'Armement et des Fabrications de Guerre les services de l'importation des combustibles minéraux et du ravitaillement général en combustibles de toute nature........................ 80
Sur les conditions de formation du coke (*Georges Charpy* et *Marcel Godchot*).................. 187
Arrêté du 27 novembre 1917 nommant les membres de la Commission centrale des machines à vapeur pour les années 1917 et 1918................ 960

Aménagements thermiques. — Les foyers mécaniques (*M. Lamotte*)........................ 739
Chargeurs Bennis............................... 740
Chargeur Proctor............................... 740
Chargeur Week.................................. 741
Foyer Erith.................................... 742
Foyer à grille à échelons pour la combustion de la tourbe................................ 981

Digitized by Google

Foyer Godillot à combustion méthodique et à chargement mécanique pour la tourbe 983
Grille Lehigh 741
Grille Murphy 744
Grille Savary 744
Grilles Underfeed Stoker 742, 743
Grille Weck 743
Four à coke Riché à distillation renversée pour tourbe 984
Four pour la fabrication du coke de tourbe de l'usine d'Oldenbourg 984
Gazogène Koerting 986
Gazogène Mond 985
Gazogène Riché 987
Pertes dans les générateurs de vapeur (*A.-P. Kratz*) 822
Détermination expérimentale du rendement des chaudières marines (*Tournier*) 254
Les condensateurs à surface pour service continu 1030
Étude sur les causes de la corrosion des chaudières à vapeur (*Ch. Choroxer*) 775
Remarques sur la corrosion des tubes de condenseurs 576

MOTEURS THERMIQUES. — Le réglage de la turbine à deux vapeurs, système Brown, Boveri, Parsons 782
Détermination expérimentale du rendement des machines marines (*Tournier*) 254

CONSTRUCTION DU MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Matières premières. — Le cours des matériaux de construction dans Paris 964
Les vernis isolants (*Max Bottler*) 272
Nouvelles recherches sur l'invar (*Ch.-Ed. Guillaume*) 132

Matériel, outillage. — Le contre-écrou „ Vislock ". 634

PRODUCTION ET DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Généralités. — Remarques sur la production de l'énergie et la consommation du charbon en Angleterre 188
Sur l'aménagement et l'exploitation des grandes centrales (*F. Scoumanne*) 255
La répartition des frais généraux des usines génératrices en tenant compte du facteur de diversité (*Hugo Eisenmenger*) 106
Facteurs déterminant les prix de revient de l'énergie électrique produite sur place et de l'énergie électrique achetée (*G.-P. Roux*) 341
Comparaison entre les dépenses occasionnées par les réseaux de distribution et les dépenses dues à la production du courant dans les usines hydro-électriques de Suisse (*A. Strickler*) 268
Une centrale doit-elle faire l'installation intérieure des habitations? (*Earl E. Whitehorne*) 313
Développement de la clientèle des stations centrales et réductions de tarifs 105
Électrocution par suite de la réunion d'un fil de haute tension à un fil d'utilisation ; exécution vicieuse d'une installation intérieure ; non-responsabilité de la Compagnie (*Paul Bougault*) 238
L'organisation de la distribution de l'énergie électrique dans les régions libérées (*M. Jacques*) 481
Les usines électriques et la nouvelle loi fiscale du 31 juillet 1917 355
L'établissement des conducteurs d'énergie sur le domaine public (*Paul Bougault*) 317
Sur la législation anglaise des „ droits de passage " des lignes électriques (*C. Vernier*) 239
Le contrôle administratif des distributions d'énergie électrique 361
Les distributions d'énergie électrique au point de vue du contrôle administratif (*Monmerqué*) 395
Décret du 8 octobre 1917 portant règlement d'administration publique, rendu pour l'exécution de la loi du 15 juin 1906 et fixant les conditions de l'exploitation en régie des distributions d'énergie électrique par les communes ou les syndicats de communes 839
Exploitation en régie des distributions d'énergie électrique par les communes et les syndicats de communes. Commentaire du règlement d'administration publique du 8 octobre 1917 (*J. de Rigney*) 869
Le nouveau cahier des charges type pour l'exploitation en régie d'une distribution municipale d'énergie électrique (*Paul Bougault*) 911
Décret du 6 août 1917 autorisant et déclarant d'utilité publique les travaux entrepris et à terminer dans le département des Basses-Alpes, en vue de l'établissement de deux usines hydro-électriques à la Brillanne et à Villeneuve 520
Décret du 2 juin 1917 déclarant d'utilité publique l'établissement, dans les départements de Meurthe-et-Moselle et de la Meuse, d'un réseau de distribution d'énergie électrique 760
Arrêté du 11 septembre 1917 nommant un membre de la Commission des distributions d'énergie électrique 600

Production. — MACHINES GÉNÉRATRICES. — Essais sur l'échauffement des machines dynamo-électriques à différentes charges et à différentes vitesses (*Magnus Maclean* et *J. Mackellar*) 767
Perturbations du champ affectant la commutation des génératrices et moteurs (*H.-E. Martindale*) 809
Recherche des défauts des induits des machines à collecteur causant une commutation défectueuse (*E.-H. Martindale*) 886
Nouvel enroulement d'armatures 634
Théorie rationnelle des enroulements fermés. Schémas simplifiés (*A. Iliovici*) 845
L'enroulement série et l'enroulement parallèle imbriqué dans les machines à courant continu avec pôles auxiliaires (*J. Voronoff*) 532
Sur les alternateurs compound (*R.-V. Picou*) 85, 400
Méthode générale de calcul des collecteurs de machines à courant alternatif (*Schenkel*) 498
Sur les pertes supplémentaires dans le cuivre des machines à courant alternatif (*J. Fischer-Hinnen*) 687
Note sur l'essai des aimants pour magnétos (*J.-D. Morgan*) 454
Turbo-alternateurs de la British Westinghouse Co. 990

PILES, ACCUMULATEURS. — Primary Batteries : their theory, construction and use, par *W.-R. Cooper* (Bibliographie) 602
L'industrie des accumulateurs électriques dans son état actuel (*L. Jumau*) 165
Vue d'ensemble sur les accumulateurs (*Ludwig Strasser*) 952

Transformation. — Notes sur les surtensions produites par l'harmonique 3 et ses multiples dans les transformateurs triphasés (*Jacques Damien*) 363
A propos des surtensions produites par l'harmonique 3 et ses multiples dans les transformateurs triphasés 763
Le fonctionnement en parallèle des transformateurs statiques (*Lindley Thompson* et *Austen Stigant*) 507, 760
Note sur le couplage en parallèle des transformateurs triphasés (*Jacques Damien*) 764
Déphasage dans les transformateurs d'intensité (*A.-H. Makower* et *A. Wurst*) 988

Digitized by Google

Sur les essais de polarité dans les transformateurs (*Paul Girault*) 1003
Sur le choix du mode de refroidissement, l'installation et l'entretien des transformateurs statiques (*R. Jacquot*) 533
Isolation des transformateurs à très haute tension (*Alfred Still*) 492
Isolateurs de sortie des transformateurs 496
Isolateurs pour transformateurs 656
Production de courants polyphasés à l'aide d'un courant monophasé (*F. Faccioli*) 698
Convertisseurs de phase synchrones (*E. Hermingsen*). 659
Convertisseur mono-triphasé 405, 445
Convertisseur tri-monophasé 443
Applications des commutatrices à marche automatique aux Etats-Unis 428
Redresseurs à vapeur de mercure de grande puissance 571
Application des redresseurs à mercure aux sous-stations de traction 311
Le redresseur de courant Tungar (*R.-E. Russell*) .. 212
Un redresseur à jet d'air pour les courants alternatifs de haute tension (*E.-R. Wolcott et C.-J. Erikson*). 662
Force contre-électromotrice dans les soupapes à aluminium (*Albert-Lewis Fitch*) 811
L'effet couronne et la rectification du courant dans l'hydrogène 7

Transmission, Distribution. GÉNÉRALITÉS. — Coefficient de sécurité des installations électriques (*Felice Banchini*) 544
Sur la résistance des conducteurs en courant alternatif (*B. C.*) 46, 90
Sur la rigidité diélectique de l'air (*Whitehead et Brown*) 129
Notes sur les surtensions produites par l'harmonique 3 et ses multiples dans les transformateurs triphasés (*Jacques Damien*) 363
A propos des surtensions produites par l'harmonique 3 et ses multiples dans les transformateurs triphasés 762
Etude des effets de protection contre les surtensions produits par les bobines de réactance (*Karl-Willy Wagner*) 179
Utilisation des cohéreurs comme avertisseurs de surtensions 972
Note sur la protection des centrales de grande puissance contre les effets destructifs des courts-circuits (*F. Scoumanne*) 215, 255
La distribution électrique mono-triphasée (*A. Nouguier*) 403, 443
Mesure de la résistance des terres 968
Protection des câbles contre l'électrolyse 630

LIGNES, CANALISATIONS. — Note sur le calcul des lignes de transmission d'énergie (*P. de Bancarel*). 43
Calcul pratique des lignes de transmission de l'énergie électrique. — Erratum (*B. Guerschinovitch*). 723, 1040
Du calcul des canalisations électriques (*Adr. Curchod*) 803
Courants de capacité et mises à la terre de protection sur les lignes à haute tension et à longue portée (*H. Behrend*) 625
Prévention des accidents dus au givre sur les lignes de transmission à haute tension (*Ralph. L. Thomas*) 626
Établissement des conducteurs d'énergie sur le domaine public (*Paul Bougault*) 317
Étude sur les pertes supplémentaires dans les barres câblées (*Edouard Roth*) 323, 520
Canalisations aériennes en aluminium (*H. Henney*). 389
Types de pylônes de la ligne de transmission Windsor-Canton, Etats-Unis 543
Pylônes du réseau de Porjus 627
Etat actuel de la technique de l'imprégnation des poteaux en bois (*F. Moll*) 829
Sur les isolateurs de ligne (*J.-A. Brundige et W.-D. Peasle*) 780
Les isolateurs à haute tension 642
Les isolateurs à haute tension (*Karl Kulmann*) 646
A propos de la „ crise " des isolateurs aux Etats-Unis 922
Connexion d'un circuit souterrain à une ligne aérienne (*R.-A. Paine*) 866
La confection des joints de câbles à haute tension (*D.-W. Roper*) 513
Scellement des extrémités de câbles 750
Appareil de manutention des câbles 908
Œillets en verre pour installations temporaires ... 786
Douille flexible pour boîte de coupure (*Carl. M. Wheelock*) 750

APPAREILLAGE. — Accidents causés au matériel de distribution par les efforts électrodynamiques entre conducteurs (*F. Scoumanne*) 221
Arrachement des supports des conducteurs et déformation des connexions aux barres principales par efforts électrodynamiques 222
Accidents aux interrupteurs à huile 223
Déformation des connexions aux interrupteurs par efforts électrodynamiques 222
Sectionneur de Porjus 670
Canne pour remplacer les fusibles haute tension (*Wilkinson*) 786
Sur l'emploi des bobines de réactance (*F. Scoumanne*) 259
Répulsion et induction mutuelle des bobines de réaction (*H.-B. Dwight*) 614
Déformation des bobines de réactance des parafoudres par efforts électrodynamiques entre spires 221
Parafoudre à cornes à 80 000 v des installations de Porjus 673

INSTALLATIONS INTÉRIEURES. — Une centrale doit-elle faire l'installation intérieure des habitations (*Earl-E. Whitehorne*) 313

Usines, sous-stations, réseaux. — Les usines d'électricité au point de vue des compagnies d'assurances contre l'incendie (*P. Bigourdan*) ... 995
Les usines centrales d'électricité et les économies de combustibles (*E. Lehoux*) 939
La distribution d'électricité et d'eau de la ville de Tananarive (*Jacques de Soucy*) 133, 169
Les usines hydro-électriques de l'Etat suédois. L'usine hydro-électrique de Porjus 663
La nouvelle centrale hydro-électrique de Coire (*Kürsteiner*) 228
La nouvelle usine électrique de la ville de Coire (*A. Kuori*) 466
Les installations de la Société Force électrique de Bakou (*F. Scoumanne*) 215
La station à vapeur de Buffalo, 210 000 kw 385
L'usine génératrice de la Western United Gas and Electric Company à Aurora (Illinois) 465
La nouvelle centrale électrique de Windsor (E. U.) (*F.-H. Bernhard*) 542
Les usines génératrices et le réseau de la Montana Po er Co (*W.-A. Scott*) 824
La nouvelle usine génératrice d'Essex (Etats-Unis) pour les services publics de traction 863
Construction et équipement des sous-stations et cabines (*F. Scoumanne*) 265
Conseils pratiques pour la construction des grands postes de transformation à haute tension (*Maurice Koechlin*) 617
Les sous-stations à commutatrices électriques à marche automatique 428
Perfectionnement des sous-stations aériennes (*M.-M. Samuels*) 715

Digitized by Google

Sous-stations de traction à redresseurs à mercure... 311
Nouvelles installations de transformation à redresseurs à vapeur de mercure de grande puissance (Bela B. Schafer)........ 571
Sous-station réceptrice de Canton (*F.-H. Bernhard*). 586
Le poste de transformation de l'usine A. Citroen (*A.-S. Milhoud*)........ 305
Etablissement d'un réseau électrique secondaire en aluminium sur les monts de Lutry (*G. Kernn*).. 313
L'interconnexion des réseaux hydro-électriques de la Washington Water-Power Company........ 468

APPLICATIONS MÉCANIQUES

Moteurs électriques. — Perturbations du champ affectant la commutation des moteurs et génératrices (*E.-H. Martindale*)........ 809
Des phénomènes instantanés qui se produisent dans le moteur asynchrone et de leur rapport avec sa manœuvre (*R.-E. Hellmund*)........ 381
Les moteurs monophasés à collecteur (*L.-F. Adams*). 748
Les diagrammes des moteurs d'induction en coordonnées polaires (*Buchanan et Adams*)........ 533
Le démarrage automatique des moteurs d'induction à cage d'écureuil (*H.-F. Stratton*)........ 951
Meilleure utilisation de la surcharge imposée aux moteurs à cage d'écureuil (*Sidney Fischer*).... 954
Etude sur la durée des démarrages des moteurs à courant continu et d'induction (*J. Saint-Germain*). 3
Sur le refroidissement par circulation d'air des moteurs enfermés........ 41

Agriculture. — Le labourage électrique dans la région de Meaux........ 801
Les méthodes de labourage par treuils (*Ach. Delamarre*)........ 1017
Installations électriques d'assèchement du sol, en Amérique (*Richard-H. Boykin*)........ 747

Mines. — Précautions dans les mines utilisant le courant électrique........ 747
Machines d'extraction à commande électrique. Influence des données fondamentales fournies par l'ingénieur des mines sur la détermination des installations d'extraction électrique........ 907
Equipement électrique des charbonnages de Zanckerode, près de Dresde (*W. Philippi*)........ 344
La nouvelle machine d'extraction de Butte (*R.-S. Sage*)........ 992

Marine. — L'électricité dans les constructions navales et à bord des bâtiments, aux Etats-Unis. 1035

Divers. — Les électro-aimants de levage (*E.-Fr. Foss*)........ 675
Puissances requises par les élévateurs de grains (*F.-T. Espenschied*)........ 467

TRACTION, LOCOMOTION

Généralités. — Les raisons de la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur, sur les lignes américaines........ 55
La grosse traction aux Etats-Unis d'Amérique (*L. Carlier*)........ 55, 99
Direction du mouvement des trains par le téléphone aux Etats-Unis (*M. Casamassima*)........ 13
Etablissement des tramways électriques sur le domaine public (*Paul Bougault*)........ 317

Sous-stations. — Sous-stations de traction à redresseurs à mercure........ 311

Matériel roulant. — L'échauffement de l'induit dans les moteurs de traction (*Leonhard Adler*)........ 812
Les locomotives électriques du Norfolk and Western Railway........ 57
Les locomotives électriques du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway........ 61
Les locomotives électriques du Pennsylvania Railroad. 99
Les bandages de roues de tramways, leur fabrication et leur entretien (*Arthur-Northon*)........ 785

Installations. — Le chemin de fer électrique à récupération de Gergal à Santa-Fé (Espagne) (*Lucien Pahin*)........ 70
Extension de la ligne de tramways Baker-Street-Waterloo and London North Western........ 150
Nouvelle ligne de traction à grande vitesse entre Buffalo et Niagara Falls........ 350

Divers. — La traction électrique sur les canaux (*A. Tumerelle*)........ 241, 243, 400

TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

Généralités. — La réforme de la visserie dans l'administration des Postes et Télégraphes. 321, 482
Arrêté du 25 juin 1917 portant ouverture d'un concours pour l'admission à l'Ecole supérieure des Postes et des Télégraphes........ 360

Télégraphie. — Appareil télégraphique Wheatstone imprimeur système Bianco (*Alfredo Bianco*)..... 449
Application des méthodes radiotélégraphiques de réception à la télégraphie par câble (*Louis-W. Austin* et *Louis Cohen*)........ 295
Le tour du monde en seize minutes et demie........ 202

Téléphonie. — Sur la transmission téléphonique (*Bancroft Gherardi*)........ 417
L'œuvre de Vaschy en téléphonie à grande distance. 281
La contribution des ingénieurs français à la téléphonie à grande distance par câbles souterrains : Vaschy et Barbarat (*Devaux-Charbonnel*)........ 288
Nécessité de l'homogénéité des circuits téléphoniques........ 376
Installation de huit postes d'abonnés associés sur la même ligne téléphonique (*Barbarat*)........ 828
Sur le calcul d'un transformateur téléphonique ; exposé de la méthode de Pleijel (*J.-B. Pomey*)... 683
Les appareils de téléphonie privée à inter-communication directe, à boutons automatiques (*F. Hamès*)........ 815
Un point d'histoire : Sur l'utilisation du téléphone sur le réseau du chemin de fer du Nord (*A. Moutier*). 161
Système de téléphonie automatique de la Compagnie Thomson-Houston........ 367
Les nouvelles installations du réseau téléphonique de Milan (*Mario Borghi*)........ 629

Radiotélégraphie. — Améliorations dans le domaine de la télégraphie sans fil........ 149
Manuel élémentaire de télégraphie sans fil, par *C. Tissot* (Bibliographie)........ 122
Recherches expérimentales sur l'effet pelliculaire dans des conducteurs de forme quelconque, aux fréquences comprises entre 10 000 et 100 000 p : sec (*A.-E. Kennelly* et *H.-A. Affel*)........ 90
Sur le réglage des postes radiotélégraphiques à ondes entretenues, produites par machines à haute fréquence (*J. Bethenod*)........ 285
Propriétés comparées des antennes basses et des antennes élevées en télégraphie et en téléphonie sans fil (*E. Bennett*)........ •11
Précautions à prendre pendant le fonctionnement des installations radiotélégraphiques (*Robert Marriott*)........ 303
La portée des postes de télégraphie sans fil (*R. Chenevix Trench*)........ 296
Essais comparatifs sur les audions (*G. Vallauri*)... 887
Le développement de l'emploi des détecteurs et leur théorie (*E.-C. Green*)........ 971
Décret du 12 juin 1917, rapportant les dispositions

Digitized by Google

du décret du 19 février 1917, portant organisation du personnel de la télégraphie sans fil aux colonies. 40

APPLICATIONS THERMIQUES

Chauffage. — Un nouvel appareil électrique pour le chauffage rapide des liquides 24
Programme d'un concours pour une cuisine électrique 162
Quelques notes sur les foyers électriques (*W. Stubbings*) 390
Le séchage des fruits et des légumes par l'électricité.. 761

ÉCLAIRAGE

Généralités. — Principes fondamentaux d'un bon éclairage (*P.-G. Nutting*) 372
Modern Illuminants and Illuminating Engineering, par *Léon Gaster* et *G.-S. Dow* (Bibliographie)... 284
Mesure du facteur de réflexion (*Luckiesh*) 453
Les lampes électriques modernes et leurs applications industrielles (*C.-E. Clewell*) 587
L'absorption lumineuse dans les appareils d'éclairage. Nécessité de nettoyages fréquents. Détermination graphique de la fréquence des nettoyages (*Kay Keggerreis*) 699
Note sur la commande à distance et sur la commande automatique des circuits d'éclairage électrique (*A. Curchod*) 377
Un nouveau photomètre sphérique pour lampes à incandescence (*R. von Voss*) 807
Verres protégeant les yeux contre l'action des radiations nuisibles (*Coblentz* et *Emerson*) 773
Lampes à arc. — Lampe à arc à deux paires de charbons pour réseaux à courants polyphasés de basse fréquence (*André Blondel*) 975
Lampes à incandescence. — Nouvelles conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les lampes à incandescence 214
Interprétation des résultats obtenus dans les essais effectués sur les lampes à incandescence électriques en régime poussé (*Léonard J. Lewinson*) 250
La transformation des cristaux de tungstène en filaments pour les lampes à incandescence...... 973
Divers. — L'éclairage électrique des signaux d'aiguillage de voie ferrée (*Wechmann*) 631
L'éclairage de l'appareillage extérieur par projecteurs (*M. Samuels*) 427
L'éclairage des groupes de rues à Chicago (*William G. Keith*) 103
Electrochimie. — Fabrication électrique des nitrates synthétiques (*Kilburn Scott*) 906
Électro-métallurgie. — La technique des procédés actuels de fabrication de l'aluminium (*Jean Escard*) 577
Sur l'utilisation de l'aluminium dans les industries électrique, mécanique, chimique et métallurgique (*Jean Escard*) 891
Un nouveau procédé de nickelage de l'aluminium.. 750
Application de l'aluminium dans la construction des réseaux secondaires 313
Application de l'aluminium aux canalisations aériennes (*H. Henney*) 389

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE

Appareil pour la radiographie et la radioscopie (*Alibert*) 456
Nouvel appareil fluoro-métrique pour le dosage des rayons X (*H. Guilleminot*) 974
A propos du procédé radioscopique Nie englo ski (*V. Baudot*) 362
Bréviaire du manipulateur radiologiste, par *L. Mathé* et *V. Baudot* (Bibliographie) 362
Localisation et extraction des projectiles, par *L. Ombrédanne* et *R. Ledoux-Lebard* (Bibliographie). 202

MESURES ET ESSAIS

Généralités. — Le „ cheval sauvage ", nouvelle unité de puissance et de force 521
Remarques sur l'ordonnance fédérale du 9 décembre 1916, concernant la vérification et le poinçonnage officiels des compteurs d'électricité (*A. Filliol*). 557
Mesures et essais électriques. — Nouvelle méthode pour la mesure de la résistivité des métaux fondus (*E.-F. Northrup* et *R.-G. Scher ood*) 414
Abaque pour le calcul de la température d'un enroulement par la méthode de variation de la résistance (*A. Castex*) 763
Nouvelle méthode pour la détermination de la densité de flux magnétique et de la perméabilité (*August Hund*) 937
Note sur l'essai des aimants pour magnétos (*J.-D. Morgan*) 454
Mesure de la résistance des terres 968
Sur les essais de polarité dans les transformateurs (suite) (*Paul Girault*) 1003
Quelques réflexions sur les instruments de mesures électriques (*H. Armagnat*) 123
Quelques appareils de mesures du Bureau of Standards (*H.-B. Brooks* et *F.-C. Weaver*) 606
Bobine réglable de self-induction et de mutuelle inductance du Bureau of Standards 606
Appareil du Bureau of Standards pour la vérification du degré d'homogénéité des aimants étalons.... 609
Installation de compteurs à double tarif, sans mouvement d'horlogerie 615
Remarques sur l'ordonnance fédérale du 9 décembre 1916, concernant la vérification et le poinçonnage officiels des compteurs d'électricité (*A. Filliol*) 557
Photométrie. — Un nouveau photomètre sphérique pour lampes à incandescence (*R. von Voss*)...... 807
Mesure du facteur de réflexion (*Luckiesh*) 453
Divers. — Détermination expérimentale du rendement des machines et chaudières (*Tournier*)..... 254
Un thermomètre calorimétrique à résistance (*S. Leroy Bro n*) 211
Mémoires relatifs à la pyrométrie et aux pyromètres présentés à la séance du 7 novembre 1917 de la Faraday Society 802
Procédé Dubrisay pour l'essai de viscosité des huiles de graissage 1029
Nouvel appareil fluoro-métrique pour le dosage des rayons X (*H. Guilleminot*) 974

Economie sociale, industrielle, finan cière, etc.

GÉNÉRALITÉS

Projets allemands pour l'après-guerre 199
Proposition de résolution tendant à l'interdiction des boissons alcooliques 359

RICHESSES NATURELLES, PROPRIÉTÉ

Richesses naturelles. — Le charbon, nos besoins et les moyens d'y répondre (*Robert Muller*) 242
Comment réaliser l'économie maximum de charbon? (*Ach. Delamarre*) 787

Digitized by Google

La mise en exploitation des tourbières 39

Propriété immobilière et mobilière. — La reconstitution industrielle des régions envahies (*Louis Dubois*) 119
La reconstitution industrielle des régions envahies (*A. Lebrun*) 240
La reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion (*Victor Lourties*) 598
Constatation de l'état des lieux susceptibles de donner ouverture à la réparation des dommages de guerre 400
La constatation des dommages de guerre 800
Loi du 6 août 1917 portant ouverture au ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, de crédits additionnels aux crédits provisoires de l'exercice 1917, pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion 559
Décret relatif à la création d'une commission exécutive chargée de réaliser l'entente au sujet de la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre et de décider toutes mesures à prendre pour y parvenir 239
Décrets du 10 août relatifs à la reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion.. 398
Décrets de septembre 1917 concernant la reconstitution des régions envahies 600
Décret du 25 septembre 1917 instituant un comité spécial concernant la reconstitution des régions envahies 639
Décret du 7 octobre 1917 fixant le nombre et les attributions des sections du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre 800
Décret du 10 novembre 1917 instituant dans les départements victimes de l'invasion les ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées ordonnateurs secondaires de dépenses imputables sur le crédit ouvert pour la réparation des dommages de de guerre 1040
Arrêté du 28 juillet relatif à la centralisation des sections d'administration militaire pour l'organisation, la reconstitution et la remise en état des régions occupées 400

Propriété industrielle. — La propriété industrielle et la guerre. Modifications apportées par la guerre aux lois et conventions relatives à la propriété industrielle (*André Taillefer*) 793
Les modifications à apporter à la législation sur la protection des indications d'origine des produits (*André Taillefer*) 29
Les marques collectives de fabrique et de commerce 71, 113
Appel de l'Union nationale intersyndicale des marques collectives 441
Projet de réforme de la législation sur les marques de fabrique et de commerce (*André Taillefer*) 433

Contrat. — Proposition de loi tendant à la résolution facultative, pour les communes, des contrats passés par elles dans le cas où l'augmentation du prix aurait été prononcée par décision de justice 558

TRAVAIL, TRAVAILLEURS

Le féminisme dans l'industrie 83
Un projet allemand pour la création légale de Chambres corporatives d'ingénieurs 867
L'utilisation rationnelle des ingénieurs électriciens dans l'armée 1001
La semaine anglaise et les salaires en Angleterre... 83
Loi du 5 août 1917 concernant l'allaitement maternel dans les établissements industriels et commerciaux 517
Loi du 18 octobre 1917 portant modification et codification de la loi du 2 avril 1914 sur la garantie des cautionnements des ouvriers et employés... 799
Proposition de loi ayant pour objet de faire appliquer la participation aux bénéfices dans les entreprises de l'État 639
Sur la proposition de loi relative à l'extension de la capacité civile des Syndicats (*R. Legouez*) 235

INDUSTRIE

Le recensement industriel 38
L'industrie en Algérie 841
L'économie industrielle de la Suisse (*Gaston Valran*). 315
L'art appliqué aux métiers : décor du métal, le cuivre et le bronze, par *Lucien Magne* (Bibliographie).. 923

COMMERCE

Sur la nécessité d'identifier la nationalité des commerçants et de l'origine des produits vendus.... 832
Comptoirs d'achats de matières premières (*Désiré Pector*) 429
Commerce extérieur du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande en matière électrique d'après les statistiques douanières de ce pays pour les années 1912, 1913, 1914 et 1915 (*Désiré Pector*). 151, 189
Les exportations d'Allemagne en Suisse 834
A propos des récentes prohibitions à l'importation et à l'exportation (*C. Augier*) 69
Décret du 31 juillet 1917 prohibant la sortie de divers produits 360
Loi du 8 novembre 1917 relative aux saisies de vente effectuées en pays ennemis, dans les territoires occupés par l'ennemi et en Alsace-Lorraine 999

FINANCES

Les banques de l'Est, leur rôle, leur avenir (*Ch. Renauld*) 111
La banque et l'industrie 199
Chèques et comptes courants postaux 392
Faut-il réglementer la présentation des bilans et l'évaluation des postes de l'actif? (*L. Rosenfeld*). 275
Contrôle des comptabilités. — Le rôle des Chartered Accountants en Grande-Bretagne (*Louis Rosenfeld*) 469
Décret du 1er octobre 1917 instituant une Commission chargée d'étudier l'organisation des moyens de crédit propres à faciliter le relèvement économique des territoires atteints par l'invasion.... 640

IMPOTS, DOUANES, ASSURANCES

Les bénéfices de guerre (*Jules Delahaye*) 599
Proposition de loi ayant pour objet de modifier l'article 16 de la loi du 1er juillet 1916, concernant l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels et supplémentaires réalisés pendant la guerre 999
La perception de l'impôt cédulaire au point de vue comptable (*L. Rosenfeld*) 637
Manuel pratique des nouveaux impôts, par *Paul Bougault* (Bibliographie) 722
Projet de loi relatif aux contributions directes et aux taxes y assimilées de l'exercice 1918 880
Décret du 3 août 1917 instituant au ministère des Finances une Commission chargée de déterminer les coefficients applicables au chiffre d'affaires pour l'évaluation du bénéfice servant de base à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux 640

Digitized by Google

Redevances pour lignes téléphoniques installées pour la sécurité des lignes et réseaux de transmission d'énergie électrique 37
Les usines d'électricité au point de vue des compagnies d'assurances contre l'incendie (*P. Bigourdan*) 995
Décret du 15 mai 1917 portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne 39

ENSEIGNEMENT, ÉDUCATION, APPRENTISSAGE

L'enseignement technique supérieur. Vœux émis par la Société des Ingénieurs civils de France dans sa séance du 6 juillet 1917 282
L'exposition de l'enseignement technique français à Lyon 351
Décret du 2 août 1917 modifiant le service de l'inspection de l'enseignement technique 440
La spécialisation industrielle des ingénieurs (*E. Piernet*) 819
L'éducation professionnelle des invalides de la guerre En Angleterre 910
L'apprentissage dans les industries mécaniques (*Maurice Lacoin*) 545
Les travaux du National physical Laboratory en 1916-1917 376
Projet d'agrandissement de l'Ecole centrale lyonnaise 561

Législation, Réglementation, Jurisprudence

GÉNÉRALITÉS

Les travaux de la section de législation du deuxième Congrès de la Houille blanche 842
La participation aux bénéfices dans les entreprises de l'Etat et dans les concessions accordées par l'Etat, les départements et les communes (*Louis Deschamps*) 639
Sur la proposition de loi relative à l'extension de la capacité civile des syndicats (*R. Legouez*) 235
Le régime légal des chutes d'eau en Italie (*G. Tochon*). 593
La nouvelle loi fiscale du 31 juillet 1917 et les usines électriques (*Paul Bougault*) 355
La loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques (*G. Tochon*) 835
Les distributions d'énergie électrique au point de vue du contrôle administratif (*Monmerqué*) 395
Exploitation en régie des distributions d'énergie électrique par les communes et les syndicats de communes. Commentaire du règlement d'administration publique du 8 octobre 1917 (*J. de Rigney*). 869
Le nouveau cahier des charges type pour l'exploitation en régie d'une distribution municipale d'énergie électrique (*Paul Bougault*) 911
Sur la législation anglaise des « droits de passage » des lignes électriques (*C. Vernier*) 239
Des modifications à apporter à la législation sur la protection des indications d'origine des produits (*André Taillefer*) 29
Projet de réforme de la législation sur les marques de fabrique et de commerce (*André Taillefer*) 433
La constatation des dommages de guerre 800
La nouvelle loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques 475, 835

LOIS, DÉCRETS, ARRÊTÉS, ETC.

Lois. — Lois du 29 juin 1917 concernant la participation de l'Etat à l'établissement d'usines hydrauliques 80
Loi du 5 août 1917 concernant l'allaitement maternel dans les établissements industriels et commerciaux 517
Loi du 6 août 1917 portant ouverture au ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, de crédits additionnels aux crédits provisoires de l'exercice 1917, pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion 559
Loi du 18 octobre 1917 portant modification et codification de la loi du 2 avril 1914 sur la garantie des cautionnements des ouvriers et employés 799
Loi du 8 novembre 1917 relative aux saisies et ventes effectuées en pays ennemis, dans les territoires occupés par l'ennemi et en Alsace-Lorraine 999
Projets de lois. — Projet de loi relatif à l'utilisation de l'énergie hydraulique 751
Projet de loi sur les marques collectives de fabrique et de commerce 71, 113
Projet de loi relatif au recensement industriel 38
Projet de loi sur la reconstitution industrielle des régions envahies 119
Projet de loi relatif aux contributions directes et aux taxes y assimilées de l'exercice 1918 880
Projet de loi tendant à instituer au ministère des Finances un service chargé de centraliser la comptabilité des indemnités pour la réparation des dommages de la guerre 919
Propositions de lois. — Proposition de loi tendant à la résolution facultative, pour les communes, des contrats passés par elles dans le cas où l'augmentation du prix aurait été prononcée par décision de justice 558
Proposition de résolution tendant à l'interdiction des boissons alcooliques 359
Proposition de loi relative à la constatation de l'état des lieux susceptibles de donner ouverture à la réparation des dommages de guerre 400
Proposition de loi concernant les bénéfices de guerre. 599
Proposition de loi ayant pour objet de modifier l'article 16 de la loi du 1er juillet 1916 concernant l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels et supplémentaires réalisés pendant la guerre 999
Décrets. — Décret portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne 39
Décret du 2 juin 1917 déclarant d'utilité publique l'établissement, dans les départements de Meurthe-et-Moselle et de la Meuse, d'un réseau de distribution d'énergie électrique 760
Décret du 12 juin 1917 rapportant les dispositions du décret du 19 février 1917 portant organisation du personnel de la télégraphie sans fil aux colonies 40
Décret du 3 juillet 1917 rattachant au ministère de l'armement et des fabrications de guerre, les services de l'importation des combustibles minéraux et de ravitaillement général en combustibles de toute nature 80
Décret du 28 juillet 1917 relatif à la création d'une commission exécutive, chargée de réaliser l'entente au sujet de la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre et de décider toutes mesures à prendre pour y parvenir 239

Digitized by Google

Décret du 31 juillet 1917 prohibant la sortie de divers produits 360
Décret du 2 août 1917 modifiant le service de l'inspection de l'enseignement technique 440
Décret du 3 août 1917 instituant au ministère des Finances une commission chargée de déterminer les coefficients applicables au chiffre d'affaires pour l'évaluation du bénéfice servant de base à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux 640
Décret du 6 août 1917 autorisant et déclarant d'utilité publique les travaux entrepris et à terminer dans le département des Basses-Alpes, en vue de l'établissement de deux usines hydro-électriques à la Brillanne et à Villeneuve 520
Décret du 10 août 1917 relatif à l'organisation et au fonctionnement de l'office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion 398
Décret du 10 août 1917 instituant, auprès du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre, un Comité supérieur pour la coordination des concours publics et privés, soit en argent, soit en nature, dans ces régions 399
Décret du 30 août 1917 portant approbation d'un cahier des charges type, pour l'exploitation en régie d'une distribution d'énergie électrique pour une commune ou un syndicat de communes.... 914
Décret du 9 septembre 1917 portant modifications de la composition et des attributions du Conseil supérieur des Travaux publics 517
Décret du 25 septembre 1917 instituant un Comité spécial concernant la reconstitution des régions envahies 639
Décrets de septembre 1917 concernant la reconstitution des régions envahies 600
Décret du 1er octobre 1917 instituant une Commission chargée d'étudier l'organisation des moyens de crédit propres à faciliter le relèvement économique des territoires atteints par l'invasion 640
Décret du 3 octobre 1917 rattachant le service central des Forces hydrauliques au service des Forces motrices 640
Décret du 7 octobre 1917 fixant le nombre et les attributions des sections du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre 800
Décret du 8 octobre 1917 portant règlement d'administration publique rendu pour l'exécution de la loi du 15 juin 1906 et fixant les conditions de l'exploitation en régie des distributions d'énergie électrique par les communes ou les syndicats de communes 839
Décret du 23 octobre 1917 modifiant le décret du 10 juillet 1913 concernant les mesures générales de protection et de salubrité publique applicables à tous les établissements assujettis 920
Décret du 9 novembre 1917 créant un comité consultatif des mines 1000
Décret du 10 novembre 1917 instituant, dans les départements victimes de l'invasion, les ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, ordonnateurs secondaires de dépenses imputables sur le crédit ouvert pour la réparation des dommages de guerre 1040

Arrêtés. — Arrêté du 25 juin 1917 portant ouverture d'un concours pour l'admission à l'École supérieure des Postes et des Télégraphes (section des élèves-ingénieurs) concours exclusivement réservé aux militaires et marins réformés n° 1 ou retraités par suite de blessures reçues ou de maladies contractées devant l'ennemi au cours de la guerre actuelle 360
Arrêté du 3 juillet 1917 relatif à l'unification des pas de vis utilisés par l'administration des Postes et des Télégraphes 80
Arrêté du 28 juillet relatif à la centralisation des sections d'administration militaire pour l'organisation, la reconstitution et la remise en état des régions occupées 400
Arrêté du 11 septembre 1917 nommant un membre de la Commission des distributions d'énergie électrique. 600
Arrêté du 27 novembre 1917 nommant les membres de la Commission centrale des machines à vapeur pour les années 1917 et 1918 960

Décisions, Circulaires, Avis, etc... — Annexe à la décision ministérielle du 16 octobre 1917, accord du 13 octobre 1917 918
Décision du 16 novembre 1917 du ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre concernant les salaires des ouvriers électriciens 918
Cahier des charges type pour la construction et l'exploitation directe en régie d'une distribution publique d'énergie électrique par une commune ou un syndicat de communes 914
Désignation des membres de la commission de la tourbe 40
Remarques sur l'ordonnance fédérale du 9 décembre 1916 concernant la vérification et le poinçonnage officiels des compteurs d'électricité (*A. Filliol*). 557

JURISPRUDENCE

Électrocution par suite de la réunion d'un fil de haute tension à un fil d'utilisation ; exécution vicieuse d'une installation intérieure ; non-responsabilité de la Compagnie (*Paul Bougault*) 238
Jugement en date du 11 juillet 1917, du tribunal de Bonneville, relativement à une fourniture électrique ; prétendue force majeure ; condamnation à paiement (*Paul Bougault*) 597
Conflit entre un maire et un concessionnaire (*Paul Bougault*) 957
Les promesses de vente dites « option » et les délais moratoires. A propos d'un jugement du tribunal civil de la Seine du 21 juillet 1917 (*Paul Bougault*). 1037

Divers

SOCIÉTÉS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

Académie des Sciences. — Sur les conditions de formation du coke (*Georges Charpy* et *Marcel Godchot*) 187
Nouvel appareil fluorométrique pour le dosage des rayons X (*H. Guilleminot*) 974
Influence de la variation de l'épaisseur des parois sur le coup de bélier dans une conduite forcée (*De Sparre*) 1013
Séance du 23 juillet : Détermination expérimentale du rendement des machines et chaudières (*Tournier*) 254
Séance du 1er octobre 1917 : Méthode nouvelle d'inscription graphique en physiologie (*L.-C. Soula*) 814

Digitized by Google

Séance du 8 octobre 1917 : Conductibilité électrique du mica (*E. Branly*)........................ 806
Séance du 22 octobre 1917 : Influences électro-métalliques exercées à travers des feuilles isolantes de très petite épaisseur (*E. Branly*)............ 936
Séance du 29 octobre 1917 : Sur la variation diurne du potentiel en un point de l'atmosphère, par un ciel serein (*A.-B. Chauveau*)................... 722
Séance du 7 novembre 1917 : Sur les coups de bélier (*Camichel, Eydoux* et *Gariel*). — L'état magnétique des basaltes groenlandais (*Paul Mercanton*). — La teneur en azote des houilles oxydées (*P. Mahler*) 762
Séance du 19 novembre 1917 : Nouvel appareil fluorométrique pour le dosage des rayons X (*H. Guilleminot*). — Orages magnétiques, facules et taches solaires (*H. Arctowski*). — Utilisation du marc de raisin comme combustible (*C. Martignon* et *M^lle G. Marchal*) 842
Séance du 26 novembre 1917 : Sur la fabrication des briques de silice (*H. Le Chatelier* et *B. Bogitch*)... 882
Séance du 10 décembre 1917 : Lecture du palmarès de 1917.. 964
Séance du 17 décembre 1917 : Sur la détermination des dimensions les plus avantageuses des principaux éléments d'une installation de force hydraulique (*E. Baticle*). — Fabrication des briques de silice (*Philippon*). — Perturbations de la déclinaison magnétique à Lyon (*P. Flagcolet*).......... 1002

Comité électrotechnique. — Le Comité électrotechnique français.................................. 965
Séance du 30 juin 1917.................................. 210

Comité national français de l'Éclairage. — Origine et travaux du Comité........................ 761

Société française de Physique. — Procédé Dubrisay pour l'essai de viscosité des huiles de graissage.. 1029
Nouvelles recherches sur l'invar........................ 132
La surface des indices et la surface de l'onde dans les cristaux magnétiques (*C. Raveau*).......... 98
Sur les origines du développement de nos connaissances en électricité atmosphérique (*B. Chauveau*) 168
Séance du 6 juillet 1917 : Un aspect du développement des sciences physiques en France au XIX^e siècle (*G. Bigourdan*)............................ 42
Séance du 15 novembre 1917 : Méthode physique d'essai des huiles de graissage (*René Dubrisay*).... 802
Séance du 7 décembre 1917 : Localisation radiologique des corps étrangers du globe oculaire (*H. Fraudet* et *J. Belot*).................................. 1002

Société internationale des Électriciens. — Théorie rationnelle des enroulements fermés. Schémas simplifiés (*A. Iliovici*)........................... 845
Séance du 5 juillet 1917 : Etude des enroulements fermés et leurs représentations simplifiées (*Iliovici*). — Sur les procédés de démarrage des moteurs monophasés d'induction (*Bethenod*)....... 41
Séance du 8 novembre 1917 : Le retour du courant par les rails (*F. Brylinski*)...................... 762
Séance du 6 décembre 1917 : Moteur à grand facteur de puissance et à chute de vitesse réglable (*R.-V. Picou*). — Tarification de l'énergie électrique eu égard au cos φ de l'abonné (*P. Boucherot*)........ 924

Société des Ingénieurs civils. — Séance du 6 juillet 1917. Discussion de la réponse au ministre du Commerce et de l'Industrie au sujet de l'enseignement technique.............................. 42
Séance du 30 novembre 1917 : Voies ferrées de Paris au Havre (*E. Evers*). — Le conducteur de retour du courant alternatif de traction (*J. Lhériaud*). 882

Association suisse des Électriciens. — Nouvelles conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les lampes à incandescence............... 214

Faraday Society. — Séance du 7 novembre : Etude et discussion de la pyrométrie et des pyromètres. 802

Institution of Electrical Engineers (South Africa). Les diagrammes des moteurs d'induction en coordonnées polaires (*Buchanan* et *Adams*)..... 532

American Institute of Electrical Engineers. — L'effet couronne et la rectification du courant dans l'hydrogène.................................. 7
Direction du mouvement des trains par le téléphone aux Etats-Unis................................ 13
Sur la rigidité diélectrique de l'air (*Whitehead* et *Brown*)... 129
Des phénomènes instantanés qui se produisent dans le moteur asynchrone et de leur rapport avec sa manœuvre (*R.-E. Hellmund*).................. 381
La confection des joints de câbles à haute tension (*D.-W. Roper*).................................. 513
La dilatation considérée comme cause de dégâts dans les isolateurs à suspension (*J.-A. Brundige*). — Les isolateurs actuels (*W.-D. Peaslee*)........... 780
La nouvelle machine d'extraction de Butte........ 992

Illuminating Engineering Society. — Assemblée annuelle de septembre 1916 : Interprétation des résultats obtenus dans les essais effectués sur les lampes électriques à incandescence en régime poussé (*Leonard-J. Levinson*)..................... 250

Commission électrotechnique internationale. — La commission électrotechnique internationale; le comité électrotechnique français............. 965

SOCIÉTÉS PROFESSIONNELLES

Union des Syndicats de l'Électricité. — Redevances pour lignes téléphoniques installées pour la sécurité des lignes et réseaux de transmission d'énergie électrique............................ 37

Syndicat professionnel des usines d'électricité. — Ordre du jour de l'assemblée générale du 30 août 1917...................................... 242

Chambre syndicale du commerce et de la fabrication de la quincaillerie. — L'application du système décimal métrique dans le commerce de la quincaillerie...................................... 25

Chambre syndicale de la Tourbe et du Lignite. — Fondation de cette Chambre..................... 964

Comité central des Houillères de France. — Assemblée générale ordinaire du 31 mars 1917.. 27

SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES, COMMERCIALES, FINANCIÈRES

Appareillage électrique Grivolas. — Assemblée générale ordinaire du 26 septembre 1917........ 719

Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est. (**Jeumont, Nord**). — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917:............. 198

Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud. — Assemblée générale ordinaire du 18 juin 1917. 67

Chemin de fer de Pau-Oloron-Mauléon et tramways de Bayonne à Biarritz. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917.................. 198

Compagnie centrale de Chemins de fer, de Trawmays et d'Électricité. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917.................. 555

Compagnie centrale d'Énergie électrique. — Assemblée générale ordinaire du 23 juillet 1917. 636

Compagnie continentale Edison. — Assemblée générale ordinaire du 13 juin 1917............ 67

Digitized by Google

Compagnie d'électricité de l'Ouest-Parisien Ouest-Lumière). — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917........................ 555

Compagnie d'électricité du Sud-Ouest. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917......... 473

Compagnie des Chemins de fer du Beaujolais. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917... 591

Compagnie des Chemins de fer des Côtes-du-Nord. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917.............................. 233

Compagnie des Chemins de fer de l'est de Lyon. — Assemblée générale ordinaire du 14 juin 1917................................ 516

Compagnie des Chemins de fer départementaux de la Haute-Vienne. — Assemblée générale ordinaire du 16 juin 1917..................... 68

Compagnie des Chemins de fer du Sud-Ouest. — Assemblée générale ordinaire du 22 août 1917. 680

Compagnie des Chemins de fer départementaux du Tarn. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917................................ 515

Compagnie de chemin de fer de Bayonne à Biarritz. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917.............................. 197

Compagnie du chemin de fer Métropolitain de Paris. — Assemblée générale ordinaire du 12 juin 1917.............................. 233

Compagnie des Tramways électriques de Bordeaux-Pessac. — Assemblée générale ordinaire du 4 juin 1917.............................. 109

Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917... 473

Compagnie des Tramways de l'Ouest-Parisien. — Assemblée générale ordinaire du 27 juin 1917. 556

Compagnie des Tramways de Nice et du Littoral. — Assemblée générale ordinaire du 5 avril 1917.................................. 67

Compagnie des Tramways de Paris et du département de la Seine. — Assemblée générale ordinaire du 19 juin 1917.......................... 159

Compagnie des Tramways de Tunis. — Assemblée générale ordinaire du 22 mars 1917........ 27

Compagnie électrique de la Loire et du Centre. — Assemblée générale extraordinaire du 17 août 1917.................................. 680
Assemblée générale ordinaire du 29 novembre 1917.................................. 955

Compagnie électrique des Tramways de la Rive gauche de Paris. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917.......................... 474

Compagnie électro-mécanique. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 22 juin 1917 353

Compagnie francaise des câbles télégraphiques Assemblée générale ordinaire du 25 octobre 1917. 831

Compagnie des Forges et Aciéries Paul Girod. Assemblée générale extraordinaire du 18 septembre 1917.............................. 719

Compagnie générale de Distribution d'énergie électrique. — Assemblée générale ordinaire du 7 juin 1917.............................. 158

Compagnie générale électrique de Nancy. — Assemblée générale ordinaire du 23 octobre 1917. 792

Compagnie lorraine d'Électricité. — Assemblée générale ordinaire du 25 septembre 1917....... 909

Compagnie parisienne de Distribution d'électricité. — Assemblée générale ordinaire du 29 juin 1917.............................. 353

Compagnie pour la fabrication des Compteurs et Matériel d'usines à gaz. — Assemblée générale ordinaire du 30 juillet 1917.............. 635

Compagnie pour la fabrication des Compteurs et du Matériel d'usines à gaz. — Assemblée générale extraordinaire du 14 septembre 1917. 720, 792

Compagnie provinciale des Eaux, du Gaz et de l'Électricité. — Assemblée générale ordinaire du 28 septembre 1917......................... 792

Compagnie universelle d'acétylène et d'électro-métallurgie. — Assemblée générale ordinaire du 24 mai 1917............................ 109

Constructions électriques Nancy. — Assemblée générale ordinaire du 8 septembre 1917........ 719

Électricité du Nord-Est Parisien. — Assemblée générale ordinaire du 26 juin 1917............. 555

Électricité de Reims. — Assemblée générale ordinaire du 6 août 1917 679

Énergie électrique de la Basse-Loire. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917......... 234

Énergie électrique du littoral méditerranéen. — Assemblée générale extraordinaire du 6 octobre 1917.................................. 720

Énergie électrique du Sud-Ouest. — Assemblée générale extraordinaire du 7 septembre 1917.... 719

Énergie électrique de la Seine. — Assemblée générale ordinaire du 20 juin 1917................ 159

L'Éclairage électrique. — Assemblée générale extraordinaire du 30 juin 1917.................... 432
Assemblée générale ordinaire du 8 décembre 1917... 997

L'Énergie industrielle. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917......................... 354
Assemblée générale extraordinaire du 20 août 1917.. 719 909

Le Triphasé (Nord-Lumière). — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917................. 591

Maljournal et Bourron. — Assemblée générale ordinaire du 20 octobre 1917................. 867

Société anonyme d'Éclairage électrique du Secteur de la Place Clichy. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917........................ 591

Société anonyme électro-métallurgique (procédés Paul Girod). — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 28 juin 1917...... 515

Société anonyme immobilière des forces motrices du Vercors. — Assemblée générale ordinaire du 30 mai 1917................................ 109

Société anonyme Westinghouse. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 4 août 1917.................................. 679

Société biterroise de Force et Lumière. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917......... 636

Société d'Applications industrielles. — Assemblée générale ordinaire du 28 novembre 1917... 956

Société d'Éclairage, Chauffage et Force motrice. — Assemblée générale ordinaire du 11 juillet 1917. 592

Société d'Éclairage et de force motrice par l'Électricité à Paris. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917......................... 234

Digitized by Google

Société d'Éclairage électrique de Bordeaux et du Midi. — Assemblée générale ordinaire du 5 décembre 1917 996

Société d'Électricité de Caen. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917 432

Société d'Électricité de Paris. — Assemblée générale ordinaire du 4 décembre 1917 998

Société d'Électrochimie. — Assemblée générale ordinaire du 6 juin 1917 197

Société d'Électrométallurgie de Dives. — Assemblée générale ordinaire du 13 novembre 1917 997

Société d'Outillage mécanique et d'Usinage d'artillerie. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire des 5, 18 juillet et du 21 août 1917 955

Société des Forces motrices d'Auvergne. — Assemblée générale ordinaire du 23 juin 1917 474

Société des Forces motrices de la Loire. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 20 juin 1917 160

Société des Forces motrices du Refrain. — Assemblée générale ordinaire du 27 septembre 1917 831

Société des Forces motrices de la Vis. — Assemblée générale ordinaire du 15 mai 1917 160

Société des moteurs à gaz et d'industrie mécanique. — Assemblée générale ordinaire du 7 novembre 1917 998

Société du Gaz et de l'Électricité de Marseille. — Assemblée générale ordinaire du 31 mai 1917 28

Société hydro-électrique des Basses-Pyrénées. — Assemblée générale ordinaire du 22 juin 1917 391

Société Havraise d'Énergie électrique. — Assemblées générales ordinaire, constitutive et extraordinaire du 6 juin 1917 158

Société marseillaise de Crédit industriel et commercial et de Dépôts. — Assemblée générale ordinaire du 25 mai 1917 110

Société nantaise d'Éclairage et de Force par l'électricité. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917 315

Société nîmoise d'Éclairage et de Force motrice par l'électricité. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 15 mai 1917 197

Société parisienne pour l'Industrie des Chemins de fer et des Tramways électriques. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917 472

Société Pyrénéenne d'Énergie électrique. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917 679

Société Versaillaise de Tramways électriques et de distribution d'énergie. — Assemblée générale ordinaire du 26 mars 1917 354

Union gazière et électrique. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917 391

ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHES

École centrale lyonnaise. — Projet d'agrandissement 561

École d'enseignement technique féminin. — Conférence de M. Chaigneau 1002

École pratique du haut enseignement commercial pour les jeunes filles. — Le but et les programmes d'enseignement de cette école 162

École supérieure des Postes et Télégraphes. — Arrêté du 25 juin 1917, portant ouverture d'un concours pour l'admission à cette école 360

L'Institut électrotechnique et de mécanique appliquée de Nancy. — Cours, conférences et travaux pratiques pendant l'année scolaire 1917-1918 283

Institut électrotechnique de Toulouse. — Cours, conférences et travaux pratiques pendant l'année 1917-1918 122

Institut national professionnel des Invalides de la guerre. — Création d'un cours d'électricité. 841

Institut polytechnique de Grenoble. — Rapport du directeur sur sa situation au 1er novembre 1917. 1001

Bureau of Standards. — Quelques appareils de mesures du Bureau of Standards (*H.-B. Brooks* et *F.-C. Weaver*) 606

National physical Laboratory. — Les travaux du laboratoire en 1916 376

INSTITUTIONS DIVERSES

Chambres de Commerce. — Chambre de Commerce d'Alger 112
Chambres de Commerce de Nancy, Orléans, Clermont-Ferrand et Neuchâtel (Suisse) 70
Chambre de Commerce suédoise en France. Création de cette Chambre 602

Chambres de Commerce russes. — Projet de création de Chambres de Commerce en Russie... 516

Comité consultatif des Mines. — Décret du 9 novembre 1917 instituant ce Comité 1000

Conseil supérieur des Travaux publics. — Décret du 9 septembre 1917 portant modifications de la composition et des attributions du Conseil 517

Union nationale intersyndicale des marques collectives. — Formalité à remplir pour obtenir le droit à la marque 441

BIOGRAPHIE, NÉCROLOGIE, ETC

Biographie. — Les travaux scientifiques de Maurice Leblanc 961
L'œuvre de Vaschy en téléphonie à grande distance. 281

Distinctions honorifiques. — Légion d'honneur :
R. de la Brosse, au titre d'officier 442
Hinstin (Paul-Samuel) au titre de chevalier 402

Nécrologie. — Bellet (Daniel) 602, 921
Birkeland (P.) 121
Harlé (Émile) (*André Blondel*) 81
Javaux (Julien-Émile) 641
Piaton (Maurice) 1
Tissot (*André Blondel*) 602, 681
Turrettini (Théodore) 201

CONGRÈS, EXPOSITIONS, COURS

Congrès. — Congrès général du Génie civil... 401, 721

Expositions. — L'Exposition de l'enseignement technique français à Lyon 351

Foires. — Foire de vente et d'échantillons de Rabat (Maroc) 273
Une opinion allemande sur la foire de Lyon du 18 au 31 mars 1917 402

Digitized by Google

Cours. — Cours, conférences et travaux pratiques de l'Institut électrotechnique et de mécanique appliquée de Nancy, pendant l'année scolaire 1917-1918 283
Cours conférences et travaux pratiques de l'Institut électrotechnique de Toulouse pendant l'année scolaire 1917-1918 122

Concours. — Programme d'un concours pour une cuisine électrique 162

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages récents. — Leçons d'électrotechnique générale, par *P. Janet* 42
Primary Batteries ; their theory, construction and use, par *W.-R. Cooper* 602
Notions pratiques d'électricité. Applications au matériel d'aviation, par le *lieutenant Gourdon* 562
Manuel élémentaire de télégraphie sans fil, par *C. Tissot* 122
Modern Illuminants and Illuminating Engineering, par *Léon Gaster* et *J.-S. Dow* 284
Localisation et extraction des projectiles, par *L. Ombrédanne* et *R. Ledoux-Lebard* 202
Bréviaire du manipulateur radiologiste, par *L. Mathé* et *V. Baudot* 362
L'art appliqué aux métiers : décor du métal, le cuivre et le bronze, par *Lucien Magne* 923
La production industrielle intensive. Son influence sur le prix de revient, par *R. de Fleury* 522
Manuel pratique des nouveaux impôts, par *Paul Bougault* 722

Périodiques, annuaires, etc. — La Houille blanche 842
Annuaire de la Houille blanche française (*A. Pawlowski*) 924
Nos tables des matières 722

Errata de la R. G. E. — Errata de la page 89 : Sur les alternateurs compound (*R.-V. Picou*) 400
Errata des pages 243 à 248 : La traction électrique sur les canaux (*Tumerelle*) 400
Errata des pages 326 à 336 : Etude sur les pertes supplémentaires dans les barres câblées (*Roth*) 520
Errata de la page 507 : Le fonctionnement en parallèle des transformateurs statiques (*Lindley Thompson* et *Austen Stigant*) 760

VARIÉTÉS

Acheteurs... méfiez-vous 2
Electriciens... méfiez-vous 721
L'état d'esprit de nos nouveaux alliés 802

Digitized by Google

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

ACHARD (F.-H.). — Voir *Kennelly* (*A.-E.*), *Achard* (*F.-H.*) et *Dana* (*A.-S.*) 46

ADAMS. — Les diagrammes des moteurs d'induction en coordonnées polaires 533

— Les moteurs monophasés à collecteur 748

ADLER (Leonhard). — L'échauffement de l'induit dans les moteurs de traction 812

AFFEL (H.-A.) — Voir *Kennely* (*A.-E.*) et *Affel* (*H.-A.*) 90

ALIBERT. — Appareil pour la radiographie et la radioscopie 456

ARMAGNAT (H.). — Quelques réflexions sur les instruments de mesures électriques 123

— Contribution au calcul des aimants 643

AUGIER (C.). — A propos des récentes prohibitions à l'importation et à l'exportation 69

AUSTIN (Louis-W.) et COHEN (Louis). — Application des méthodes radiotélégraphiques de réception à la télégraphie par câble 295

BAILLIE (P.). — Calcul du coefficient d'accouplement de deux bobines plates coaxiales enroulées en spirale 969

BANCAREL (P. DE). — Notes sur le calcul des lignes de transmission d'énergie 43

BANCHINI (Felice). — Coefficient de sécurité des installations électriques 544

BARBARAT. — Installation de huit postes d'abonnés associés sur la même ligne téléphonique 828

BARTHÉLEMY (Henri). — A propos de la conservation de la puissance réactive 601

BAUDOT (V.). — A propos du procédé radioscopique Niewenglowski 362

— Voir *Mathé* (*L.*) et *Baudot* (*V.*) 362

BEHREND (H.). — Courants de capacité et mises à la terre de protection sur les lignes à haute tension et à longue portée 625

BENNETT (E.). — Propriétés comparées des antennes basses et des antennes élevées en télégraphie et en téléphonie sans fil 11

BERNHARD (F.). — La nouvelle centrale électrique de Windson (Etats-Unis) 542

— Sous-station réceptrice de Canton 586

BETHENOD (J.). — Sur le réglage des postes radiotélégraphiques à ondes entretenues produites par machines à haute fréquence 285

BIANCO (Alfredo). — Appareil télégraphique Wheatstone imprimeur, système Bianco 449

BIGOURDAN (P.). — Les usines d'électricité au point de vue des compagnies d'assurances contre l'incendie 995

BLONDEL (André). — Nécrologie : Emile Harlé 81

— Nécrologie : Le commandant Tissot (1868-1917) 681

— Lampe à arc à deux paires de charbons pour réseaux à courants polyphasés de basse fréquence 975

BORGHI (Mario). — Les nouvelles installations du réseau téléphonique de Milan 629

BOUGAULT (Paul). — Electrocution par suite de la réunion d'un fil de haute tension à un fil d'utilisation ; exécution vicieuse d'une installation intérieure ; non-responsabilité de la Compagnie 238

— Domaine public : Etablissement des tramways électriques et des conducteurs d'énergie 317

— La nouvelle loi fiscale du 31 Juillet 1917 et les usines électriques 355

— Tribunal de Bonneville. — Jugement en date du 11 juillet 1917, relativement à une fourniture électrique : prétendue force majeure ; condamnation à paiement 597

— Bibliographie : Manuel pratique des nouveaux impôts 722

— Le nouveau cahier des charges type pour l'exploitation en régie d'une distribution municipale d'énergie électrique 911

— Conflit entre un maire et un concessionnaire 957

— Les promesses de vente dites « option » et les délais moratoires. A propos d'un jugement du tribunal civil de la Seine, du 21 juillet 1917 1037

BOTTLER (Max). — Les vernis isolants 272

BOYKIN (Richard-H.). — Installations électriques d'assèchement du sol en Amérique 747

BRANLY (Edouard). — Conductibilité électrique du mica 806

— Influences électrométalliques exercées à travers des feuilles isolantes de très petite épaisseur 936

BRUSE (C.-L.). — Voir *Davis* (*J.-W.*) et *Bruse* (*C.-L.*) 7

BROOKS (H.-B.) et WEAVER (F.-C.). — Quelques appareils de mesures du Bureau of Standards 606

BROWN (Gregory). — Direction du mouvement des trains par le téléphone aux Etats-Unis 13

— Voir *Whitehead* et *Brown* 129

BRUNDIGE (J.-A.). — La dilatation considérée comme cause de dégâts dans les isolateurs à suspensions 780

BUCHANAN. — Les diagrammes des moteurs d'induction en coordonnées polaires 533

Digitized by Google

BUNET (P.). — Sur le choix d'un type de barrage et sur la pratique américaine dans la construction des barrages en maçonnerie pleine 963

CAHEN (H.). — La houille blanche et l'agriculture... 701
CAPART (G.). — Notes d'un voyage aux Etats-Unis.. 949
CARLIER (J.). — La grosse traction aux Etats-Unis d'Amérique 55, 99
CASAMASSIMA (M.). — Direction du mouvement des trains par le téléphone aux Etats-Unis 13
CASE (T.-W.). — Notes sur la variation de résistance de quelques substances sous l'action de la lumière 340
— Transformation de la lumière en énergie électrique 737
CASTEX (A.). — Abaque pour le calcul de la température d'un enroulement par la méthode de variation de la résistance 763
CAUSSE (A.). — Voir *Eydoux* (*D.*) et *Causse* (*A.*) 851
CHARPY (Georges) et GODCHOT (Marcel). — Sur les conditions de formation du coke 187
CHAUVEAU (B.). — Sur les origines du développement de nos connaissances en électricité atmosphérique 168
CHENEVIX TRENCH (R.). — La portée des postes de télégraphie sans fil 296
CHICAGO, MILWAUKEE AND SAINT PAUL RAILWAY. — Types de locomotives électriques 61
CHOROWER (Ch.). — Etude sur les causes de la corrosion des chaudières à vapeur 775
CLEWELL (C.-E.). — Les lampes électriques modernes et leurs applications industrielles 587
COBLENTZ et EMERSON. — Verres protégeant les yeux contre l'action des radiations nuisibles 773
COBB (J.-W.). — Utilisation des combustibles pauvres 589
COHEN (Louis). — Voir *Austin* (*Louis-W.*) et *Cohen* (*Louis*) 295
COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. — Système de téléphonie automatique 367
COOPER (W.-R.). — Bibliographie : Primary Batteries : their theory, construction and use 602
CURCHOD (A.). — Note sur la commande à distance et sur la commande automatique des circuits d'éclairage électrique 377
— Du calcul des canalisations électriques 803

DAMIENS (Jacques). — Notes sur les surtentions produites par l'harmonique 3 et ses multiples dans les transformateurs triphasés 363
— Note sur le couplage en parallèle des transformateurs triphasés 764
DAVIS (J.-W.) et BREESE (C.-L.). — L'effet couronne et la rectification du courant dans l'hydrogène... 7
DELAHAYE (Jules). — Les bénéfices de guerre 599
DELAMARRE (Ach.). — Comment réaliser l'économie maximum de charbon 787
— Les méthodes de labourage par treuils 1017
DESCHAMPS (Louis). — La participation aux bénéfices dans les entreprises de l'État et dans les concessions accordées par l'État, les départements et les communes. 639
DEVAUX-CHARBONNEL. — La contribution des ingénieurs français à la téléphonie à grande distance par câbles souterrains : Vaschy et Barbarat..... 288
DANA (A.-S.). — Voir *Kennelly* (*A.-E.*), *Achard* (*F.-H.*) et *Dana* (*A.-S.*) 46
DOW (J.-S.). — Voir *Gaster* (*Léon*) et *Dow* (*J.-S.*).... 284

DUBOIS (Louis). — La reconstitution industrielle des régions envahies 119
DUBRISAY (René). — Procédé Dubrisay pour l'essai de viscosité des huiles de graissage 1029
DWIGHT (H.-B.). — Répulsion et induction mutuelle des bobines de réaction 614

EISENMENGER (Hugo). — La répartition des frais généraux des usines génératrices en tenant compte du facteur de diversité 106
EMERSON. — Voir *Coblentz* et *Emerson* 773
ERICKSON (C.-J.). — Voir *Wolcott* (*E.-R.*) et *Erickson* (*C.-J.*) 662
ESCARD (Jean). — La technique des procédés actuels de fabrication de l'aluminium 577
— Sur l'utilisation de l'aluminium dans les industries électrique, mécanique, chimique et métallurgique 891
ESPENSCHIED (F.-F.). — Puissances requises par les élévateurs de grains 467
EYDOUX (D.) et CAUSSE (A.). — Aménagement d'ensemble de la vallée d'Aure et de la haute vallée d'Ossau 851

FACCIOLI (G.). — Production de courants polyphasés à l'aide d'un courant monophasé 698
FILLIOL (A.). — Remarques sur l'ordonnance fédérale du 9 décembre 1916 concernant la vérification et le poinçonnage officiels des compteurs d'électricité 557
FISCHER-HINNEN (J.). — Sur les pertes supplémentaires dans le cuivre des machines à courant alternatif 687
FISCHER (Sidney). — Meilleure utilisation de la surcharge imposée aux moteurs à cage d'écureuil.... 954
FLEURY (R. de). — Bibliographie : La production industrielle intensive. Son influence sur le prix de revient 522
FRENCH (N.-R.). — Données quantitatives dans l'électrisation par frottement 1015

GASTER (Léon) et DOW (J.-S.). — Bibliographie : Modern Illuminants and illuminating Engineering 284
GHERARDI (Bancroft). — Sur la transmission téléphonique 417
GIRAULT (Paul). — Sur les essais de polarité dans les transformateurs (*suite*) 1003
GODCHOT (Marcel). — Voir *Charpy* (*Georges*) et *Godchot* (*Marcel*) 187
GODILLOT. — Foyer à combustion méthodique et à chargement mécanique pour tourbe 983
GOLDBERG. — L'industrie électrique en Turquie 104
GOURDOU (Lieutenant). — Bibliographie : Notions pratiques d'électricité. Applications au matériel d'aviation 562
GREEN (E.-C.). — Le développement de l'emploi des détecteurs et leur théorie 971
GUERSCHINOVITCH (B.). — Calcul pratique des lignes de transmission de l'énergie électrique 723
GUIEU (Pierre). — La tourbe et l'industrie électrique. 899, 981, 1022
GUILLAUME (Ch.-Ed.). — Nouvelles recherches sur l'invar 132
GUILLEMINOT (H.). — Nouvel appareil fluorométrique pour le dosage des rayons X 974
GUYE (Ch.-Eug.) et STANCESCU (C.). — Décharge électrique dans les gaz comprimés 420

Digitized by Google

HAWE (G.-W.). — La résistance à haute fréquence des fils isolés à torons multiples.................... 420
HAMÈS (F.). — Les appareils de téléphonie privée à intercommunication directe à boutons automatiques 815
HAUDIÉ (E.). — Théorème de la conservation de la puissance réactive.......................... 1012
HÉGLY (V.-M.). — Sur l'écoulement en déversoir par nappe libre avec contraction latérale............ 163
HELLMUND (R.-E.). — Des phénomènes instantanés qui se produisent dans le moteur asynchrone et de leur rapport avec sa manœuvre.................. 381
HENNEY (H.). — Canalisations aériennes en aluminium 389
HERMINGSEN (E.). — Convertisseurs de phase synchrones.. 659
HUND (August). — Nouvelle méthode pour la détermination de la densité de flux magnétique et de la perméabilité 937

ILIOCIVI (A.). — Théorie rationnelle des enroulements fermés. Schémas simplifiés.................... 845

JACQUES (M.). — L'organisation de la distribution de l'énergie électrique dans les régions libérées...... 481
JACQUOT (R.). — Sur le choix du mode de refroidissement, l'installation et l'entretien des transformateurs statiques.............................. 533
JANET (P.). — Leçons d'électrotechnique générale... 42
JUMAU (J.). — L'industrie des accumulateurs électriques dans son état actuel............... 165, 523

KAY KEGGERREIS. — L'absorption lumineuse dans les appareils d'éclairage. Nécessité des nettoyages fréquents. Détermination graphique de la fréquence des nettoyages.......................... 699
KEITH (William-G.). — L'éclairage des groupes de rues à Chicago.................................. 103
KENNELLY (A.-E.), ACHARD (F.-H.) et DANA (A.-S.). — Recherches expérimentales sur l'effet pelliculaire dans les rails d'acier. 46
KENNELLY (A.-E.) et AFFEL (H.-A.). — Recherches expérimentales sur l'effet pelliculaire dans des conducteurs de forme quelconque aux fréquences comprises entre 10000 et 100000 p : sec.......... 90
KERNN (G.). — Etablissement d'un réseau électrique secondaire en aluminium sur les monts de Lutry.. 313
KŒCHLIN (Maurice). — Conseils pratiques pour la construction des grands postes de transformation à haute tension 617
KOERTING. — Gazogène.................................. 986
KRATZ (A.-P.). — Pertes dans les générateurs de vapeur 822
KUARI (A.). — La nouvelle usine électrique de la ville de Coire.. 466
KUHLMANN (Karl). — Les isolateurs à haute tension.. 646
KURSTEINER. — La nouvelle centrale hydro-électrique de Coire.. 228

LABOUR (E.). — Unification des dimensions 177
LACOIN (Maurice). — L'apprentissage dans les industries mécaniques................................ 545
LAHOUSSE (J.). — Une interprétation physique de l'entropie 845
LAMOTTE (M.). — Les foyers mécaniques........... 739
LEBLANC (Maurice). — Ses travaux scientifiques.... 961
LEBRUN (A.). — La reconstitution industrielle des régions envahies.................................. 240
LEDOUX-LEBARD (R.). — Voir *Ombrédanne (L.)* et *Ledoux-Lebard (R.)*.................................. 202
LEGOUEZ (R.). — Sur la proposition de loi relative à l'extension de la capacité civile des Syndicats.... 235
LEHOUX (E.). — Les usines centrales d'électricité et les économies de combustibles.................... 939
LENNAN (J.-C.-Mac.). — Sur les potentiels d'ionisation des vapeurs et des gaz............................ 1016
LEROY-BROWN (S.). — Un thermomètre calorimétrique à résistance.............................. 211
LÉVY-SALVADOR (P.). — Voir *Maynard (E.)* et *Lévy-Salvador (P.)*.......................... 421, 457, 561
LEWINSON (*Leonard J.*). — Interprétation des résultats obtenus dans les essais effectués sur les lampes à incandescence électriques en régime poussé.... 250
LEWIS-FITCH (Albert). — Force contre-électromotrice dans les soupapes à aluminium 811
LINDLEY (Thompson) et STIGANT (Austin). — Le fonctionnement en parallèle des transformateurs statiques 507, 760
LOURTIES (Victor). — La reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion....... 598
LUCKIESH. — Mesure du facteur de réflexion....... 453

MACKELLAR (J.). — Voir *Maclean-Magnus* et *Mackellar (J.)*.. 767
MACLEAN (Magnus) et MACKELLAR (J.). — Essais sur l'échauffement des machines dynamo-électriques à différentes charges et à différentes vitesses..... 767
MAGNE (Lucien). — Bibliographie : L'art appliqué aux métiers : décor du métal, le cuivre et le bronze 923
MAKOWER (A.-H.) et WUST (A.). — Déphasage dans les transformateurs d'intensité.................. 988
MARRIOT (Robert). — Précautions à prendre pendant le fonctionnement des installations radiotélégraphiques 303
MARTINDALE (E.-H.). — Perturbations du champ affectant la commutation des moteurs et génératrices 809
— Recherche des défauts des induits des machines à collecteur causant une commutation défectueuse. 886
MATHÉ (L.) et BAUDOT (V.). — Bibliographie : Bréviaire du manipulateur radiologiste............ 362
MAUNOURY (Gabriel). — Rapport sur la proposition de résolution tendant à l'interdiction des boissons alcooliques 359
MAYNARD (E.) et LÉVY-SALVADOR (P.). — Aménagement des forces hydrauliques en pays de montagne. Etude comparative de différents types de barrages en maçonnerie mixtes en béton armé et métalliques 421, 457, 561
MILHOUD (A.-S.) — Le poste de transformation de l'usine A. Citroën.............................. 305
MILWAUKEE ELECTRIC RAILWAY AND LIGHT Co. — Développement de la clientèle par des réductions de tarif 105
MOLL (F.). — Etat actuel de la technique de l'imprégnation des poteaux en bois.................. 829
MOND. — Gazogène................................... 985
MONMERQUÉ. — Les distributions d'énergie électrique au point de vue du contrôle administratif........ 395

Digitized by Google

MOUTIER (A.). — Un point d'histoire : Sur l'utilisation du téléphone sur le réseau du chemin de fer du Nord ... 161

MORGAN (J.-D.). — Note sur l'essai des aimants pour magnétos ... 454

MULLER (Robert). — Le charbon, nos besoins et les moyens d'y répondre ... 242

NEESER (R.). — Régulateurs pour turbine hydraulique 716

NORFOLK AND WESTERN RAILWAY. — Types de locomotives électriques ... 57

NOUGUIER (A.). — La distribution électrique monotriphasée ... 403, 443

NORTHON (Arthur). — Les bandages de roues de tramways, leur fabrication et leur entretien ... 785

NORTHRUP (E.-F.) et SCHERWOOD (R.-G.). — Nouvelle méthode pour la mesure de la résistivité des métaux fondus ... 414

NUTTING (P.-G.). — Principes d'un bon éclairage. 372

OMBRÉDANNE (L.) et LEDOUX-LEBARD (R.). — Bibliographie : Localisation et extraction des projectiles 202

PAHIN (Lucien). — Le chemin de fer électrique à récupération de Gergal à Santa-Fé (Espagne) ... 20

PAINE (R.-A.). — Connexion d'un circuit souterrain à une ligne aérienne ... 866

PAWLOWSKI (A.). — Bibliographie : Annuaire de la Houille blanche française ... 924

PEASLEE (W.-D.). — Les isolateurs actuels ... 780

PECTOR (Désiré). — Commerce extérieur du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande en matière électrique ... 151, 189

— Comptoirs d'achats de matières premières ... 429

PENNSYLVANIA RAILROAD. — Types de locomotives électriques ... 99

PHILIPPI (W.). — Équipement électrique des charbonnages de Zanckerode, près de Dresde ... 344

PICOU (R.-V.). — Sur les alternateurs compound. 85, 400

PIRNET (E.). — La spécialisation industrielle des ingénieurs ... 819

PLEIJEL (H.). — Méthode de calcul d'un transformateur téléphonique ... 683

POMEY (J.-B.). — Le principe de relativité ... 203

— Conventions de sens, choix des axes de coordonnées 603

— Sur le calcul d'un transformateur téléphonique. Exposé de la méthode Pleijel ... 683

— Le potentiel vecteur ... 883

RAVEAU (C.). — La surface des indices et la surface de l'onde dans les cristaux magnétiques ... 98

RENAUD (Ch.). — Les banques de l'Est, leur rôle, leur avenir ... 111

RICH (H.-S.). — Installation temporaire de moteur sur aires bétonnées ... 1036

RION. — Four à coke à distillation renversée ... 985

— Gazogène ... 987

ROPER (D.-W.). — La confection des joints de câbles à haute tension ... 513

ROSENFELD (L.). — Faut-il réglementer la présentation des bilans et l'évaluation des postes de l'actif ... 275

— Contrôle des comptabilités. Le rôle des Chartered Accountants en Grande-Bretagne ... 469

— La perception de l'impôt cédulaire au point de vue comptable ... 639

ROTH (Edouard). — Étude sur les pertes supplémentaires dans les barres câblées ... 323, 520

ROUX (G.-P.). — Facteurs déterminant les prix de revient de l'énergie électrique produite sur place et de l'énergie électrique achetée ... 341

RUSS (E.-Fr.). — Les électro-aimants de levage ... 675

RUSSEL (R.-E.). — Le redresseur de courant Tungar. 212

SAGE (R.-S.). — La machine d'extraction de Butte. 992

SAINT-GERMAIN (J.). — Étude sur la durée des démarrages des moteurs à courant continu et d'induction 3

SAMUELS (M.). — L'éclairage de l'appareillage extérieur par projecteurs ... 427

— Perfectionnement des sous-stations aériennes ... 715

SCHAFER (Bela-B.). — Nouvelles installations de transformation à redresseurs à vapeur de mercure de grande puissance ... 571

SCHENKEL. — Méthode générale de calcul des collecteurs de machines à courant alternatif ... 498

SCHERWOOD (R.-G.). — Voir *Northrup (E.-F.)* et *Scherwood (R.-G.)* ... 414

SCOUMANNE (F.). — Note sur la protection des centrales de grande puissance contre les effets destructifs des courts-circuits ... 215, 255

SCOTT (W.-A.). — Les usines génératrices et le réseau de la Montana Power Co ... 824

SCOTT (Kilburn). — Fabrication électrique des nitrates synthétiques ... 906

SOUCY (Jacques de). — La distribution d'électricité et d'eau de la ville de Tananarive ... 133, 169

SOULA (L.-C.). — Une méthode nouvelle d'inscription graphique en physiologie ... 814

SPARRE (Cte de). — Influence de la variation de l'épaisseur des parois sur le coup de bélier dans une conduite forcée ... 1013

STANCESCU (C.). — Voir *Guye (Ch.-Eug.)* et *Stancescu* 420

STEINMETZ (C.-P.). — La réluctivité ... 337

STIGANT (Austen). — Voir *Lindley Thompson* et *Stigant (Austen)* ... 507, 760

STILL (Alfred). — Isolation des transformateurs à très haute tension ... 492

STUBBINGS (W.). — Notes sur les foyers électriques. 390

STRATTON (H.-F.). — Le démarrage automatique des moteurs d'induction à cage d'écureuil ... 951

STRASSER (Ludwig). — Vue d'ensemble sur les accumulateurs ... 952

STRICKLER (A.). — Comparaison entre les dépenses occasionnées par les réseaux de distribution et les dépenses dues à la production du courant dans les usines hydro-électriques de Suisse ... 268

SZARVADY (G.). — Théorème de la conservation de la puissance réactive ... 366

TAILLEFER (André). — Projet de réforme de la législation sur les marques de fabrique et de commerce 433

— Des modifications à apporter à la législation sur la protection des indications d'origine des produits .. 29

— La propriété industrielle et la guerre. Modifications apportées par la guerre aux lois et conventions relatives à la propriété industrielle ... 793

THOMAS (Ralph.-L.). — Prévention des accidents dus au givre sur les lignes à haute tension ... 626

Digitized by Google

Tissot (C.). — Manuel élémentaire de télégraphie sans fil. Bibliographie 122
Tochon (G.). — Le régime légal des chutes d'eau en Italie 593
— La loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques 835
Tournier. — Détermination expérimentale du rendement (machines et chaudières marines) 254
Tumerelle (A.). — La traction électrique sur les canaux 243, 400
Union Electric Light and Power Co of Saint-Louis. — Développement de la clientèle par des réductions de tarifs 105
Valran (Gaston). — L'économie industrielle de la Suisse 315
Vallauri (G.). — Essais comparatifs sur les audions 887
Vernier (C.). — Sur la législation anglaise des « droits de passage » des lignes électriques 239
Vogt (H.). — Sur le calcul symbolique et ses applications à l'intégration des équations différentielles de l'électrotechnique 483, 563, 800
Voronoff (J.). — L'enroulement série et l'enroulement parallèle imbriqué dans les machines à courant continu avec pôles auxiliaires 532
Voss (R. von). — Un nouveau photomètre sphérique pour lampes à incandescence 807
Wagner (Karl-Willy.). — Étude des effets de protection contre les surtensions produites par les bobines de réactance 179
Weaver (F.-C.). — Voir *Brooks (H.-B.)* et *Weaver (F.-C.)* 606
Wechmann. — L'éclairage électrique des signaux d'aiguillage de voie ferrée 631
Weiss (Pierre). — Le magnéton et les sels paramagnétiques dissous 925
Westinghouse (British Co). — Turbo-alternateurs de 10 000 à 20 000 kw 990
Wheelock (Carl.-M.). — Douille flexible pour boîte de coupure 750
Whitehead et Brown. — Rigidité diélectrique de l'air. 129
Whitehorne (Earl.-E.). — Une centrale doit-elle faire l'installation intérieure des habitations? 313
Whitmore Smith (A.). — Retard dans l'aimantation. 575
Wolcott (E.-R.) et Erickson (C.-J.). — Un redresseur à jet d'air pour les courants alternatifs de haute tension 662
Wust (A.). — Voir *Makower (A.-H.)* et *Wust (A.)* 988

REPERTOIRE GEOGRAPHIQUE

Allemagne. — L'industrie électrique en Allemagne. 348
Aure (France, Hautes-Pyrénées). — Aménagement hydraulique de la vallée d'Aure (*D. Eydoux* et *A. Causse*) 852
Aurora (États-Unis, Illinois). — L'usine génératrice de la Western United Gas and Electric Company. 465
Bakou (Russie). — Les installations de la Société Force électrique de Bakou 215
Buffalo (États-Unis). — La station à vapeur de 210 000 kw 385
Buffalo-Niagara Falls (États-Unis). — Nouvelle ligne de traction à grande vitesse entre Buffalo et Niagara Falls 350
Butte (États-Unis). — La nouvelle machine d'extraction de Butte 992
Canton (États-Unis). — Sous-station réceptrice (*F.-H. Bernhard*) 586
Chicago (États-Unis). — L'éclairage des groupes de rues 103
Coire (Italie). — La nouvelle usine électrique de la ville de Coire (*A. Kuori*) 228, 466
Espagne. — Le chemin de fer électrique à récupération de Gergal à Santa-Fé 20
Essex (États-Unis). — La nouvelle usine génératrice pour les services publics de traction 863
Grande-Bretagne et Irlande. — Commerce extérieur en matériel électrique, d'après les statistiques douanières, pour les années 1912, 1913, 1914 et 1915 (*Désiré Pector*) 151, 189
Londres (Grande-Bretagne). — Extension de la ligne des tramways Baker-Street-Waterloo and London North Western 150
Lutry (Suisse). — Établissement d'un réseau électrique secondaire en aluminium 313
Milan (Italie). — Les nouvelles installations du réseau téléphonique de Milan 629
Montana (États-Unis). — Les usines génératrices et le réseau de la Montana Power Co (*W.-A. Scott*). 824
Ossau (France, Basses-Pyrénées). — Aménagement hydraulique de la haute vallée d'Ossau (*D. Eydoux* et *A. Causse*) 855
Porjus (Suède). — L'usine hydro-électrique de Porjus 663
Rhône (France). — Utilisation des forces motrices du Rhône 66
Rabat (Maroc). — Foire de vente et d'échantillons de septembre 1917 273
Tananarive (Madagascar). — La distribution d'électricité et d'eau de la ville de Tananarive... 133, 169
Turquie. — L'industrie électrique en Turquie (*Golbderg*) 104
Windsor (États-Unis). — La nouvelle centrale de Windsor (*F.-H. Bernhard*) 542
Zanckerode (Allemagne). — Équipement électrique des charbonnages de Zanckerode, près de Dresde 344

Digitized by Google

INDEX DES ANNONCES

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE

Accumulateurs.

Dinin (Alfred), 18, route de Cherbourg, Nanterre (Seine).

Fulmen (Accumulateurs), 18, Quai de Clichy, Clichy (Seine).

Gadot (Paul), Porte Champerret, Levallois (Seine).

Heinz, 2, rue Tronchet, Paris (9e).

Paris-Rhone, 41, rue du Chemin-de-Saint-Priest, Lyon-Monplaisir et 10, rue Auber, Paris (9e).

Société Gramme, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Société pour le Travail Electrique des Métaux, 26, rue Laffitte, Paris (9e).

Tudor, 26, rue de la Bienfaisance, Paris (8e).

Appareillage électrique.

Asea (Société Suédoise d'électricité), Vasteras (Suède) et 54, faubourg Montmartre, Paris (9e).

Ateliers de Constructions Electriques de Delle, 28, boul. de Strasbourg, Paris (10e).

Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est, Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Cadiot, 31, rue de Maubeuge, Paris (10e).

Compagnie Électro-Mécanique, 12, rue Portalis (8e).

Compagnie Générale Electrique de Nancy, rue Oberlin, Nancy (M.-et-M.)

Compagnie Générale d'Electricité, 54, rue La Boétie, Paris (8e).

Construction électrique (Société de), 67, rue Molière, Lyon (Rhône).

Dapsses (Établissements A.), 34, 51, 53, rue Lafaurie-de-Monthadon, Bordeaux (Gironde).

Delafon (Vve), 82, Boul. Richard-Lenoir, Paris (11e).

Demoly (E.), 43, rue de Trévise, Paris (9e).

Éclairage Électrique (L'), 8, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

Légé (Société de fourniture générale pour l'Électricité), 75, avenue de la République, Paris (2e).

Électricité et Électromécanique, 17 rue Dieu, Paris (10e).

Fink et Joras, 21, rue Edouard-Nieuport, Suresnes (Seine).

Gardy, 23, rue de la Voie-des-Bancs, Argenteuil (Seine).

General Electric de France, 10, rue Rodier, Paris (9e).

Genteur (Appareillage électrique), 122, avenue Philippe-Auguste, Paris (11e).

Grivolas (Appareillage Electrique), 16, rue Montgolfier, Paris (3e).

Hediger (Jean), 47, rue de Paradis, Paris (10e).

Heldt-Deydier et Cie, 2, rue de la République, Paris (11e).

Isenthal et Compagnie, Denzil Works, Willesden, London N. W. 10.

Japy frères, Beaumont (Haut-Rhin), 7, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).

Lacroix et Martin, Acacias, près de Genève (Suisse).

Legendre frères, 27, rue Saint-Fargeau, Paris (20e).

Logut (Établissements H.), 7-9, cité Delassalle, Lyon-Charpennes (Rhône).

L. P. S. Electrical Company, 14, Howick Place, Westminster, Londres (Angleterre).

Maljournal et Bourron, 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

Manufacture d'Appareillage Électrique spécial, Trévoux (Ain).

Movo S. A., 10, rue du Jura, Vevay (Suisse).

Paris-Rhone, 41, rue du Chemin-de-Saint-Priest, Lyon-Monplaisir (Rhône), et 10, rue Auber, Paris (9e).

Patay (Constructions électriques), 48, rue Corne-de-Cerf, Lyon (Rhône).

Pichon-Pacault, 20, rue du Télégraphe, Paris (20e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société Alsacienne de Constructions mécaniques Belfort (Haut-Rhin), et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Société d'Electricité Mors, 28, rue de la Bienfaisance (8e).

Société Gramme, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Société Industrielle des Téléphones, 25, rue du 4-Septembre (2e).

Thomson-Houston (Compagnie française pour l'exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

Vedovelli et Priestley, 14, rue Taitbout, Paris (9e).

Westinghouse, 7, rue de Liége, Paris (9e).

Wittmer (G.), Seloncourt (Doubs).

Charbons pour Balais et Lampes électriques.

Compagnie des Charbons Fabius-Henrion, 56, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

Compagnie Française des Charbons pour l'électricité, avenue Jules-Quentin, Nanterre (Seine).

Compagnie Générale Electrique de Nancy, rue Oberlin, Nancy (M.-et M.)

Le Carbone, 12 et 33, rue de Lorraine, Levallois (Seine).

Condensateurs.

Berthoud-Borel (Société Française des Câbles, Système), 41, chemin du Pré-Gaudry, Lyon (Rhône).

Manufacture d'Appareillage Électrique spécial, 7, rue Mazagran, Lyon (Rhône).

Société Générale de Condensateurs Electriques, Fribourg (Suisse) et 73, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris (6e).

Varret et Collot (Société des Établissements), 7, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Construction électrique et mécanique.

Aebi (F.), à Zurich-Altstetten (Suisse).

Asea (Société Suédoise d'électricité), Vasteras (Suède), 54, faubourg Montmartre, Paris (9e).

Ateliers Électriques de Saint-Ouen, 13, rue de Clichy (Saint-Ouen).

Digitized by Google

Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est, Jeumont (Nord), 75, boul. Haussmann, Paris (8e).

Bonnet-Spazin (Ateliers), 11, quai de l'Industrie, Lyon (Rhône).

Bouchayer et Viallet (Etablissements), 105, cours Berriat, Grenoble (Isère)

Bréguet (Maison), 34, rue de Châteaudun, Paris, (9e).

Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e).

Compagnie Générale d'Electricité, 54, rue La Boétie, Paris (8e).

Compagnie Générale Electrique de Nancy, rue Oberlin, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Construction électrique (Société de), 67, rue Molière, Lyon (Rhône)

Couffinhal (L.), 60, rue de Roanne, Saint-Etienne (Loire).

Cuénod (H.), (Société Anonyme), Châtelaine, près Genève (Suisse).

Delachaux (C.), 32, quai de Seine, Saint-Ouen (Seine).

Eclairage Electrique (L'), 8, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

Escher, Wyss et Cie, Zurich (Suisse) et 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Fink et Joras, 21, rue Edouard-Nieuport, Suresnes (Seine).

Fives-Lille, 64, rue Caumartin, Paris (8e).

Fonderies et Ateliers de Constructions de Fourchambault et la Pique 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, Saint-Chamond (Loire) et 98, rue de la Victoire, Paris (9e).

Grammont (Établissements), Pont-de-Chéruy (Isère).

Heiser (G.), (Ateliers), 34, rue Carnot, Suresnes.

Isnard (Maxence), 36, avenue d'Alsace-Lorraine, Grenoble (Isère).

Japy, frères, Beaucourt (Haut-Rhin), 7, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).

Leflaive et Cie, Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (10e).

Legendre Frères, 37, rue Saint-Fargeau, Paris, (20e).

Oerlikon (Société), Suisse et 9, rue Pillet-Will, Paris (9e).

Paris-Rhone, 10, rue Auber, Paris (9e).

Patay (Construction électrique), 48, rue Corne-de-Cerf, Lyon (Rhône).

Peugeot, 71, Avenue de la Grande-Armée, Paris (17e).

Renault (L.), 15, rue Gustave-Sandoz, Billancourt (Seine).

Sautter-Harlé (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Société Anonyme des Usines d'Ornans, Ornans (Doubs).

Société de Construction et de Location d'Appareils de levage, 78, rue Vitruve, Paris (20e).

Société de Constructions Mécaniques « Gallia », 13, Chemin Guilloud, Lyon.

Société Gramme, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Société des Moteurs a Gaz et d'Industrie Mécanique, 135, rue de la Convention, Paris (15e).

Société des Moteurs Salmson, 3, avenue des Moulineaux, Billancourt (Seine).

Thévenin (J.-M.), 122-124, faubourg Saint-Martin, Paris (10e).

Thomson-Houston (Compagnie française pour l'exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

Wagner et Cie, 5, rue Victor-de-Laprade, Saint-Etienne (Loire).

Westinghouse (Société anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

Weyher et Richemond (Anciens Établissements), 52, route d'Aubervilliers, Pantin.

Magnétos.

Lavalette, 175, avenue de Choisy, Paris (13e).

Nilmelior (Société), 51, rue Lacordaire, Paris (15e).

Matériel neuf et d'occasion.

Bouillet (P.), 156, rue de Vanves, Paris (14e).

Compagnie Universelle Electrique, 37, rue de Bagnolet, Paris (20e).

Isnard (Maxence), 36, avenue d'Alsace-Lorraine, Grenoble (Isère).

Langrand (G.), (Etablissements), 256 *bis*, boul. Saint-Martin, Paris (10e).

Messmer (Alexandre), 93, boulevard Diderot, Paris (12e).

Pupat et Cie, 20, rue La Flize, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Roussel, 1, rue Broussais, Paris (14e).

Thévenin (J.-M.), 122-124, faubourg Saint-Martin, Paris (10e).

Piles électriques.

Delafon (P.), 82, boul. Richard-Lenoir, Paris (11e).

Le Carbone, 12 et 33, rue de Lorraine, Levallois (Seine)

Thomson-Houston (Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

MESURES ET COMPTAGE

Appareils de Mesure.

Cadiot (M.), 31, rue de Maubeuge, Paris (10e).

Carpentier (J.), 20, rue Delambre, Paris (14e).

Chauvin et Arnoux, 186, rue Championnet, Paris (18e).

Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines a Gaz, 18, boul. de Vaugirard, Paris (15e).

Demoly, 43, rue de Trévise, Paris (9e).

Garnier, 23-25, rue Cavenne, Lyon (Rhône).

Graindorge, 4, rue du Borrego, Paris (20e).

Jaquet (James), (Société Anonyme), Bâle (Suisse).

Maljournal et Bourron, 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

Otto Billand, Saint-Imier (Suisse).

Poulenc frères (Établissements), 122, boulevard Saint-Germain, Paris (6e) et 92, rue Vieille-du-Temple, Paris (4e)

Richard (J.), 25, rue Mélingue, Paris (19e).

Société Anonyme Lombarde C.G.S. (Anciennement Olivetti et Cie), 25, rue Pasquier, Paris (8e).

Société Gramme, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Trub, Tauber et Cie, 36, boul. de la Bastille, Paris (12e).

Westinghouse (Société anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

Compteurs électriques.

Compagnie Anonyme Continentale pour la Fabrication des Compteurs a Gaz et autres appareils, 9, rue Pétrelle, Paris (9e).

Compagnie de Construction Electrique, 44, rue du Docteur-Lombard, Issy-les-Moulineaux (Seine).

Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines a gaz, 18, boul. de Vaugirard, Paris (6e).

Garnier, 23, rue Cavenne, Lyon (Rhône).

Digitized by Google

JAPY FRÈRES ET Cie, Beaucourt (Haut-Rhin) et 7, rue du Château-d'Eau, Paris (10e).

LANDIS ET GYR, 12, rue Lapeyrère, Paris (18e).

WESTINGHOUSE (Société Anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

WITTMER (G.), Seloncourt (Doubs).

MATÉRIEL POUR LIGNES DE DISTRIBUTION

Cables et Fils électriques.

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DU NORD ET DE L'EST, Jeumont (Nord) et 75, boul. Haussmann, Paris (8e).

BERTHOUD, BOREL ET Cie, 41, Chemin du Pré-Gaudry, Lyon (Rhône).

CONNOLLY BROTHERS LTD, Vale Mills, Blackley-Manchester (Angleterre).

EFGÉ (Société de fourniture générale pour l'électricité), 75, avenue de la République, Paris (11e).

GEOFFROY ET DELORE, 28, rue des Chasses, Clichy (Seine).

GRAMMONT (A.) (Établissements), Pont-de-Chéruy (Isère).

INDIA RUBBER GUTTA-PERCHA AND TELEGRAPHS WORKS, Persan (Seine-et-Oise).

MENG (Établissements), 80, rue Bolivar, Paris (19e).

PIRELLI ET Cie, Milan (Italie).

SEGHERS (Ad.), 7, rue Scribe, Paris (9e).

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ÉLECTRO-CABLE, 2, rue de Penthièvre, Paris (8e).

SOCIÉTÉ ÉLECTRO-MÉTALLURGIQUE DE DIVES, 11 *bis*, rue Roquépine, Paris (8e).

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).

TRÉFILERIES ET LAMINOIRS DU HAVRE, 29, rue de Londres, Paris (9e).

Isolateurs et Isolants.

CADIOT (Marcel), 31, rue de Maubeuge, Paris (10e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ, 54, rue la Boétie, Paris (8e).

DEMOLY (Ernest), 43, rue de Trévise, Paris (9e).

EFGÉ (Société de fourniture générale pour l'électricité), 75, avenue de la République, Paris (11e).

HAEFELY et Cie (E.), à Bâle (Suisse).

JEANTET MORARD (P.) ET Cie, Saint-Claude (Jura).

JOLY (Émile) ET Cie, 91, rue Lafayette, Paris (10e).

LASSAT (Henri), 130, avenue Parmentier, Paris (11e).

MALJOURNAL ET BOURRON (Établissements), 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

PARVILLÉE FRÈRES (Anciens Établissements), 56, rue de la Victoire, Paris (9e).

PIRELLI ET Cie, Milan (Italie).

RADIGUET (H.-L.), 32, faubourg Mont-Jovis, Limoges (Haute-Vienne).

WEIDMANN, Rapperswil (Suisse).

Pylônes.

BOUCHAYER ET VIALLET, 145, cours Berriat, Grenoble (Isère) et 124, rue la Boétie, Paris (8e).

LEFLAIVE ET Cie (Forges et Aciéries de la Chaléassière), Saint-Étienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ D'APPLICATION DU BÉTON ARMÉ, 26 *bis*, rue d'Astorg, Paris (10e).

INSTALLATIONS ET ENTREPRISES ÉLECTRIQUES

COMPAGNIE D'ENTREPRISES HYDRAULIQUES ET TRAVAUX PUBLICS, 90, rue de la Victoire, Paris (9e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ENTREPRISES ÉLECTRIQUES, 20, rue du Laos, Paris (15e) et 295, avenue Jean-Jaurès, Lyon (Rhône).

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TRAVAUX D'ÉCLAIRAGE ET DE FORCE (Anciens Établissements Clémançon), 23, rue Lamartine, Paris (9e).

DEVILAINE ET ROUGÉ (Établissements), 4, rue Casimir-Delavigne, Paris (6e).

ÉLECTRO-ENTREPRISE, 46, rue du Rocher, Paris (8e).

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES, 11 et 13, rue de Belsunce, Paris (10e).

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ MORS, 28, rue de la Bienfaisance (8e).

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES, 56, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

SOCIÉTÉ DES GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE, 90, rue de la Victoire, Paris (9e).

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

ÉCLAIRAGE ET CHAUFFAGE

COMPAGNIE DES CHARBONS FABIUS HENRION, 56, faubourg Saint-Honoré, Paris (8e).

COMPAGNIE FRANÇAISE POUR LA FABRICATION DES LAMPES ÉLECTRIQUES A INCANDESCENCE, 36, rue Godot-de-Mauroi, Paris (9e).

COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ, 54, rue la Boétie, Paris (8e).

EYQUEM (Société de la Dynamo Phare), 112, rue de Cormeille, Levallois (Seine).

GRAMMONT (Établissements A.), Pont-de-Chéruy (Isère).

LACARRIÈRE (Société), 48, rue de la Victoire, Paris (9e).

THOMSON-HOUSTON (Société Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

VISSEAUX (J.), 87, quai Pierre-Scize, Lyon (Rhône).

WESTINGHOUSE COOPER HEWITT, 11, rue du Pont, Suresnes (Seine).

WESTINGHOUSE (Société Anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

Accessoires pour l'Éclairage.

DARSSES (Établissements A.), 34, 51, 53, rue Lafaurie-de-Montbadon, Bordeaux (Gironde).

EFGÉ (Société de fourniture générale pour l'Électricité), 75, avenue de la République, Paris (11e).

GIRARDIN (A.), 29, rue Grange-aux-Belles, Paris (10e).

HEDIGER (Jean), 47, rue de Paradis, Paris (10e).

HELDT-DEYDIER ET Cie, 2, rue de la République, Lyon (Rhône).

METTETAL (Émile), 17 et 19, rue Beautreillis, Paris (4e).

Chauffage et Cuisine électriques.

FOX (Georges), 24, rue Victor-Hugo, Lyon (Rhône).

GENERAL ELECTRIC DE FRANCE Ltd, 10 et 12, rue Rodier (9e).

HEDIGER, 47, rue de Paradis, Paris (10e).

PARVILLÉE FRÈRES (Anciens établissements), 56, rue de la Victoire, Paris (9e).

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

BONNET-SPAZIN (Ateliers), Lyon (Rhône).

GRAMMONT (A.), (Établissements), Pont-de-Chéruy (Isère).

MALJOURNAL ET BOURRON (Établissements), 128, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

SCHNEIDER ET Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

SOCIÉTÉ DES CARBURES MÉTALLIQUES, Notre-Dame-de-Briançon et Saint-Avre-la-Chambre (Savoie)

Digitized by Google

Thomson-Houston (Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

LEVAGE ET MANUTENTION

Appareils de levage et de manutention.

Asea (Société Suédoise d'électricité), Vasteras (Suède), 54, faubourg Montmartre, Paris (9e).

Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e).

Couffinhal, Saint-Etienne (Loire).

Diémer (Ateliers), 9, quai René-II, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Fives-Lille (Compagnie de), 64, rue Caumartin, Paris (8e).

Fonderies et Ateliers de Constructions de Fourchambault et la Pique, 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

Leflaive et Cie, Saint-Etienne, 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

Oerlikon (Société), 9, rue Pillet-Will, Paris (9e).

Sautter-Harlé, 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Société de Construction et de Location d'appareils de levage, 78, rue Vitruve, Paris (20e).

Société de Constructions Mécaniques « Gallia », 13 et 15, Chemin Guilleud, Lyon (Rhône).

Société Gramme, 26, rue d'Hautpoul, Paris (19e).

Thomson-Houston (Compagnie française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

Westinghouse (Société anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

MINES

Matériel pour Mines.

Arbel (Etablissements), 24, rue du Rocher, Paris (8e).

Ateliers de Constructions Electriques du Nord et de l'Est, Jeumont (Nord) et 75, Boul. Haussmann, Paris (8e).

Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e).

Couffinhal (Laurent), Saint-Etienne (Loire).

Leflaive et Cie (Forges et Aciéries de la Chaléassière) Saint-Etienne (Loire), 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Thomson-Houston (Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

Westinghouse (Société Anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

MATÉRIEL RADIOMÉTALLOGRAPHIQUE

Pilon H. (Société Anonyme des Établissements), 53, rue de Paris, Asnières (Seine).

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

Télégraphie.

Mettetal (Emile), 17 et 19, rue Beautreillis, Paris (4e).

Thomson-Houston (Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

Télégraphie sans fil.

Chaudet, 21 *bis*, rue d'Armaillé, Paris (17e).

Compagnie Générale de Radiotélégraphie, 65, boul. Haussmann, Paris (8e).

Societa Anonima Breveti A. Perego, 10, Via Salaino, Milan (Italie).

Société des Télégraphes Multiplex, 57, rue de Vanves, Paris (14e).

Société Française Radio-Electrique, 10, rue Auber, Paris (9e).

Téléphonie.

Bréguet (Maison), 19, rue Didot, Paris (14e).

Chaudet (A.-L.), 21 *bis*, rue d'Armaillé, Paris (17e).

Eurieult (Victor), 123, rue de Grenelle, Paris (7e).

Matériel Téléphonique (Le), 46, avenue de Breteuil, Paris (15e).

Mettetal (Emile), 17 et 19, rue Beautreillis, Paris (4e).

Pernet (Albert), 16, rue des Minimes, Paris (3e).

Picart-Lebas (Société des Téléphones, Système), 46, rue Richer, Paris (9e).

Societa Anonima Breveti A. Perego, 10, Via Salaino, Milan (Italie).

Société Industrielle des Téléphones, 25, rue du 4-Septembre, Paris (2e).

Téléphones Le Las, 131, rue de Vaugirard, Paris (15e)

Thomson-Houston (Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

TRACTION

Traction électrique.

Asea (Société Suédoise d'Electricité), Vasteras (Suède), et 54, faubourg Montmartre, Paris (9e).

Ateliers de Constructions Electriques du Nord et de l'Est, Jeumont (Nord) et 75, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e).

Delachaux (C.), 32, quai de Seine, Saint-Ouen (Seine).

Fives-Lille (Compagnie de), 64, rue Caumartin, Paris (8e).

Fonderies et Ateliers de Constructions de Fourchambault et La Pique (Société des), 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

Hillairet et Huguet, 22, rue Vicq-d'Azir, Paris (10e).

Oerlikon (Société), 9, rue Pillet-Will, Paris (9e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris, (8e).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Thomson-Houston (Compagnie Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

Westinghouse (Société Anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

Appareillage pour la Traction.

Demoly (Ernest), 43, rue de Trévise, Paris (9e).

Maljournal et Bourron (Etablissements), 128, rue Thiers, Lyon (Rhône).

Vedovelli et Priestley, 14, rue Taitbout, Paris (9e).

Matériel roulant pour Chemins de fer.

Aciéries et Forges de Firminy (Société Anonyme des), 79, rue de Monceau, Paris (8e).

Arbel (Etablissements), 24, rue du Rocher, Paris (8e).

Fives-Lille (Compagnie), 54, rue Caumartin, Paris (8e).

Pidwell (A.-W.), 23, boulevard Malesherbes, Paris (8e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Digitized by Google

Signaux et Enclenchement pour Chemins de Fer.

Société d'Électricité Mors, 28, rue de la Bienfaisance, Paris, (8e).

MACHINES MOTRICES

MACHINES HYDRAULIQUES

Conduites forcées.

Bonnet-Spazin (Ateliers), Lyon (Rhône).

Bouchayer et Viallet, 155, Cours Berriat, Grenoble (Isère).

Leflaive et Cie (Forges et Ateliers de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

Turbines hydrauliques.

Escher, Wyss et Cie, Zurich (Suisse) et 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Labéguerie frères, Dax (Landes).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

MACHINES A GAZ A EXPLOSION ET A COMBUSTION INTERNE

Gazogènes.

Diény et Lucas, 50, rue Taitbout, Paris (9e).

Société de Moteurs a gaz et d'Industrie mécanique, 13, rue de la Convention, Paris (15e).

Stein et Cie (Ch.-M.), 3, rue d'Edimbourg, Paris (8e).

Moteurs.

Compagnie Française des Moteurs « National », 138, boulevard Richard-Lenoir (11e).

Delaunay-Belleville (Etablissements), St-Denis (Seine).

Diény et Lucas, 50, rue Taitbout, Paris (9e).

Kater et Ankersmit, 39, avenue de Villiers, Paris (17e).

Leflaive et Cie (Forges et Ateliers de la Chaléassière, Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

Peugeot (Société anonyme des Automobiles et Cycles), 71, avenue de la Grande-Armée, Paris (17e).

Renault (L.), 15, rue Gustave-Sandoz, Billancourt (Seine).

Salmson (Société des Moteurs), Billancourt (Seine).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Société de Moteurs a gaz et d'Industrie Mécanique, 135, rue de la Convention, Paris (15e).

Société des Moteurs Chaléassière, Saint-Etienne (Loire).

Westinghouse (Société anonyme), 7, rue de Liége, Paris (8e).

MACHINES A VAPEUR

Chaudières.

Bonnet-Spazin (Ateliers), Lyon (Rhône).

Bouchayer et Viallet, 155, Cours Berriat, Grenoble (Isère).

Delaunay-Belleville (Etablissements), St-Denis (Seine).

Escher, Wyss et Cie, Zurich (Suisse), 32, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Fonderies et Ateliers de la Courneuve, 6, rue de Laferrière, Paris (9e).

Leflaive et Cie (Forges et Aciéries de la Chaléassière) Saint-Etienne, 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Accessoires pour chaudières.

Foyers Automatiques (Société Anonyme des), 31, place Saint-Ferdinand, Paris (17e).

Hopkinson et Cie Ltd Huddersfield (Angleterre) et 94, rue Saint-Lazare, Paris (9e).

Thomson-Houston (Compagnie Française pour l'exploitation des Procédés), 10 rue de Londres, Paris (9e).

Tirage mécanique.

Leroy (Etablissements), 30, rue Berthollet, Paris (5e).

Prat (L.), 29, rue de l'Arcade, Paris (8e).

Machines à vapeur.

Bonnet-Spazin (Ateliers), Lyon (Rhône).

Delaunay-Belleville (Etablissements), à Saint-Denis (Seine).

Fives-Lille (Compagnie de), 54, rue Caumartin, Paris (8e).

Leflaive et Cie (Forges et Ateliers de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

Sautter Harlé (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris, (8e).

Weyher et Richemond (Anciens Etablissements), 52, route d'Aubervilliers, Pantin (Seine).

Turbines à vapeur.

Bréguet, 19, rue Didot, Paris (14e).

Compagnie Electro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e).

Escher, Wyss et Cie, 39, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Fives-Lille (Compagnie), rue Caumartin, Paris (8e).

Leflaive et Cie (Forges et Ateliers de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

Oerlikon (Société) Suisse), 9, rue Pillet-Will, Paris (9e).

Sautter-Harlé, 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Thomson-Houston (Société Française pour l'Exploitation des Procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

Westinghouse (Société Anonyme), 7, rue de Liége, Paris (9e).

MATIÈRES PREMIÈRES ET OUTILLAGE

Courroies et Transmission.

Pupat et Cie, 20, rue La Flize, Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Wanner (Etablissements), 67, avenue de la République, Paris (11e).

Wyss et Cie, Seloncourt (Doubs).

Décolletage.

Fabrique de Vis de Nyon (Société Anonyme), Nyon (Suisse).

Mettetal (E.), 17, rue Beautreillis, Paris (4e).

Wittmer (G.), Seloncourt (Doubs).

Zisset et Perrelet, 15, rue Bel-Air, La Chaux-de-Fonds (Suisse).

Ferrures.

Jacquemard (Jean), La Ricamarie (Loire).

Joly (Émile) et Cie, 91, rue Lafayette, Paris (10e).

Digitized by Google

Maljournal et Bourron (Établissements), 218, avenue Thiers, Lyon (Rhône).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris, (8e).

Fours Industriels.
Matériel pour Forges et Fonderies.

Ateliers « Air et Feu », Argenteuil (Seine-et-Oise).

Stein et Cie (Ch. M), 3, rue d'Edimbourg, Paris (8e).

Glaces, Verres et Verrerie.

Poulenc Frères (Établissements), 122, boulevard Saint-Germain, Paris (6e) et 92, rue Vieille-du-Temple, Paris (4e).

L. Taulin et Cie, 7, rue de Nemours, Paris (11e).

Huiles pour Machines et Appareils Électriques.

Bussiller (J.), 45, rue Raoul-Servant, Lyon (Rhône).

Vacuum Oil et Cie, 34, rue du Louvre, Paris (2e).

Machines-outils, Outillage.

Aciéries et Forges de Firminy (Société Anonyme des), 79, rue de Monceau, Paris (8e).

Aebi (Frédéric), Zurich Altstetten (Suisse).

Bliss et Cie, 6, rue des Bateliers, Saint-Ouen (Seine).

Boisselot (Ateliers Ch.), 104, rue Castagnary, Paris (15e).

Cadiot (Marcel), 31, rue de Maubeuge, Paris (10e).

Compagnie Française Nationale, 138, boul. Richard-Lenoir, Paris (11e).

Couffinhal, Saint-Etienne (Loire).

Eclairage Électrique (L'), 8, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

Electricité et Électromécanique, 17, rue Dieu, Paris (10e).

Ernault (H.), 169, rue d'Alésia, Paris (14e).

Fabrique Parisienne de Mèches Américaines et d'Outillage de Précision, 33, avenue Victor-Hugo, Paris (16e).

Fenwick frères et Cie (Société Anonyme des Établissements), 8, rue de Rocroy, Paris (10e) et 112, boulevard des Belges, Lyon (Rhône).

Gmur et Cie, Schaenis (Suisse).

Joly (Émile) et Cie, 91, rue Lafayette, Paris (10e).

Leflaive et Cie (Forges et Ateliers de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

Pidwell (A.-W.), 23, boulevard Malesherbes, Paris (8e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Société Anonyme Alfred Herbert, 47, boulevard Magenta, Paris (10e).

Société des Moteurs Salmson, Billancourt (Seine).

S. O. M. U. A. (Société d'Outillage Mécanique et d'Usinage d'Artillerie), 19, avenue de la Gare, Saint-Ouen (Seine).

Voumard (Albert), Tramelan (Suisse).

Wagner et Cie, 5, rue Victor-de-Laprade, Saint-Etienne (Loire).

Métallurgie.

Aciéries et Forges de Firminy (Société Anonyme des), 79, rue de Monceau, Paris (3e).

Arbel, 24, rue du Rocher, Paris (8e).

Collinet (Fonderies), 29, rue des Montibœufs, Paris (20e).

Collinet (Maison), 9, rue Denfert-Rochereau, Paris (14e).

Comptoir industriel d'Etirage et Profilage des métaux, 107, 109, 111, 113, avenue Philippe-Auguste, Paris (11e).

A. Durenne (Société anonyme des établissements métallurgiques), 26, rue du Faubourg-Poissonnière, Paris (9e).

Fonderies Havraises, 40, rue Demidoff, Le Havre.

Girod (Paul), (Compagnie des Forges et Aciéries électriques), Ugine (Savoie).

Pidwell (A.-W.), 23, boulevard Malesherbes, Paris (8e).

Métaux électrolytiques.

Girod (Paul) (Compagnie des Forges et Aciéries électriques), Ugines (Savoie).

Société d'Electro-Métallurgie de Dives, 11 *bis*, rue Requépine, Paris (8e).

Société Électro-Métallurgique française, Froges (Isère) et 109, boulevard Haussmann, Paris (8e).

Peintures.

Société Générale des Peintures Ferrosoter, 2, rue Corneille, Marseille (Bouches-du-Rhône).

Produits chimiques.

Poulenc Frères (Établissements), 122, boulevard Saint-Germain, Paris (6e) et 92, rue Vieille-du-Temple, Paris (4e)

Société d'Electro-Chimie, 2, rue Blanche, Paris (9e).

Roulements à billes.

Société S. K. F., rue de la Gare, Levallois (Seine).

Ventilateurs et Machines soufflantes.

Cadiot (Marcel), 31, rue de Maubeuge, Paris (10e).

Compagnie Électro-Mécanique, 12, rue Portalis, Paris (8e).

Couffinhal (Laurent), Saint-Etienne (Loire).

Gmur et Cie, Schaenis (Suisse).

Leflaive et Cie (Forges et Aciéries de la Chaléassière), Saint-Etienne (Loire) et 78, rue d'Anjou, Paris (8e).

Leroy (Etablissements), 30, rue Berthollet, Paris (5e).

Sautter Harlé (Anciens Etablissements), 26, avenue de Suffren, Paris (15e).

Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris (8e).

Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort (Haut-Rhin) et 4, rue de Vienne, Paris (8e).

Thomson-Houston (Société Française pour l'Exploitation des procédés), 10, rue de Londres, Paris (9e).

DIVERS

Assurances.

Lloyd de France, 39, rue de Cambon, Paris (1er).

F. Piel (gendre) et J.-A. Lièvre, 27, rue de Châteaudun, Paris (9e).

Le Soleil, 23, rue de Mogador, Paris (9e).

Renseignements commerciaux.

Leblanc, 10, place des Victoires, Paris (2e).

Produits de Pharmacie.

Goménol (Laboratoire des produits du), 17, rue Ambroise Thomas, Paris (9e).

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 RGE **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879 1916**

DIRECTEUR : J. **BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. TOME II. — N° 1. 7 JUILLET 1917.

Chronique. — Nécrologie : Maurice Piaton. — L'application du système décimal métrique dans les catalogues commerciaux. — Acheteurs... méfiez-vous, p. 1 et 2.

Section scientifique et technique. — Etude sur la durée des démarrages des moteurs à courant continu et d'induction, par J. SAINT-GERMAIN, p. 3. — L'effet couronne et la rectification du courant dans l'hydrogène, par P. L., p. 7. — Revues, analyses et informations : Propriétés comparées des antennes basses et des antennes élevées en télégraphie et en téléphonie sans fil, p. 11.

Section industrielle. — Direction du mouvement des trains par le téléphone aux Etats-Unis, par M. CASAMASSIMA, p. 13. — Le chemin de fer électrique à récupération, de Gergal à Santa-Fé (Espagne), par Lucien PAHIN, p. 20. — Revues, analyses et informations : Un nouvel appareil électrique pour le chauffage rapide des liquides, p. 24; L'application du système décimal métrique dans le commerce de la quincaillerie, p. 25.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Comité central des Houillères de France, p. 27; Compagnie des Tramways de Tunis, p 27; Société du Gaz et de l'Electricité de Marseille, p. 28.

Section de législation. — Des modifications à apporter à la législation sur la protection des indications d'origine des produits, par André TAILLEFER, p. 29. — Législation, jurisprudence, réglementation. — Redevances pour lignes téléphoniques installées pour la sécurité des lignes et réseaux de transmission d'énergie électrique, p. 37; Le recensement industriel, p. 38; La mise en exploitation des tourbières, p. 39; Décret portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne, p 39; Décret rapportant les dispositions du décret du 19 février 1917, portant organisation du personnel de la télégraphie sans fil aux colonies, p. 40; Désignation des membres de la Commission de la tourbe, p. 40.

Nécrologie : Maurice Piaton. — L'industrie du gaz et l'industrie électrique viennent d'éprouver une lourde perte en la personne de Maurice Piaton, décédé à Lyon, le 31 mai dernier.

M. Maurice Piaton était entré à l'École polytechnique en 1873, puis à l'École nationale supérieure des mines; à sa sortie de cette dernière École, il entra comme ingénieur à la Compagnie des mines de Roche-la-Molière, dont il présida plus tard le Conseil d'administration. A partir de 1880, il se consacra entièrement à l'industrie gazière, et devint un spécialiste de la plus grande valeur dans la création et l'administration des Compagnies d'éclairage par le gaz. Il fut un des premiers à comprendre la collaboration intime qui doit exister entre les exploitations gazières et électriques. Hydraulicien émérite, M. Maurice Piaton équipa de nombreuses usines hydro-électriques.

Membre de la Société technique du gaz en 1881, il fut nommé membre du Comité en 1893, vice-président en 1900 et président en 1901, et c'est à ce titre qu'il présida le Congrès de Paris en 1902 et le Congrès de Toulon en 1903. M. Maurice Piaton était administrateur délégué de la Société d'Énergie électrique de Grenoble et Voiron, de la Société du Gaz et d'Électricité de Toulon, de la Société du Gaz et de l'Électricité de Montpellier, etc... ; administrateur de la Compagnie des produits chimiques d'Alais et de la Camargue, de l'Aluminium français, du Sud-Électrique, etc... ; membre

Maurice Piaton.

du Conseil d'administration de la Chambre syndicale des forces hydrauliques et de la Société hydrotechnique

Digitized by Google

de France, président de la Société d'Économie politique de Lyon.

Passionné du travail, supérieurement intelligent, M. Maurice Piaton avait la science, l'expérience, la prudence et en même temps l'initiative, la fermeté, la loyauté et une profonde connaissance des hommes ; il était consulté et écouté avec respect et déférence non seulement en France mais à l'étranger.

Quand éclata la grande guerre, M. Maurice Piaton, malgré sa santé chancelante, se consacra à défendre les intérêts qui lui étaient confiés, tâche particulièrement difficile et délicate, il apporta son concours le plus dévoué aux fabrications intéressant la Défense nationale et intensifia à l'extrême son activité désirant suppléer l'absence de ceux qui sont morts pour la France.

Frappé glorieusement dans ses affections les plus tendres, il montra une énergie digne du chrétien qu'il avait été toute sa vie. Et c'est d'ailleurs avec une résignation toute chrétienne qu'il décida l'intervention chirurgicale, qui, espérait-il, devait lui permettre de continuer à servir sa Patrie avec plus de vigueur.

M. Maurice Piaton, dans le seul désir de rendre service à ses concitoyens, accepta les fonctions de juge consulaire et de conseiller municipal de la ville de Lyon; et dans toutes les Sociétés dont il faisait partie il s'efforça d'améliorer le plus possible le sort de ses subordonnés. Français avant tout, il étudia, avec la Société d'étude économique, un grand nombre de questions d'intérêt général dont la mise au point devait servir à la prospérité de la France entière.

En perdant M. Maurice Piaton, l'industrie française est privée d'un de ses meilleurs défenseurs. Mais sa vie entière de savoir, de travail, de courage, de patriotisme servira d'exemple à ceux qui, comme lui, désirent la grandeur et la prospérité industrielle de la Patrie.

L'application du système décimal métrique dans les catalogues commerciaux. — Aujourd'hui que la Grande-Bretagne et les États-Unis sont sur le point d'abandonner leurs mesures duodécimales pour adopter le système décimal métrique créé par la Convention française et actuellement employé par la presque totalité des nations, il est indispensable que nos commerçants répudient les nombreuses désignations non basées sur ce dernier système.

Il est en effet inadmissible que, dans le pays qui a vu naître le système décimal métrique, on continue à compter en livres, en sous, en chopines, en demi-setiers, en journaux, en arpents, etc., à vendre les objets à la douzaine, à la grosse, à la rame, etc., à évaluer les diamètres des fils d'après les numéros d'une jauge, à mesurer la hauteur d'un caractère d'imprimerie en points, etc.

Nous avons déjà signalé ici l'heureuse initiative prise à ce point de vue par le service de santé, à l'instigation de M. Paul Woog, pour le classement des objets employés en chirurgie (voir « R. G. E. », documentation 10 février 1917, t. I, p. 50). Nous sommes heureux d'apprendre que la Chambre syndicale du commerce et de la fabrication de la Quincaillerie, présidée par M. Rebattet, a résolu dans le même sens la classification des nombreux articles qui sont du domaine de la quincaillerie. Et comme ces objets intéressent tous les électriciens, qu'ils soient praticiens ou théoriciens, les uns et les autres ayant parfois un clou à enfoncer, nous croyons devoir reproduire in extenso page 25 de ce numéro le rapport que M. André Baudet, secrétaire général de la Chambre syndicale, a présenté à cette Chambre dans sa séance du 10 mars dernier et qui a été adopté. Il montre en effet que, si grandes que soient les difficultés qu'elle entraîne, une modification aux usages commerciaux établis peut cependant être réalisée quand les intéressés y consacrent une énergie suffisante.

Il permet donc d'augurer que les commerçants électriciens, qui n'ont guère à s'occuper que d'objets fabriqués par une industrie où le système décimal métrique est le mieux appliqué, sauront se débarrasser sans grands efforts, le jour où ils le voudront, des quelques appellations commerciales non conformes à ce système qui y sont utilisées.

Acheteurs... méfiez-vous. — Il nous paraît utile de reproduire l'annonce suivante :

Schweiz.

Schweizer — Elektrizitäts — Firma, kapitalkräftig, mit besten **Exportverbindungen,** übernimmt nach dem Kriege den **„Export"** sowie die **Veredlung** von **deutschen elektrotechnischen Erzeugnissen.** [270]

Ia Referenzen stehen auf Wunsch zur Verfügung. Gefl. Anfrage durch **Alfred Reichardt,** Hamburg 36, Jungfernstieg 8.

---

que nous découpons dans l'« Electrotechnische Zeitschrift » du 19 avril 1917 et dont voici la traduction :

Suisse

Firme suisse d'Electricité, de capital puissant, avec les meilleures **relations dans l'exportation** reprendra après la guerre l'« **exportation** » ainsi que l'**amélioration** (lire camouflage) des **produits électrotechniques allemands**.

Des références de premier ordre sont à la disposition sur demande. Prière d'adresser les demandes par l'intermédiaire d'**Alfred Reichart**, Hambourg, 36, Jungfernstieg, 8.

Nous comptons, certes, parmi les neutres de bons et loyaux amis, mais il s'y trouve aussi — comme chez nous d'ailleurs — des mercantis pour qui toute occasion est bonne de gagner de l'argent, fût-il souillé du sang de milliers d'êtres humains. Dès lors, acheteurs d'après-guerre... méfiez-vous.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Étude sur la durée des démarrages des moteurs à courant continu et d'induction

L'auteur, comme suite à un article paru dans « l'Industrie électrique » du 10 août 1913, donne ci-dessous deux méthodes, l'une graphique et l'autre algébrique pour calculer la durée des démarrages des moteurs à courant continu et des moteurs d'induction munis de rhéostats de démarrage. Il applique ensuite les méthodes dont il fait d'abord l'exposé, à quelques cas particuliers.

Nous avons déjà indiqué [1] les procédés graphiques et les formules qui permettent de se rendre compte de l'énergie absorbée dans les rhéostats pendant le démarrage, mais il est quelquefois nécessaire de connaître aussi la durée des démarrages.

Dans les rhéostats importants, cette donnée est utile pour calculer la section des différents conducteurs aboutissant aux différentes résistances du rhéostat et au rhéostat lui-même et aussi pour juger de l'importance à donner aux différents organes constituant les touches du rhéostat. Mais surtout, la durée du démarrage est quelquefois une des données du problème à résoudre.

Or si, dans les cas simples, il est facile de déterminer a priori le couple moteur à appliquer pour obtenir le démarrage dans le temps voulu, il n'en est pas ainsi dans la plupart des cas.

Nous verrons, au cours de cette étude, les cas pour lesquels on peut calculer directement le couple moteur provoquant le démarrage en un temps voulu, et nous indiquerons les formules qui permettent de le calculer, mais, pour les autres cas, on sera obligé de recourir à la méthode des approximations successives. Il sera donc indispensable alors de pouvoir calculer la durée du démarrage défini par les couples résistants, les couples moteurs et l'inertie des masses mises en mouvement, c'est l'étude de cette durée des démarrages qui sera l'objet de notre travail.

On sait [2] que, à chaque instant d'un démarrage, l'énergie absorbée par le moteur est égale à l'énergie qu'absorberait ce même moteur à vitesse constante et égale à la vitesse correspondant à l'instant considéré augmentée de l'énergie correspondant à l'accélération à l'instant considéré, ce qui peut s'exprimer par la formule suivante :

$$c\omega\, dt = c_r \omega\, dt + K_1\, \omega\, d\omega,$$

dans laquelle, c est le couple moteur à la vitesse ω, c_r le couple résistant à la vitesse ω, $\frac{d\omega}{dt}$ l'accélération à la vitesse ω, et $K_1 = \Sigma K' \frac{\Omega'^2}{\Omega^2}$, somme des moments d'inertie des masses mises en mouvement ramenées à la vitesse Ω, égale elle-même à la vitesse du moteur à la fin du démarrage.

De cette formule on tire :

$$dt = \frac{K_1\, d\omega}{c - c_r},$$

nouvelle formule dans laquelle c et c_r sont des fonctions de ω.

Nous verrons plus loin à intégrer cette fonction pour quelques cas particuliers, mais nous donnons ci-dessous une méthode graphique permettant de calculer T quelle que soit la valeur de c et de c_r en fonction de ω.

I. — Méthode graphique. — Posons (voir fig. 1 et 2) :

$OA = \omega$,
$OB = \Omega = O'B'$,
$AC = d\omega$,
$AD = c_r$,
$AE = c$,
$DE = c - c_r = O'E'$,
$\alpha =$ un angle quelconque,
$OK =$ couple normal du moteur $= c_n = O'K'$,
$\beta' = \beta$.

La formule $dt = \frac{K_1\, d\omega}{c - c_r}$ s'écrira :

$$dt = K_1 \times \frac{1}{DE} \times AC;$$

mais on a :

$$\frac{1}{DE} = \frac{1}{O'E'} = \frac{O'L'}{O'K' \times O'B'} = \frac{O'L'}{c_n \times \Omega},$$

$$\frac{1}{DE} = \frac{O'L'}{\text{Puiss. normale du moteur}} = \frac{O'L'}{\mathcal{P}};$$

[1] *L'Industrie électrique*, 10 août 1913.
[2] Voir *L'Industrie électrique*, 10 août 1913.

Digitized by Google

c'est-à-dire, si nous portons :

$$AL = O'L',$$

$$\frac{1}{DE} = \frac{AL}{\mathfrak{P}};$$

soit en reportant cette valeur de $\frac{1}{DE}$ dans la dernière expression de dt

$$dt = K_1 \times \frac{AL \times AC}{\mathfrak{P}}.$$

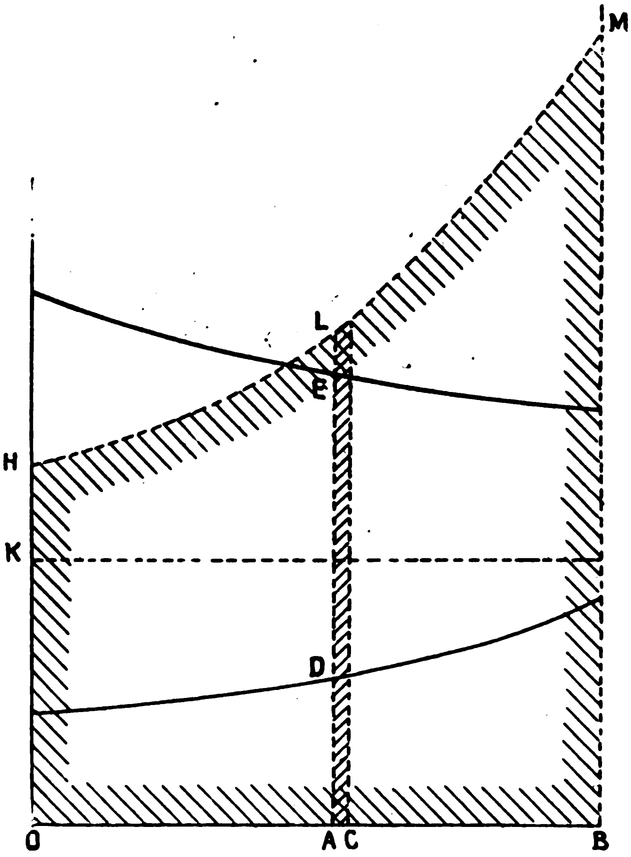


Fig. 1.

En opérant par points on peut obtenir une courbe HLM, et l'on a :

$$T_0^{\Omega} = \frac{K_1 \times S}{\mathfrak{P}},$$

dans laquelle S est égal à la surface hachurée. On a aussi :

$$\Omega^2 = OB^2,$$

d'où l'on tire :

$$T_0^{\Omega} = \frac{S}{OB^2} \times \frac{K_1 \Omega^2}{\mathfrak{P}} = \frac{S}{OB^2} \times \frac{\Sigma K \Omega^2}{\mathfrak{P}}.$$

Remarquons que cette formule peut s'écrire :

$$T_0^{\Omega} = \frac{S}{OB^2} \Sigma \frac{PD^2 N^2}{\mathfrak{P}} \times \frac{\pi^2 \times 756}{9,81 \times 60^2 \times 750 \times 100},$$

soit approximativement :

$$T_0^{\Omega} = \frac{S}{OB^2} = \Sigma \frac{PD^2 N^2}{4\mathfrak{P}} 10^{-5},$$

$$T_0^{\Omega} = \frac{S}{OB^2} \times \frac{\Sigma PR^2 N^2}{\mathfrak{P}} 10^{-5},$$

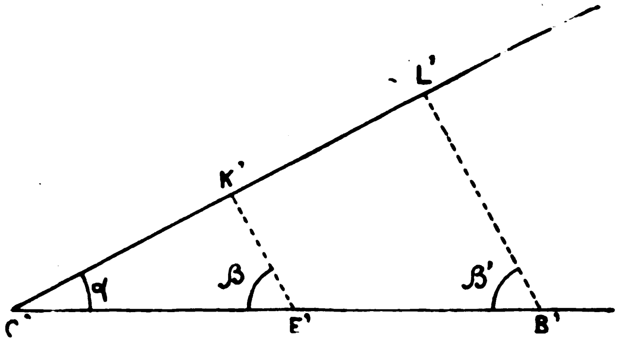


Fig. 2

formule dans laquelle :

T est la durée du démarrage exprimée en secondes,

P le poids des différentes parties tournantes exprimé en kilogrammes,

R le rayon de giration des parties tournantes exprimé en mètres,

N la vitesse angulaire des parties tournantes en tours par minute,

$\mathfrak{P}$ la puissance du moteur exprimée en kilowatts.

II. — **Détermination de formules donnant la durée du démarrage pour quelques cas principaux.** — Quoique le procédé graphique donné plus haut soit général et s'applique à tous les cas, quelle que soit la forme des couples moteurs et résistants, il est quelquefois long à appliquer, et il peut être intéressant, pour les cas qui se présentent le plus fréquemment dans la pratique, de posséder une formule.

Nous allons établir ces formules pour 3 principaux cas :

1° *Le couple moteur est constant (rhéostat liquide) et le couple résistant est également constant mais non négligeable.*

On a alors :

$$T = \frac{K_1}{C - C_r} \int d\omega = \frac{K_1 \Omega}{C - C_r},$$

Et si l'on pose :

$$C_r = kC,$$

Digitized by Google

on peut écrire :

$$T = \frac{K_1 \Omega}{C(1-k)} = \frac{K_1 \Omega^2}{C\Omega(1-k)} = \frac{K\Omega^2}{\mathfrak{P}} \times \frac{1}{(1-k)},$$

formule qui peut s'écrire approximativement :

$$T = \frac{1}{1-K} \times \frac{\Sigma PR^2 N^2 10^{-5}}{\mathfrak{P}}$$

et dans laquelle :

T est la durée du démarrage exprimée en secondes,

P le poids des différentes parties tournantes exprimé en kilogrammes,

R le rayon de giration des différentes parties tournantes exprimé en mètres,

N la vitesse angulaire des différentes parties tournantes exprimée en tours par minute,

$\mathfrak{P}$ la puissance absorbée par le moteur pendant le démarrage, exprimée en kilowatts,

k le rapport entre le couple résistant et le couple moteur.

De cette formule on tire facilement :

$$\mathfrak{P} = \frac{1}{1-k} \times \frac{\Sigma PR^2 N^2 10^{-5}}{T}.$$

C'est donc là un des cas où il est facile de déterminer la puissance à admettre dans le moteur pour obtenir le démarrage dans un temps donné et nous ajouterons que cette même formule pourra s'appliquer utilement en première approximation pour les cas plus complexes où la méthode des approximations successives sera nécessaire. Il suffira alors de remplacer les couples résistants et moteurs par des couples moyens approximatifs.

2° *Cas d'un moteur shunt ou asynchrone démarrant par rhéostat à touches et entraînant un système ayant un couple résistant nul ou négligeable.*

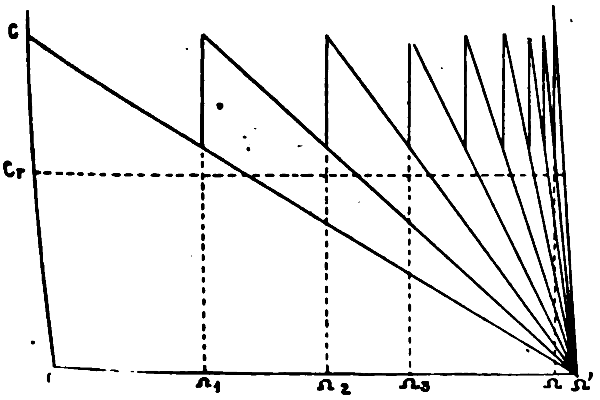


Fig. 3.

Nous supposerons que le diagramme donnant le couple moteur en fonction de la vitesse est celui représenté à la figure 3.

On a alors :

$$dt = \frac{K_1 \, d\omega}{c}.$$

Mais on sait (voir *L'Industrie électrique* du 10 août 1913) que c est de la forme :

$$c = C - \frac{C(\omega - \Omega_n)}{(\Omega' - \Omega_n)},$$

formule dans laquelle : C est le couple moteur en pointe, c'est-à-dire au moment où l'on vient d'atteindre une nouvelle touche du rhéostat ; Ω' la vitesse du moteur à vide ; Ω_n la vitesse du moteur au moment où l'on a quitté le plot.

On en tire donc :

$$dt = \frac{K_1}{C} \times \frac{(\Omega' - \Omega_n)\, d\omega}{(\Omega' - \omega)}$$

et :

$$T = \frac{K_1(\Omega' - \Omega_n)}{C} \int \frac{d\omega}{\Omega' - \omega} + \text{constante}.$$

Posons :

$$\Omega' - \omega = x, \quad \text{d'où} \quad d\omega = -dx.$$

On en déduit :

$$T = -\frac{K_1(\Omega' - \Omega_n)}{C} \int \frac{dx}{x} + \text{constante}$$

$$T = -\frac{K_1(\Omega' - \Omega_n)}{C} \log_e x + \text{constante}.$$

En remplaçant x par sa valeur dans la formule ci-dessus on obtient :

$$T = -\frac{K_1(\Omega' - \Omega_n)}{C} \log_e(\Omega' - \omega) + \text{constante},$$

d'où l'on tirerait :

$$(1) \quad T_{\Omega_n}^{\Omega_{(n+1)}} = \frac{K_1(\Omega' - \Omega_n)}{C} \log_e \frac{\Omega' - \Omega_n}{\Omega' - \Omega_{(n+1)}}.$$

Mais nous savons que, si l'on appelle M le rapport entre l'intensité maximum et l'intensité minimum à chaque touche, on a :

$$\frac{\Omega' - \Omega_n}{\Omega' - \Omega_{(n+1)}} = M$$

et :

$$\Omega' - \Omega_n = \frac{[\Omega_{(n+1)} - \Omega_n] M}{M - 1}.$$

Digitized by Google

On peut donc écrire :

$$(1') \quad T_{\Omega_n}^{\Omega_{n+1}} = \frac{K_1 [\Omega_{n+1} - \Omega_n]}{C} \frac{M}{M-1} \log_e M.$$

Telle est l'expression du temps pendant lequel la manette restera sur le plot $n+1$. Pour connaître la durée totale du démarrage, il suffit de faire la somme des temps sur chaque plot, soit :

$$T_0^{\Omega} = \frac{K_1}{C} [\Omega_1 + (\Omega_2 - \Omega_1) + (\Omega_3 - \Omega_2) + \dots] \frac{M}{M-1} \log_e M.$$

$$T_0^{\Omega} = T = \frac{K_1 \Omega}{C} \frac{M}{M-1} \log_e M.$$

Ce qui peut encore s'écrire :

$$T = \frac{K_1 \Omega^2}{C\Omega} \frac{M-1}{M} \log_e M = \frac{K_1 \Omega^2}{\mathfrak{P}} \frac{M-1}{M} \log_e M,$$

soit approximativement :

$$T = \frac{M \log_e M}{M-1} \times \frac{\Sigma\, PR^2\, N^2}{\mathfrak{P}} 10^{-5},$$

formule dans laquelle :

$\mathfrak{P}$ = puissance absorbée par le moteur en pointe, c'est-à-dire au moment où l'on atteint un nouveau plot, et exprimée en kilowatts;

M = rapport entre l'intensité maximum et minimum sur chaque plot.

De cette formule on tire facilement :

$$\mathfrak{P} = \frac{M \log_e M}{M-1} \times \frac{\Sigma\, PR^2\, N^2}{T} 10^{-5}.$$

Soit encore un cas où il est facile de déterminer la puissance à admettre dans le moteur pour obtenir le démarrage en un temps donné.

3° *Cas d'un moteur shunt ou asynchrone démarrant par rhéostat à touches et entraînant un système ayant un couple résistant constant mais non négligeable.* — Nous supposerons encore que le diagramme donnant le couple moteur en fonction de la vitesse est celui représenté à la figure 3,

On a alors :

$$dt = \frac{K_1\, d\omega}{c - c_r}.$$

On a toujours :

$$c = C - \frac{C(\omega - \Omega_n)}{\Omega' - \Omega_n}$$

et c_r = constante = kC.

On en tire :

$$dt = \frac{K_1}{C} \frac{\Omega' - \Omega_n}{(\Omega' - \omega) - k(\Omega' - \Omega_n)} d\omega,$$

$$T = \frac{K_1(\Omega' - \Omega_n)}{C} \int \frac{d\omega}{(\Omega' - \omega) - k(\Omega' - \Omega_n)} + \text{constante}.$$

Posons :

$$\Omega' - \omega = x, \quad \text{d'où} \quad d\omega = -dx,$$

et :

$$k(\Omega' - \Omega_n) = A.$$

On en déduit :

$$T = \frac{-K_1(\Omega' - \Omega_n)}{C} \int \frac{dx}{x - A} + \text{constante}.$$

Posons encore :

$$x - A = u, \quad \text{d'où} \quad dx = du,$$

et par conséquent :

$$T = \frac{-K_1(\Omega' - \Omega_n)}{C} \int \frac{du}{u} + \text{constante},$$

$$T = \frac{-K_1(\Omega' - \Omega_n)}{C} \log_e u + \text{constante}.$$

En remplaçant u par sa valeur dans la formule ci-dessus on obtient :

$$T = \frac{-K_1(\Omega' - \Omega_n)}{C} \log_e x - A + \text{constante},$$

et en remplaçant x et A par leurs valeurs respectives,

$$T = \frac{K_1(\Omega' - \Omega_n)}{C} \log_e [(\Omega' - \omega) - k(\Omega' - \Omega_n)] + \text{constante},$$

d'où l'on tirerait :

$$T_{\Omega_n}^{\Omega_{n+1}} = \frac{K_1}{C}\left[(\Omega' - \Omega_n) \log_e \frac{(1-k)(\Omega' - \Omega_n)}{(\Omega' - \Omega_{n+1}) - k(\Omega' - \Omega_n)}\right].$$

Mais on a :

$$(\Omega' - \Omega_n) = [\Omega' - \Omega_{n+1}] M = [\Omega_{n+1} - \Omega_n] \frac{M}{M-1}.$$

On peut donc écrire :

$$(2) \quad T_{\Omega_n}^{\Omega_{n+1}} = \frac{K_1}{C} [\Omega_{n+1} - \Omega_n] \frac{M}{M-1} \log_e \frac{(1-k) M}{1 - kM}.$$

D'où par sommation :

$$T_0^{\Omega} = \frac{K_1 \Omega}{C} \frac{M}{M-1} \log_e \frac{(1-k) M}{1 - kM},$$

$$T_0^{\Omega} = \frac{K_1 \Omega^2}{C\Omega} \left[\frac{M}{M-1} \log_e \frac{(1-k) M}{1 - kM}\right],$$

$$T_0^{\Omega} = \frac{K_1 \Omega^2}{\mathfrak{P}} \left[\frac{M}{M-1} \log_e \frac{(1-k) M}{1 - kM}\right].$$

Ce qui peut encore approximativement s'écrire :

$$T = \left[\frac{M}{M-1} \log_e \frac{(1-k) M}{1 - kM}\right] \frac{\Sigma\, PR^2\, N^2}{\mathfrak{P}} 10^{-5},$$

Digitized by Google

formule dans laquelle : k est le rapport entre l'intensité correspondant au couple résistant et l'intensité maximum sur chaque plot.

Remarque. — Il est nécessaire d'observer que, dans ces dernières formules, le temps calculé n'est pas celui nécessaire à obtenir la vitesse définitive du moteur, mais seulement le temps pendant lequel le rhéostat reste en circuit ; en d'autres termes, ce que nous avons appelé la vitesse à la fin du démarrage (Ω) n'est pas la vitesse définitive du moteur mais bien la vitesse du moteur, au moment où l'on atteint le dernier plot du rhéostat de démarrage.

En effet, le temps nécessaire à obtenir la vitesse définitive du moteur, est théoriquement infini, comme il est facile de le prouver.

Pour cela, appelons Ω'' la vitesse définitive du moteur et voyons ce que deviennent successivement les formules (1) et (2) entre les valeurs Ω et Ω''.

La formule (1) devient :

$$T_{\Omega}^{\Omega''} = \frac{K_1}{C} (\Omega' - \Omega) \log_e \frac{\Omega' - \Omega}{\Omega' - \Omega''};$$

mais, dans ce cas particulier, puisque le couple résistant est nul, le moteur n'aura aucune chute de vitesse et par conséquent : $\Omega'' = \Omega'$; on a :

$$T_{\Omega}^{\Omega''} = T_{\Omega}^{\Omega'} = \frac{K_1}{C} (\Omega' - \Omega) \log \frac{\Omega' - \Omega}{\Omega' - \Omega'}$$

$$T_{\Omega}^{\Omega'} = \frac{K_1}{C} (\Omega' - \Omega) \log \frac{\Omega' - \Omega}{0} = \frac{K_1}{C} (\Omega' - \Omega) \log \infty = \infty.$$

La formule (2) devient :

$$T_{\Omega}^{\Omega''} = \frac{K_1}{C} (\Omega' - \Omega) \times \frac{M}{M - 1} \log_e \frac{(1 - k) M}{1 - kM}.$$

Or, dans cet autre cas, l'intensité minimum sur le dernier plot de démarrage est par définition égale à l'intensité correspondant au couple résistant, c'est-à-dire :

$$M = \frac{1}{K}.$$

On a donc :

$$T_{\Omega}^{\Omega''} = \frac{K_1}{C} \frac{(\Omega'' - \Omega) M}{M - 1} \log_e \frac{M - 1}{0} = \infty.$$

Il est à remarquer d'ailleurs que ce qui est vrai sur le dernier plot est vrai sur tous les plots et que l'on doit toujours avoir $M < \frac{1}{K}$. M ne saurait en effet être plus grand que $\frac{1}{K}$ car le couple moteur sur un plot quelconque ne peut être inférieur au couple résistant du moment que le démarrage est commencé et si $M = \frac{1}{K}$ la formule (2) devient :

$$T_{\Omega_n}^{\Omega_{n+1}} = \frac{K_1}{C} [\Omega_{n+1} - \Omega_n] \frac{M}{M - 1} \log_e \frac{M - 1}{0} = \infty.$$

Cependant, de ce qui précède, il ne faudrait pas conclure qu'il est impossible de se faire une idée du temps que met un moteur pour atteindre pratiquement sa vitesse de régime. Il suffira en effet, le temps pendant lequel le rhéostat reste en circuit étant déjà calculé, d'appliquer, pour calculer le temps sur le dernier plot, les formules 1' ou 2 dans lesquelles on donnera à M une valeur approchée $M = 100$ par exemple pour la formule 1' et $M = \frac{99}{100} \frac{1}{K}$ pour la formule 2. Le diagramme indiquera alors à combien pour 100 près la vitesse de régime est obtenue dans le temps calculé.

Le même procédé d'approximation pourra d'ailleurs aussi bien être appliqué dans la méthode graphique.

J. Saint-Germain.

L'effet couronne et la rectification du courant dans l'hydrogène

L'article contient de nouvelles expériences comparatives sur l'allure du phénomène de couronne dans l'air et l'hydrogène, à différentes pressions. L'appareil à couronne est la reprise du dispositif de Ryan, à savoir fil tendu suivant l'axe d'un cylindre; pour un même gaz, les effets observés varient avec la polarité du fil et conduisent à des caractéristiques nettement différentes. Il n'y a aucune relation entre les caractéristiques relatives à deux gaz différents. Comme conclusion, on indique un montage qui permet d'utiliser le phénomène de couronne dans l'hydrogène pour la rectification du courant.

On sait que, si l'on établit une différence de potentiel suffisamment élevée entre deux fils parallèles ou entre un cylindre et un fil tendu suivant son axe, dans l'air ou dans un autre gaz, ce gaz, qui pour de faibles gradients de potentiel est un très bon isolant, se laisse percer et devient partiellement conducteur. L'ensemble de phénomènes se rattachant à cette conduction gazeuse est connu sous le nom de *couronne*. La rupture du diélectrique gazeux se manifeste par le passage du courant d'un conducteur à l'autre, par une perte d'énergie, et, dans presque tous les cas, par une apparition de lumière sur l'une ou l'autre des surfaces conductrices, ou sur les

deux. Dans certains cas, la lumière apparaît dans l'espace intermédiaire.

Dans le but de fournir de nouvelles données pouvant servir à expliquer ces phénomènes, MM. Davis et Breese se sont livrés à des expériences intéressantes, qui ont fait l'objet d'une communication de leur part à à l'American Institute of Electrical Engineers [1], et dont nous allons exposer les points essentiels.

On a d'abord cherché à rendre aussi simples que possible les conditions de formation de la couronne : on a employé un fil et un cylindre coaxiaux pour rendre le champ radial et éliminer les effets secondaires dus au champ électrique intense entourant le second fil. On a pris pour diélectrique l'hydrogène afin d'éliminer les effets dus aux changements chimiques dans le gaz; quand on emploie l'air comme diélectrique, la formation d'ozone peut modifier sensiblement les tensions nécessaires à la formation de la couronne. On a employé une tension continue afin de séparer deux sortes de phénomènes, ceux qui accompagnent une décharge entre fil positif et tube négatif, et ceux qui caractérisent une décharge entre fil négatif et tube positif.

Appareils. — La tension continue employée dans ces recherches était obtenue au moyen d'une batterie de

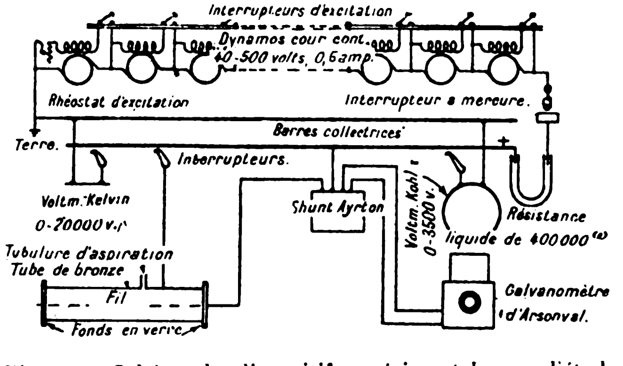


Fig. 1. — Schéma du dispositif expérimental pour l'étude du phénomène de couronne entre un fil et un cylindre coaxial.

quarante génératrices shunt à courant continu de 250 w sous 500 v, montées en série. Le schéma des connexions est représenté par la figure 1.

Instruments de mesure. — On mesurait les tensions avec un voltmètre électrostatique Kelvin ayant des échelles de 20 000, 10 000 et 5 000 v et un voltmètre électrostatique Kohl ayant une échelle de 3 500 v; on étalonnait de temps en temps ces instruments au moyen d'un électromètre. La mesure des courants se faisait par un galvanomètre d'Arsonval et un shunt universel Ayrton. On les étalonnait ensemble en les mettant en série avec une grande résistance et une pile sèche, dont la tension à vide et en charge avait été déterminée au potentiomètre.

Préparation de l'hydrogène. — L'hydrogène était préparé par l'action de l'eau sur un alliage de sodium et de plomb; on le recueillait sur l'eau dans un récipient de cuivre. Pour remplir un tube à couronne, on faisait sortir lentement le gaz par pression d'eau. On le desséchait en le faisant passer dans des flacons contenant, les uns de l'acide sulfurique concentré, les autres du chlorure de calcium. On le faisait passer ensuite dans un tube en verre dur contenant du calcium porté au rouge ou de l'hydrure de calcium, qui faisaient disparaître toute trace d'oxygène ou d'azote. De là l'hydrogène passait, à travers un tube de verre, dans le tube à couronne. On vérifiait au spectroscope que le gaz remplissant ce tube était de l'hydrogène pur.

Tube a couronne. — On employait dans tous ces essais des fils de cuivre tendus suivant l'axe de tubes cylindriques en bronze. Ces tubes étaient reliés à des pompes à vide, à des flacons sécheurs d'air, à l'appareil à hydrogène et à un manomètre à mercure au moyen d'une petite tubulure latérale. Une branche du manomètre à mercure était maintenue à la pression zéro; les lectures donnaient ainsi la pression absolue du gaz et n'étaient pas affectées par les variations barométriques. Les bouts des tubes de bronze étaient fermés par des lames de verre dans lesquelles des trous étaient pratiqués; dans ces trous étaient fixées, par de la cire à cacheter, des entrées métalliques percées elles-mêmes d'un petit trou suivant leur axe. Le fil sur lequel devait s'observer la couronne passait à travers ces entrées; d'un côté, il était fixé à un ressort placé dans un flacon sans fond scellé à la lame de verre terminale, de l'autre il était fixé à l'entrée métallique elle-même. Ces entrées métalliques étaient nécessaires, parce qu'on a constaté qu'avec l'hydrogène, la tension donnant lieu à la couronne et les caractéristiques volt-ampères subissaient une influence très forte, quand on laissait la couronne se former dans le voisinage des fonds de verre du tube.

Les fils employés dans ces recherches étaient soigneusement nettoyés, tendus en ligne droite et calibrés. Leur diamètre variait de 0,12 mm à 1,59 mm. On s'est servi d'un tube de bronze de 4,45 cm de diamètre, mais en contrôlant les résultats avec un tube de 7 cm pour savoir si ce changement de dimension influençait les phénomènes ; on ne constata aucune influence de ce fait.

La couronne dans l'hydrogène. — Dans tous les essais, on a constaté que la rupture du diélectrique et l'apparition de la lumière à la surface du fil étaient simultanées. On appellera *tension critique* la tension nécessaire pour produire ces phénomènes. L'intensité du champ électrique à la surface du fil dans ces conditions, calculée d'après l'hypothèse que le champ entre fil et tube est complètement déterminé par les charges qui existent

[1] J.-W. Davis et C.-L. Breese. — Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 15 février 1917. *Proceedings of the A. I. E. E.*, t. xxxvi, février 1917, p. 143-158.

Digitized by Google

sur le fil et sur le tube, sera appelée *champ critique*. Cette hypothèse écarte la possibilité d'une distorsion du champ due à une charge dans l'espace intermédiaire avant l'apparition de la couronne. On appellera *couronne positive* celle qui se produit entre un fil positif et un tube négatif, *couronne négative* celle du cas inverse. Sur les courbes, les signes + et — se rapportent à la polarité du fil.

Les courbes de la figure 2 montrent les variations de la tension critique avec la pression du gaz pour l'air et

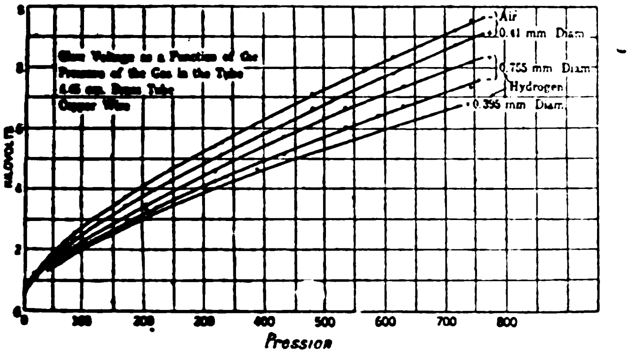


Fig. 2. — Variations de la tension critique avec la pression du gaz. Les signes + et — indiquent la polarité du fil.

l'hydrogène avec des fils de deux dimensions. Elles montrent qu'il y a deux différences entre les tensions critiques relatives à l'air et à l'hydrogène :

1° Dans l'air, la tension critique positive est plus basse que la négative, tandis que c'est le contraire dans l'hydrogène. Dans le cas de l'hydrogène, ceci est vrai pour tous les calibres de fil et toutes les tensions expérimentés dans ces recherches ;

2° Pour le même calibre de fil et la même pression, la tension critique dans l'hydrogène est beaucoup plus basse que la tension critique dans l'air.

Courbes caractéristiques. — Les courbes caractéristiques de la couronne positive dans l'hydrogène, pour différentes pressions, sont données dans la figure 3. Elles ont l'allure générale de toutes les caractéristiques relevées dans ces essais. Elles mettent en lumière les points suivants :

1° La différence marquée qui existe entre la tension critique et la tension à laquelle la couronne disparaît ;

2° La différence entre les points obtenus à tension croissante et les points obtenus à tension décroissante.

Cette persistance de la couronne à des tensions moindres que celle qui détermine le commencement de la décharge ou tension critique, n'a pas été observée pour l'air et les tensions continues. Elle peut s'expliquer par le changement de l'intensité du champ statique (exprimée par exemple en voits par centimètre) à la surface du fil après que la couronne s'est formée. Ce changement du champ est causé par la charge prise par le diélectrique grâce aux ions positifs et négatifs qui existent dans l'espace compris entre le fil et le tube. L'existence de cette déformation du champ statique est bien connue. La différence entre la tension critique et la tension à laquelle cesse la décharge ne peut se déceler que si on a éliminé toutes les causes d'ionisation irrégulière telles que les rugosités sur

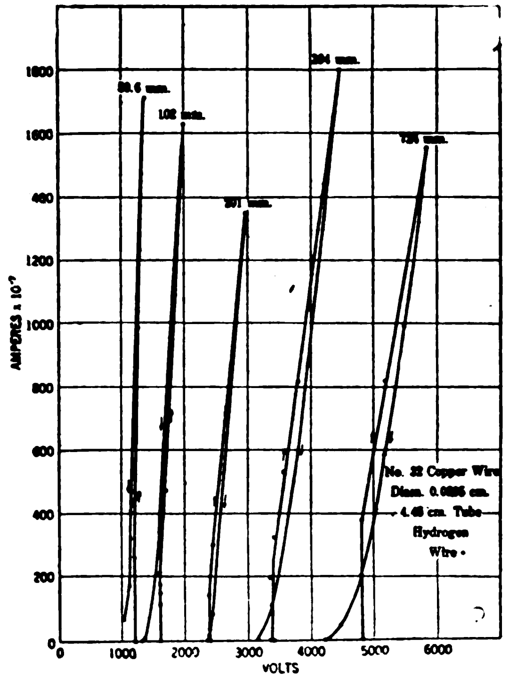


Fig. 3. — Caractéristiques de la couronne positive dans l'hydrogène, à différentes pressions.

le fil, les champs trop intenses aux endroits où le fil traverse le verre, etc.

La figure 4 donne les courbes caractéristiques de la couronne négative pour un fil de cuivre du calibre 36 de la jauge B et S ou de 0,121 mm de diamètre [1], tendu dans un tube de bronze dont le diamètre intérieur est 4,45 cm. On remarque que la forme de ces courbes dépend beaucoup de la pression du gaz.

Avec ce calibre de fil, la couronne a paru commencer dans chaque cas avec l'apparition d'un certain nombre de très petits points brillants sur le fil.

En général, cependant, la couronne négative était accompagnée à son début d'une lueur vacillante répandue sur tout le fil. Avec l'accroissement de la tension, le courant augmentait graduellement jusqu'au moment où les petits points brillants se rassemblaient en une *perle*, suivant la description donnée par Farwell dans son mémoire de 1914. Ce changement était accompagné d'un grand accroissement de courant et d'une chute de différence de potentiel entre le fil et le tube. Cette chute était, en un certain sens, due à la résistance en série avec le tube à couronne ; l'augmentation du courant absorbé par le tube produit une augmentation de chute de tension dans la résistance mise en série avec lui, ce qui stabilise

(1) C'est le chiffre que donne le texte. Les formulaires indiquent 0,127 mm pour le diamètre correspondant au n° 36 B et S. (N. d. T.)

Digitized by Google

la décharge par couronne et empêche l'accroissement indéfini de courant qui pourrait s'ensuivre s'il n'y avait pas de résistance en circuit. Les intervalles entre les courbes représentent des conditions instables. Un

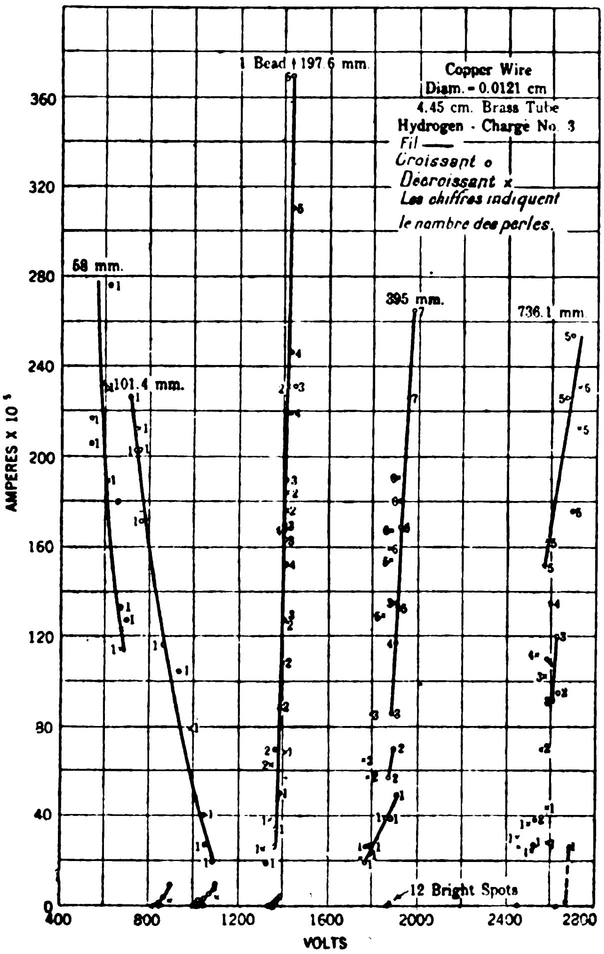


Fig. 4. — Caractéristiques de la couronne négative dans l'hydrogène à différentes pressions.

accroissement de la tension appliquée produisait un accroissement du courant de couronne, qui était accompagné soit d'un accroissement, soit d'un décroissement de la tension entre le fil et le tube, selon le calibre du fil et la pression du gaz.

On remarquera que, pour les pressions faibles, les caractéristiques courant-tension du phénomène de couronne sont semblables à la caractéristique ordinaire de l'arc. La décharge, cependant, n'était pas une décharge par arc. L'arc se formait quand on élevait suffisamment la tension des dynamos. Il se produisait alors un nouvel abaissement de la tension entre le fil et le tube et un changement complet de l'aspect général de la décharge.

Différence entre l'air et l'hydrogène. — Les courbes caractéristiques de la figure 5 montrent clairement la différence entre la couronne dans l'air et la couronne dans l'hydrogène (celle qui est parallèle à l'axe des ordonnées a trait à la couronne négative, l'autre à la couronne positive) et les deux courbes de droite se rapportent à l'air. Ces deux dernières sont extraites du

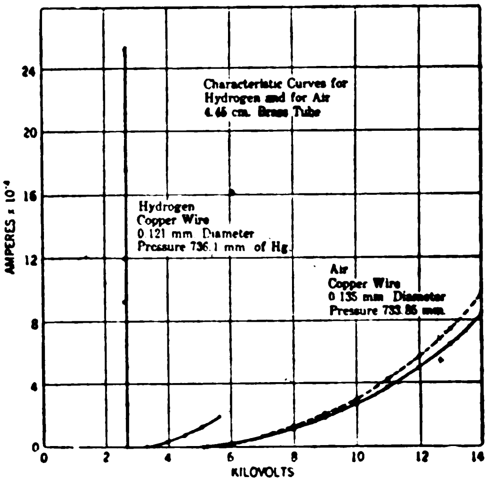


Fig. 5. — Comparaison entre les courbes caractéristiques de la couronne dans l'air et dans l'hydrogène.

mémoire de Farwell. Pour ces deux couples de courbes, les diamètres des fils à corona et les pressions sont peu différents. Ces courbes montrent une profonde dissemblance entre les courbes positive et négative de l'hydrogène ; cette différence ne se reproduit pas pour l'air.

Rectification du courant. — D'après ces courbes, il est évident que la couronne dans l'hydrogène entre un fil et un tube est un moyen efficace d'opérer le redressement du courant. On peut, en effet, obtenir, le fil étant négatif, des courants intenses avec des tensions qui ne donnent que peu ou pas de courant quand le fil

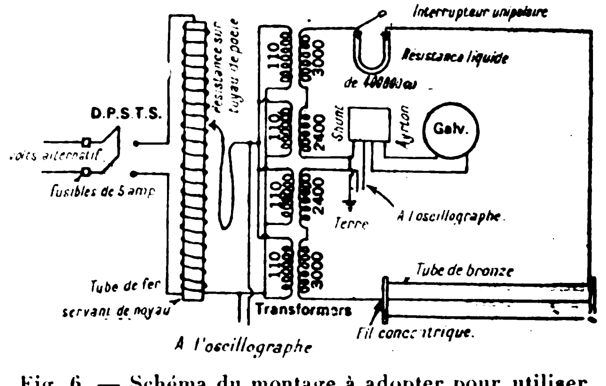


Fig. 6. — Schéma du montage à adopter pour utiliser la couronne dans l'hydrogène à la rectification du courant.

est positif. Cette rectification peut s'opérer avec le fil froid ; ce n'est pas un cas particulier de la rectification par cathode chaude. Cependant, le principe de l'émission des électrons par une cathode chaude pourrait être appliqué en même temps que la rectification par couronne.

Digitized by Google

Pour cette application, le tube à couronne fut relié à une source de courant alternatif suivant le schéma de la figure 6. On installa un oscillographe sensible directement en série avec le tube à corona et un autre en dérivation sur les primaires des transformateurs ; le premier donnait donc la courbe du courant redressé, le second celle de la tension appliquée. Les courbes de courant montrent que la rectification dans l'hydrogène est pratiquement parfaite. Elle continue après l'amorçage de l'arc, dans les conditions convenables de pression, de calibre du fil et de diamètre du tube. On a obtenu des courants continus allant jusqu'à 0,12 A avec des tensions alternatives d'environ 8 000 v.

P. L.

Revues, analyses et informations

Propriétés comparées des antennes basses et des antennes élevées en télégraphie et en téléphonie sans fil (1).

L'auteur fait d'abord une étude critique sur la question de savoir si le procédé, habituel en télégraphie sans fil, d'installer à une hauteur élevée au-dessus du sol les capacités de surface utilisées est ou non nécessaire.

La première partie du mémoire est consacrée à l'étude du champ électrostatique à une grande distance d'un feuillet électrisé étendu et à celle du problème plus complexe d'un feuillet analogue, porté à un potentiel périodiquement variable.

Les dernières parties du travail sont consacrées à des problèmes pratiques et les résultats théoriques obtenus antérieurement sont utilisés pour répondre à la question de savoir de combien la perturbation, qui s'établit dans le milieu en un point éloigné, est affectée par la hauteur de capacité superficielle de la station génératrice.

Les expressions de la force électrique, de la force magnétique et du taux suivant lequel les courants d'énergie passent au point éloigné, contiennent toutes un certain facteur, Qh_0 qui est le produit de la charge Q de capacité superficielle par la hauteur maximum de cette surface, et le taux suivant lequel les flux d'énergie passent au point éloigné, est proportionnel au carré de ce produit; en écrivant CE à la place de Q, on peut remplacer Qh_0 par son équivalent Ch_0E. La tension maximum qui peut être appliquée entre la capacité superficielle et la terre est limitée par des considérations telles que la rigidité des diélectriques et la perte par ionisation autour des fils. Cette tension est, d'une façon générale, indépendante de la capacité C et de l'élévation h_0, bien que la tension limite puisse sans doute être quelque peu plus faible pour une station génératrice ayant sa capacité superficielle à une grande hauteur (150 m) que pour une autre l'ayant à une hauteur moyenne, à cause des difficultés mécaniques plus grandes que présente l'isolement d'une surface étendue à une grande hauteur.

Si donc deux antennes différentes, de grande surface, fonctionnent sous la même tension et la même fréquence, les grandeurs des forces électriques — ou des forces magnétiques — à la même distance des deux antennes sont proportionnelles aux valeurs des produits Ch relatifs aux deux antennes. Pour cette raison le produit Ch est appelé par l'auteur figure de mérite du rayonnement (*radiation figure of merit*) de l'antenne. Pour une capacité superficielle de grand rayon par rapport à la hauteur, la figure de mérite du rayonnement de l'antenne est indépendante de la hauteur de la capacité. Au contraire, si le rayon est faible comparé à la hauteur de la capacité, la figure de mérite est proportionnelle à la hauteur h. Entre ces conditions extrêmes, la figure de mérite d'une antenne de surface donnée augmente avec la hauteur de la capacité superficielle, mais moins vite que cette hauteur.

Ce résultat obtenu, l'auteur envisage la possibilité d'installer à une faible hauteur les capacités superficielles des stations radiotélégraphiques.

Comme terme de comparaison, supposons une antenne basse constituée par une capacité superficielle circulaire de 165 m de rayon, cette surface étant installée à 10 m au-dessus du sol; comme type d'antenne élevée prenons celle de la station radiotélégraphique d'Arlington (États-Unis).

La capacité superficielle de la station d'Arlington est constituée par 3 fils approximativement horizontaux suspendus à environ 150 m de hauteur. La capacité de cette antenne, déterminée expérimentalement, est de 0,0094 μfd. L'antenne ne peut cependant pas être regardée comme l'équivalent d'une aire rayonnante située à 150 m de hauteur et ayant une capacité égale à la valeur ci-dessus, car il faut tenir compte de divers effets dus : 1° au fait qu'une partie de la capacité de 0,0094 μfd est répartie à travers les isolants des pylônes; 2° au fait que les 0,0094 μfd comprennent la capacité due au déplacement des plus basses portions de l'antenne vers le sol. Tenant compte de ces effets, l'auteur estime que la capacité est réduite dans des proportions telles que la puissance rayonnante de l'antenne d'Arlington n'est pas en réalité plus grande que celle d'une surface située à 150 m de hauteur qui aurait une capacité de 0,005 mfd. La figure de mérite de l'antenne d'Arlington peut donc être évaluée à $0{,}005 \times 150 = 0{,}75$ μfd-m.

La capacité par rapport à la terre d'une antenne basse formée d'un feuillet circulaire de 165 m de rayon disposé à 60 m de hauteur est approximativement 0,0125 μfd, et sa figure de mérite 0,75 μfd-m. On peut donc prévoir que cette station génératrice peu élevée, quand elle fonctionne sous la même tension et à la même fréquence que l'antenne d'Arlington, fournira un champ de même intensité que l'antenne d'Arlington. De plus, d'après ce qui a été établi antérieurement, ce feuillet de 165 m de rayon installé à une hauteur de 5 à 10 m au-dessus du sol, fournira le même champ qu'à une hauteur de 60 m.

L'effet de l'installation de la capacité superficielle à la plus faible hauteur (10 m) est d'accroître la capacité à 0,075 μfd. Ce nombre est seulement de 40 pour 100 inférieur à la capacité des condensateurs à air comprimé utilisés dans le circuit primaire d'oscillation de la station d'Arlington ; et, comme l'antenne basse peut être aisément isolée pour des tensions bien supérieures aux tensions habituellement utilisées dans les condensateurs (30 à 50 kv), il est possible de cette manière, en utilisant des capacités superficielles peu élevées, d'emmagasiner dans le circuit de

(1) E. BENNETT, *Electrician*, 6 avril 1917, t. LXXVIII, p. 18-20, 2 fig.

Digitized by Google

l'antenne plus d'énergie qu'on en emmagasine généralement dans les condensateurs des circuits primaires des stations de T. S. F. à grande puissance. Cela permet d'éviter l'emploi des circuits couplés qui sont actuellement utilisés dans les systèmes producteurs d'étincelles en T. S. F. et d'obtenir des oscillations légèrement amorties au moyen d'un circuit oscillant simple constitué par une capacité superficielle étendue, une inductance et un éclateur.

L'auteur résume dans un Tableau les constantes d'une antenne ainsi installée à 10 m au-dessus du sol. Il résulte de ces données que le décrément dû au rayonnement de l'énergie est très faible ; la diminution de tension ou de courant provenant des pertes par rayonnement est seulement de 0,0013 par période. Outre la perte par rayonnement, il y a d'autres pertes qui doivent être prises en considération, notamment, la perte RI^2 dans les conducteurs, les pertes par ionisation autour des conducteurs et les pertes dans l'éclateur. La résistance des conducteurs à des courants de 80 000 p : s, peut être aisément rendue inférieure à 0,01 ohm et les pertes par ionisation négligeables. La résistance équivalente de l'étincelle sera de l'ordre de 0,1 ohm (entre 0,05 et 0,15 ohm). Si la résistance équivalente de l'étincelle est évaluée à 0,1 ohm, la résistance totale d'amortissement est 0,12 ohm. Cette résistance entraînera un décrément de 0,014 par période.

L'antenne basse et les besoins de la réception. — L'auteur se demande maintenant si l'efficacité d'une antenne étendue pour la réception et l'absorption de l'énergie électromagnétique est indépendante (dans les limites précédemment établies) de sa hauteur au-dessus du sol.

La résistance d'une station réceptrice se compose : 1° de la résistance utile R_1, c'est-à-dire la résistance équivalente des dispositifs qui consomment une partie de l'énergie reçue et sont actionnés par elle ; 2° de la résistance ohmique inévitable R_2 des conducteurs d'antenne et des connexions avec le sol ; 3° de la résistance de rayonnement R_3 de l'antenne.

La valeur du 2° peut être rendue inférieure à celle du 3° et, de deux stations fonctionnant sous la même fréquence, la station ayant la résistance la plus grande devrait avoir, en général, la plus grande valeur de la résistance envisagée, dans le 2°. La résistance de rayonnement R_3 se déduit de l'expression $R_3 = 160 \frac{\pi^2 h^2{}_1 f^2}{s^2}$ ohms, et est donc proportionnelle au carré de la hauteur de la capacité superficielle.

Le Tableau I permet de comparer les constantes relatives à deux stations A et B dont les capacités superficielles sont à des hauteurs différentes : la surface A à la hauteur h_1 et la surface B à la hauteur nh_1, les antennes ayant la même superficie dans les deux stations.

On voit que les propriétés réceptrices des deux antennes correspondent à leurs propriétés rayonnantes respectives. Le courant dans l'antenne basse vaut n fois le courant dans l'antenne haute ; l'antenne basse emmagasine n fois plus d'énergie et a une constante de temps n fois plus grande. Le taux final du rayonnement est le même pour les deux stations ; autrement dit, les deux antennes extraient finalement l'énergie au même taux des ondes électromagnétiques qui passent, mais l'antenne élevée extrait l'énergie sous un taux plus élevé pendant les premiers stages de l'oscillation. L'antenne élevée devra donc répondre beaucoup plus facilement aux ondes fortement amorties que l'antenne basse. Ceci signifie, naturellement, qu'en recevant des ondes non amorties ou légèrement amorties, l'antenne élevée sera

Tableau I. — *Constantes relatives à des antennes basses et des antennes élevées.*

	STATION A	STATION B
Hauteur de la surface condensante.	h_1	nh_1
Voltage induit..................	E	nE
Capacité..................	C	Cn
Inductance..................	L	nL
Résistance de rayonnement.......	R	n^2R
Courant final (maximum).........	E/R	E/nR
Voltage final du condensateur (maximum)..................	$E/RC\omega$	$E/RC\omega$
Energie finale emmagasinée $\frac{1}{2} LI^2$.	$LE^2/2R^2$	$LE^2/2nR^2$
Ou.................. $\frac{1}{2} CE^2$.	$E^2/2R^2nC\omega^2$	$E^2/2R^2nC\omega^2$
Taux final du rayonnement.......	E^2/R	E^2/R
Constante de temps..............	$2L/R$	$2L/nR$

sujette à une interférence plus grande de la part des perturbations atmosphériques qu'une antenne basse. Pour réduire cette interférence dans le cas de stations à antenne élevée, une capacité additionnelle est utilisée dans les circuits protecteurs contre l'interférence. En d'autres termes, l'antenne basse peut être considérée comme équivalente à l'antenne élevée et au circuit protecteur combinés.

Si, maintenant, les deux stations que l'on compare contiennent des dispositifs de réception, la quantité de puissance dépensée dans ces dispositifs est maximum si la résistance R_1 des dispositifs d'utilisation est rendue égale à la résistance R_0. Avec la résistance R_1 ainsi proportionnée, le taux final auquel l'énergie est extraite des ondes qui traversent l'antenne est la moitié de celle qu'on aurait si les dispositifs d'utilisation étaient laissés hors du circuit. De l'énergie ainsi extraite, une moitié est dépensée dans les circuits d'utilisation et l'autre moitié rayonnée à nouveau. En sorte que, pour les deux sortes d'antennes, le taux maximum auquel l'énergie peut être dépensée dans les dispositifs d'utilisation est environ le quart du taux final du rayonnement, les dispositifs d'utilisation étant hors circuit. Et, comme ce taux du rayonnement est, comme on l'a montré antérieurement, le même pour les stations A et B, les conclusions déjà formulées sur les propriétés réceptrices relatives des deux stations ne sont pas altérées par l'insertion des dispositifs d'utilisation avec des résistances appropriées.

En résumé, les avantages comparés des antennes basses et des antennes élevées peuvent être résumés de la manière suivante :

Antenne basse.

Prix de revient inférieur (sauf dans le cas où le prix du terrain est très élevé).

Condensateurs puissants non nécessaires.

Fréquence simple d'oscillation.

Possibilité d'obtenir un décrément plus faible que lorsque des condensateurs puissants sont nécessaires.

Moindres chances de détérioration par la foudre.

Sans doute moins d'interférence par les perturbations atmosphériques.

Antenne élevée.

Plus faible courant d'antenne. Ceci peut présenter des avantages considérables lorsqu'on utilise des générateurs à arc ou des alternateurs à haute fréquence.

Un plus petit nombre d'isolateurs sont nécessaires ; il y a moins de chances d'interruptions dues à un défaut de l'isolateur.

A. B.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Direction du mouvement des trains par le téléphone aux États-Unis

TRAIN DESPATCHING TÉLÉPHONE SYSTEM

Le système d'exploitation des chemins de fer par le téléphone, appliqué pour la première fois en 1909, assurait, en mars 1914, le service de la conduite des trains sur 136 000 km de ligne aux Etats-Unis d'Amérique et au Canada : les réseaux de ces deux pays mesurant ensemble 456 000 km. L'auteur, après avoir exposé les avantages et la supériorité du téléphone sur le télégraphe, décrit d'abord l'organisation du service, l'exploitation par télégraphe et montre ensuite comment le télégraphe a pu être avantageusement remplacé par le téléphone; il décrit l'exploitation par téléphone, les appareils de sélection d'appel « Western Electric Company » qui permettent d'appeler, parmi un grand nombre, seulement la station voulue et il expose leur fonctionnement sur une ligne téléphonique reliant la station du chef du mouvement aux stations intermédiaires. Ce sont : 1° la conférence faite par M. Gregory Brown à l'A.I.E.E. (¹) et 2° les documents de la Western Electric Company qui ont donné à l'auteur les éléments nécessaires à l'élaboration du présent article.

I. – **Considérations générales.** — Jusqu'à présent, le télégraphe seul a été employé pour la direction du mouvement des trains dans la plupart des pays; il y a quelques années seulement, le téléphone a été reconnu capable d'assurer également ce service.

Les avantages les plus saillants du téléphone sur le télégraphe, toutes choses égales d'ailleurs, sont les suivants :

Le télégraphe exige des opérateurs spéciaux tandis que le téléphone peut être employé par tous les agents du chemin de fer indifféremment ; le téléphone met en contact immédiat et pour ainsi dire personnel le chef de qui émanent les ordres et les subordonnés chargés de l'exécution de ces ordres; les ordres sont transmis et reçus directement en langage ordinaire par le téléphone, tandis que le télégraphe exige en général deux traductions, l'une du langage ordinaire en signaux conventionnels, l'autre en sens inverse; la transmission et la réception par téléphone sont incomparablement plus rapides que par le télégraphe, et permettent la communication de renseignements circonstanciés dont la précision progressive obtenue par une conversation réelle serait impossible à atteindre par le télégraphe; le téléphone permet le maintien d'agents devenus, par suite d'infirmités ou de blessures, incapables d'assurer un service actif, alors qu'ils sont encore en parfaite vigueur, mais trop âgés pour pouvoir acquérir l'entraînement spécial nécessaire aux télégraphistes; beaucoup de ces agents sont des hommes compétents, connaissant à fond le service de la voie; et cependant les Administrations et les Compagnies, si elles veulent conserver ces hommes, doivent les immobiliser dans des emplois tout à fait secondaires, où leurs aptitudes spéciales ne rencontrent plus aucune utilisation. Une expérience prolongée, aux Etats-Unis, sur des lignes de tous genres, dont certaines atteignent et dépassent en longueur et en intensité de trafic les plus importantes lignes européennes, a permis de constater que le déroulement complet des mouvements indiqué par un graphique très chargé n'exige par téléphone que 55 pour 100 du temps demandé par télégraphe pour la conception, la transmission, la réception et la répétition des ordres nécessaires au mouvement des trains, sans compter le temps économisé dans le cas du téléphone par la suppression de télégraphistes à la transmission, à la réception et au passage.

Il est à remarquer que, si le télégraphe donne la trace écrite, la règle généralement suivie aux Etats-Unis est que le chef qui emploie le téléphone dicte les ordres mot à mot, et les écrit lui-même au fur et à mesure dans le livre d'ordres (fig. 2); l'agent réceptionnaire inscrit les ordres mot à mot dans un livre à souches et les répète ensuite mot à mot (fig. 7).

Ce contrôle personnel et immédiat a été reconnu supérieur en résultats pratiques au contrôle fait après un temps plus ou moins long au moyen des bandes télégraphiques toujours faciles à altérer ou à remplacer.

Nous nous proposons de présenter, aussi brièvement que possible, les méthodes, les circuits et les appareils employés actuellement par la grande majorité des Compagnies de chemins de fer américaines.

Afin de pouvoir apprécier les avantages et la supériorité du téléphone par rapport au télégraphe, nous dirons d'abord quelques mots sur le service d'exploitation par

¹ *Conférence faite au* Pacific Coast Meeting of the American Institute of Electrical Engineers, Los Angeles, April 25-28 1911

Digitized by Google

le télégraphe tel qu'il était pratiqué en Amérique; ceci nous permettra en même temps de montrer comment, à la méthode par télégraphe, a pu être substituée celle par téléphone.

Exigences et organisation du service. — La ligne à voie simple, double ou multiple d'une longueur d'environ 200 km est divisée en sections ou blocks; chaque section ayant une longueur de 8 à 10 km, le nombre de sections peut varier entre 25 et 20. Cependant, aux Etats-Unis, certaines lignes dépassent 400 km et comptent de 50 à 60 blocks. Au commencement de chaque section est placé un opérateur.

Le chef du mouvement ou despatcher a le contrôle absolu de toute la ligne; il fait exécuter le graphique de marche qui renseigne sur les heures d'arrivée, de départ et de passage aux stations et aux cabines de blocks de tous les trains réguliers de voyageurs et de marchandises, ainsi que sur les heures et les endroits de croisements et de dépassements. Il doit, en outre, intercaler dans le graphique toutes les modifications imposées par les circonstances momentanées : retards, accidents, etc. Ces conditions modifient constamment le graphique et obligent le despatcher à expédier tous les trains avec le minimum de délai en donnant à chacun l'ordre de priorité qui leur convient : directs ou rapides, postaux, ordinaires, fret périssable, etc., on reconnaîtra que le problème qu'il doit résoudre requiert beaucoup de prévoyance et de sang-froid.

Chacun des opérateurs est, d'autre part, maître dans sa section, sous la direction du despatcher. Il a pour mission de faire connaître au chef de mouvement les heures d'arrivée, de départ et de passage des trains et de lui donner tous les renseignements utiles concernant les événements et la situation de la voie : cause des retards, nature et importance des accidents, durée probable des réparations et toute autre information dont le chef de mouvement tiendra compte pour modifier ou réorganiser la marche des trains.

Exploitation par le télégraphe. — L'exploitation de chaque ligne de chemin de fer comprend trois principaux services qui sont assurés par trois circuits télégraphiques indépendants, savoir :

1° Circuit télégraphique exclusivement affecté au chef du mouvement pour diriger le mouvement des trains; le chef du mouvement donne des ordres aux chefs de gare et de postes intermédiaires de la ligne, et reçoit de ces derniers les rapports sur l'exécution du service;

2° Circuit télégraphique pour le service d'intercommunication entre les différents points intermédiaires pour toutes les communications diverses et secondaires se référant à l'exploitation; très souvent, ce circuit est utilisé pour le service télégraphique commercial, surtout lorsque les mêmes employés desservent les chemins de fer et les télégraphes;

3° Circuits télégraphiques pour le service entre deux postes de block successifs. Ces circuits sont purement locaux, un poste de block ne pouvant communiquer qu'avec les postes d'aval et d'amont.

Parallèlement au circuit télégraphique affecté exclusivement au despatcher, il y a généralement plusieurs circuits télégraphiques omnibus qui desservent toutes les stations et postes se trouvant le long de la ligne. Comme il est absolument nécessaire que le circuit du despatcher soit constamment ininterrompu, à chaque poste il est disposé un tableau de coupure par où passent tous les circuits, de sorte que, si le circuit du despatcher est interrompu, on peut le remplacer par tout autre fil, par une simple commutation effectuée aux tableaux de coupure de deux postes entre lesquels la rupture s'est produite.

Pour transmettre un ordre à un ou plusieurs opérateurs qui, à leur tour, le communiquent au personnel des trains, le despatcher les appelle par la répétition de leur indicatif jusqu'à ce qu'il obtienne de tous la réponse « Prêt à recevoir »; il donne ensuite l'ordre que tous les opérateurs intéressés répètent à tour de rôle afin que le despatcher puisse s'assurer que son ordre a été bien compris.

Les autres postes qui n'ont pas été appelés par le despatcher peuvent cependant prendre connaissance des ordres transmis à leurs collègues par le fonctionnement des appareils de passage intercalés dans la ligne. Tout opérateur qui le désire peut se mettre au courant de l'ensemble du trafic de la ligne.

La transmission en sens inverse des opérateurs au despatcher se fait de la même façon.

Nous ferons remarquer ici que, si le télégraphe permet la correspondance entre le despatcher et les opérateurs qui tous sont munis d'appareils perfectionnés, installés très soigneusement dans les bureaux à l'abri des intempéries, vérifiés et entretenus par un personnel spécialiste, il n'en est pas ainsi pour la correspondance très souvent nécessaire entre le personnel des trains et le despatcher, cas qui se présente lorsqu'un train est en détresse à un point quelconque de la voie et éloigné d'une gare ou d'un poste intermédiaire, on est alors obligé de recourir au poste télégraphique le plus voisin, d'où retards énormes dans tout le service. Pour remédier à cet inconvénient, on intercalait, dans une ligne télégraphique spéciale amenée à hauteur d'homme le long d'un poteau, un appareil manipulateur transporté par le train. Les extrémités de cette ligne aboutissent dans une boîte dont la porte sert de commutateur et donne, quand elle est fermée, la communication directe.

Cependant, comme le dit le regretté professeur M. Stevart [1] :

« Les télégraphes volants ne rendent pas tous les services que l'on pourrait en attendre; les agents des trains sont toujours de médiocres télégraphistes et les appareils qui ne fonctionnent qu'en cas d'alarme, de médiocres appareils. Il en résulte des pertes de temps qui rendent illusoire la rapidité que l'on espérait obtenir.

» Les appareils *téléphoniques* semblent, au contraire,

[1] *Traité d'Exploitation des chemins de fer*, par MM. A. Flamache, A. Huberti et A. Stevart. Deuxième partie (1er fascicule, p. 15), Liége, Charles Desoer, éditeur, 1887.

Digitized by Google

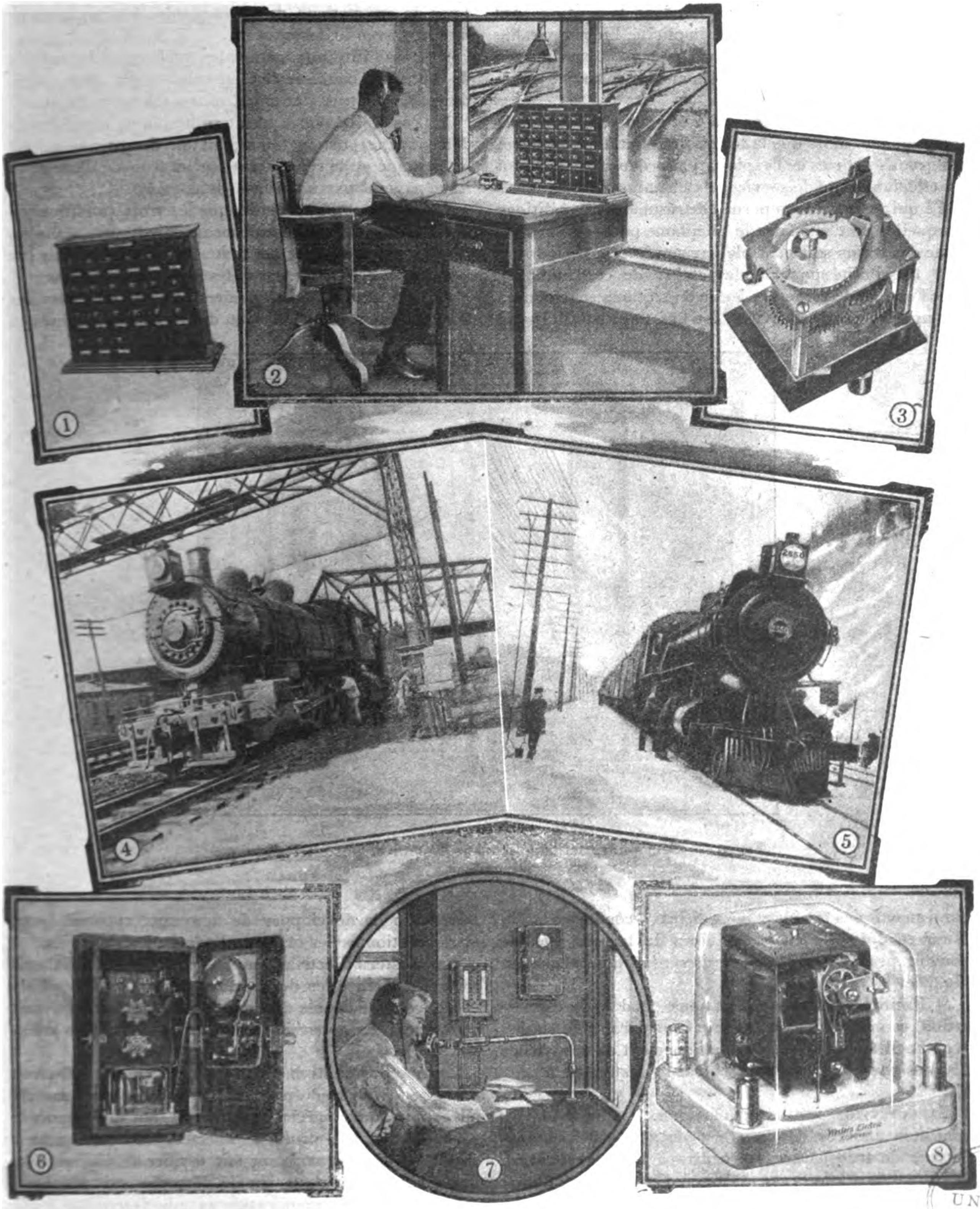


Fig. 1. Tableau des clés de sélection « Western Electric Company » No.50 A. — Fig. 2. Le chef du mouvement communiquant avec une station intermédiaire. — Fig. 3. Clé de sélection (vue arrière). — Fig. 4. Poste téléphonique sur poteau ; le personnel d'un train en détresse communique avec le despatcher. — Fig. 5. Poste téléphonique portatif raccordé à une ligne téléphonique par une perche extensible avec cordons. — Fig. 6. Appareil avec sélecteurs « Western Electric Company » No.101 A. — Fig. 7. Le préposé d'une station intermédiaire communiquant avec le chef du mouvement. — Fig. 8. Sélecteur « Western Electric Company » No.50 A.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF

Digitized by Google

être appelés à un certain avenir dans la pratique des chemins de fer : leur extrême simplicité, l'incomparable facilité avec laquelle on en fait usage, sont des propriétés précieuses qui permettent de les mettre entre les mains d'agents inexpérimentés. »

L'ouvrage cité ci-dessus a été écrit en 1887 et depuis cette époque, alors que la téléphonie était à son enfance, les grands maîtres de l'exploitation prévoyaient l'emploi du téléphone dans le service des chemins de fer.

Ce qui précède nous permet de résumer les conditions auxquelles doit satisfaire le téléphone pour que la conduite des trains soit possible par son intermédiaire :

1° Possibilité, pour le despatcher, de communiquer avec l'une quelconque des 50 ou 60 stations échelonnées le long d'une ligne d'environ 400 km, et possibilité pour l'une de ces stations de correspondre à n'importe quel moment avec le despatcher;

2° Possibilité, pour un nombre quelconque de stations, de prendre connaissance simultanément des ordres donnés à d'autres stations directement intéressées;

3° Possibilité d'essayer et au besoin de réparer rapidement une portion du circuit du despatcher qui est interrompu en le remplaçant par un tronçon d'une autre ligne passant par un tableau de coupure.

Nous dirons tout de suite que les trois conditions ci-dessus peuvent, sans aucun inconvénient, être réalisées.

D'autres avantages peuvent même être obtenus par l'emploi du téléphone parmi lesquels nous citerons :

a) Facilité aux fonctionnaires qui ne sont pas des télégraphistes, mais qui sont directement intéressés au mouvement des trains : mécaniciens, conducteurs de trains en détresse, chefs d'équipes de la voie, etc., de pouvoir prendre connaissance des conditions du trafic (fig. 3 et 4).

b) Facilité d'appeler les stations pendant la conversation, ce qui représente un gain considérable de temps.

c) Facilité de notifier automatiquement au despatcher que le signal d'appel a été reçu par le poste appelé.

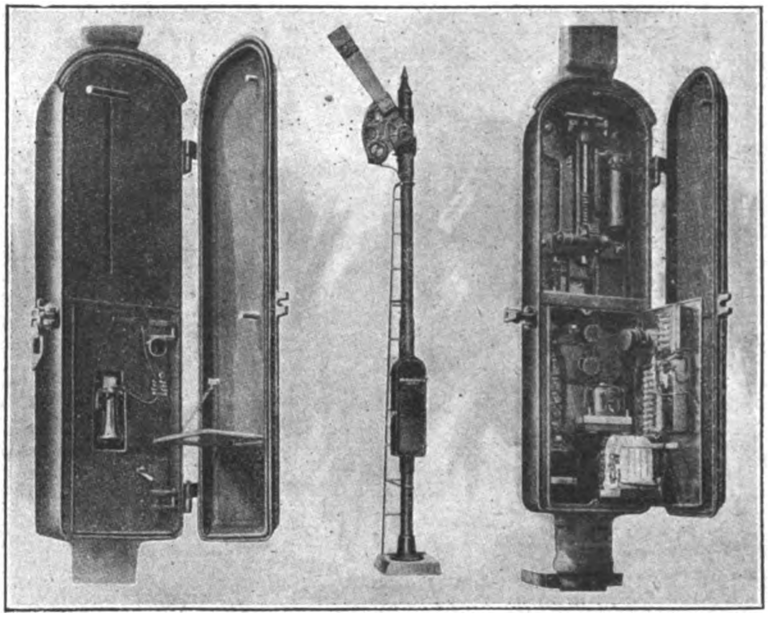


Fig. 9. — Sémaphore actionné par le sélecteur et poste téléphonique sur poteau.

Exploitation par le téléphone. — La première condition énoncée ci-dessus est de permettre au despatcher de transmettre ses ordres à l'une quelconque des 50 ou 60 stations sur une ligne d'environ 400 km ou plus. On verra immédiatement que cette condition ne peut être réalisée par l'application d'appareils téléphoniques ordinaires: il s'agit d'appeler une station et celle-là seulement parmi un grand nombre, de choisir en quelque sorte la station désirée. Pour cela, il a été nécessaire de développer de nouveaux appareils pour faire fonctionner les organes d'appel : les sonneries.

La Western Electric Company s'est faite la collaboratrice des Compagnies de chemins de fer des États-Unis et a développé depuis dix ans déjà, et perfectionné tout récemment des appareils de sélection d'appel ou *sélecteurs*.

Chaque poste intermédiaire est pourvu d'un sélecteur (fig. 6 et 8 *bis*) le despatcher, en manœuvrant une clé ou commutateur spécial (fig. 1 et 3), fait fonctionner le sélecteur du poste voulu, le sélecteur fait fonctionner à son tour une sonnerie ou fait tomber le voyant d'un annonciateur. Le poste appelé décroche son téléphone et se trouve en communication avec le despatcher.

1° *Circuits*. — Un seul circuit téléphonique à double fil dessert toutes les sections et raccorde entre eux le poste du despatcher et les postes de tous les opérateurs. Ce circuit téléphonique est généralement posé sur les

Digitized by Google

mêmes poteaux qui supportent d'autres lignes téléphoniques interurbaines.

En faisant passer ces différents circuits par des tableaux de coupure, il est possible de satisfaire à la condition 3°, c'est-à-dire de pouvoir, à tout instant, remplacer un tronçon de ligne du despatcher par un tronçon d'une autre ligne d'importance secondaire. Ces tableaux de coupure sont placés à tous les postes intermédiaires.

2° *Transmission des ordres.* — Pour transmettre ses ordres, le despatcher appelle sans aucune intervention des autres le ou les postes intéressés; il est averti de la réception de l'appel par un signal auditif distinct qui dure aussi longtemps que dure l'appel; l'appel peut être répété et prolongé à la volonté du despatcher.

Quand les postes intéressés sont prêts, le despatcher dicte et les opérateurs écrivent les ordres mot à mot. Le despatcher écrit les ordres mot à mot au fur et à mesure qu'il les énonce, de façon à éviter une dictée trop rapide et à assurer la concordance exacte du texte écrit. Les ordres sont ensuite répétés successivement par chaque opérateur mot à mot, et le despatcher pointe chaque mot dans son registre au fur et à mesure qu'il est énoncé. Le pointage est donc opéré de telle façon que, si trois opérateurs ont reçu les mêmes ordres, chaque mot de ces ordres sera pointé trois fois (fig. 1 et 2).

Les agents réceptionnaires des ordres les écrivent soit dans des registres, soit sur des formulaires multicopiants.

Lorsque des ordres sont donnés directement par le despatcher au personnel des trains, le mécanicien et le conducteur doivent aller ensemble au poste téléphonique; l'un reçoit l'ordre, l'autre écrit sous la dictée du premier. La répétition se fait en sens inverse; celui qui a écrit répète l'ordre, et celui qui l'a reçu collationne le texte. Des formulaires multi-copiants sont déposés dans tous les postes téléphoniques de la voie ou dans les boîtes de connexion.

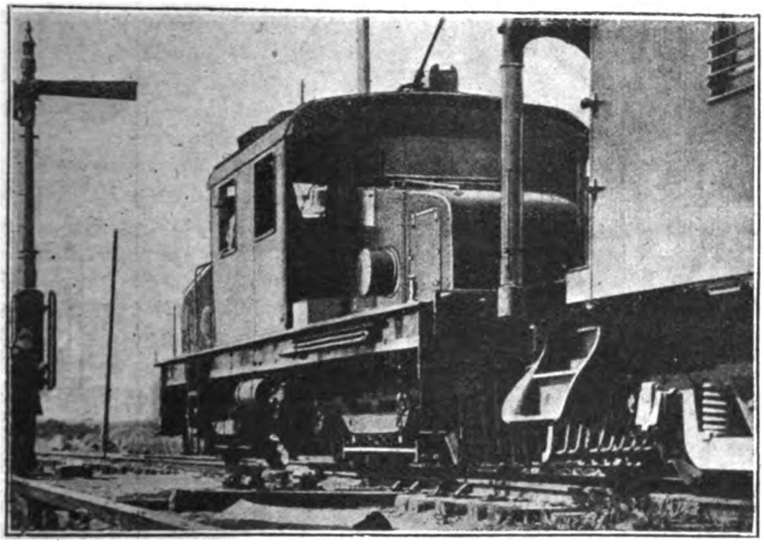


Fig. 10. — Personnel d'un train arrêté par le sémaphore se servant du poste téléphonique fixé sur le poteau du sémaphore.

Dans le système de la Western Electric, système mis en service depuis plusieurs années et sanctionné par une indiscutable expérience, le despatcher appelle à volonté un, plusieurs, ou tous les postes de la ligne simultanément; chaque fois, il reçoit en retour le signal indiquant la réception de l'appel, ce qui n'existe pas par le télégraphe.

En cas d'appels successifs de plusieurs postes, il peut converser avec un poste pendant qu'il en appelle un autre, sans aucun trouble dans la conversation, ce que le télégraphe ne permet pas.

Le temps nécessaire à l'appel d'un poste varie de 8 à 30 sec suivant le numéro du poste; cette durée de 30 sec peut être considérée comme un maximum absolu, car c'est la durée nécessaire à l'appel de tous les postes simultanément, y en eût-il 50 ou 60.

Il ne faut aucune instruction spéciale pour manœuvrer les appareils : toute personne est capable de le faire, vu surtout l'énorme extension de la téléphonie.

Tous les trains étant pourvus de postes téléphoniques portatifs et de prises de courant (fig. 5) (perches extensibles en bambou, cordons et fiches correspondant à des jacks de poteaux, etc.) et des postes téléphoniques de route étant installés à demeure (fig. 4), le long de la voie, le personnel des trains peut correspondre à tout instant avec le despatcher. Les postes fixes de route peuvent être pourvus d'un petit sémaphore (fig. 9 et 10) commandé par le despatcher et dont l'apparition signale au personnel d'un train l'obligation de s'arrêter et de prendre les ordres du despatcher. (Ce dernier dispositif n'est évidemment qu'un perfectionnement secondaire, la visibilité du sémaphore téléphonique ne dépassant pas celle des signaux de la voie.)

Digitized by Google

Les opérateurs ou les agents des trains peuvent à tout instant correspondre avec le despatcher ; il leur suffit, après avoir convenablement raccordé l'appareil portatif, de mettre le récepteur à l'oreille et d'écouter un instant pour ne pas déranger brusquement une conversation en cours. Mais, même si une conversation est en cours, ils peuvent, sans qu'il en résulte aucun inconvénient sérieux, déranger cette conversation et demander au despatcher la priorité.

II. — Description du système « train despatching » de la Western Electric Co. — Poste du despatcher : organes d'appel. — La figure 11 indique comment les appareils sont reliés entre eux et au poste du despatcher. Ils sont tous groupés dans une boîte à l'exception de la batterie de piles et des clés de sélection. Ces dernières sont disposées dans un tableau en nombre égal au nombre des stations (fig. 1). Le tableau pouvant se placer sur le pupitre du despatcher (fig. 2), toutes les clés sont à sa portée. Elles sont actionnées en tournant la manette d'un quart de tour, par ce mouvement une roue partiellement dentée R est mise en action et, les dents venant frotter contre les ressorts A, il en résulte que le circuit de la batterie B se ferme et s'ouvre autant de fois qu'il y a de dents, c'est-à-dire qu'un certain nombre d'impulsions de courant sont lancées dans le relais RT. Ce dernier en attirant ses deux armatures ferme et ouvre le circuit de la batterie principale C sur la ligne téléphonique un nombre de fois égal à celui des impulsions de courant. Comme on le verra plus loin, le fonctionnement

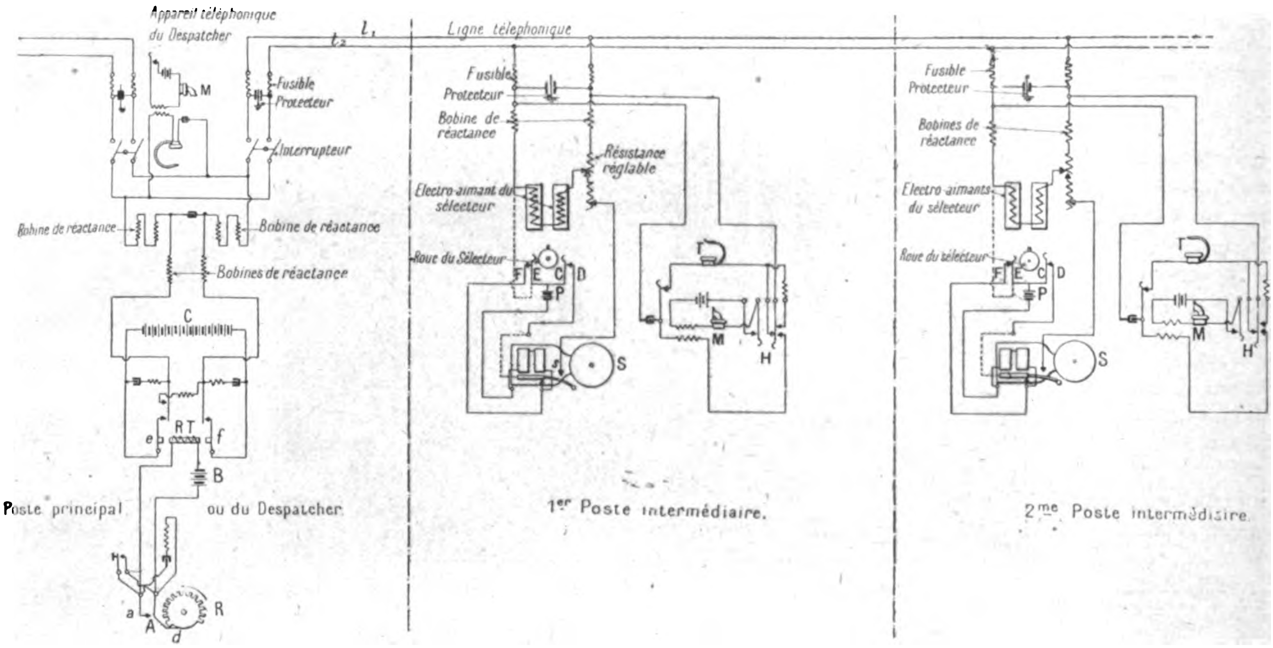


Fig. 11. — Schéma du poste principal et des postes intermédiaires et leur raccordement à la ligne téléphonique.

des sélecteurs exige que la première et la dernière impulsion soient longues, que les suivantes soient courtes et qu'elles se succèdent rapidement. Ceci est obtenu par le profil convenablement choisi de la roue.

Toutes les clés sont identiques en ce qui concerne la taille des dents et leur nombre, elles se règlent pour l'une ou l'autre station simplement en couvrant les dents en trop par deux cames réglables qui, en outre, servent à déterminer la longueur de la dernière impulsion de courant et, par conséquent, la durée pendant laquelle la sonnerie fonctionne au poste appelé.

Chaque clé est un organe indépendant des autres pouvant être remplacée sans aucune connexion ni outils.

L'ensemble du circuit du poste du despatcher comprend : des résistances, des condensateurs, des bobines de self-inductance.

Les condensateurs et résistances montés en dérivation sur les ressorts de la clé de sélection ainsi que sur les armatures et contacts du relais RT, ont pour but évident de supprimer l'effet des étincelles de rupture ; les condensateurs en dérivation sur la ligne et les bobines de self-inductance en série avec la ligne ont pour but d'adoucir la courbe des courants d'appel transmis et d'empêcher ainsi toute interférence nuisible sur les conversations en cours ; ceci permet donc d'effectuer l'appel d'une station, même pendant la durée d'une conversation, sans gêner celle-ci.

D'autre part, le poste téléphonique du despatcher est placé au delà de ces self-inductances sur la ligne afin que l'on puisse percevoir dans le récepteur les interruptions qui se produisent pendant le fonctionnement de la sonnerie de la station appelée, ce qui constitue un signal de retour témoignant au despatcher que l'appel a bien eu lieu.

Poste téléphonique. — Le poste téléphonique est généralement constitué par un récepteur serre-tête que

Digitized by Google

le despatcher a constamment sur réception et un microphone plastron (fig. 2), une bobine d'induction, un condensateur, une batterie de trois piles sèches. Ce poste est analogue à un poste à pile local ordinaire. Une clé à blocage permet de ne fermer le circuit du microphone que pendant le temps nécessaire à la transmission afin d'économiser les piles. Cette clé peut, au besoin, être manœuvrée par le pied de l'opérateur.

Poste d'une station : organes d'appel. — Chacun des postes comporte un sélecteur placé en dérivation sur la ligne (fig. 6 et 8).

Le sélecteur montré schématiquement sur la figure 12 consiste en deux électro-aimants M_1 et M_2 à deux bobines chacun, connectés en série; leur ensemble est placé en dérivation sur la ligne à travers deux bobines de self-inductance fixes et une résistance réglable permettant d'obtenir, pour le fonctionnement de chacun d'eux, une intensité de courant déterminée, quelle que soit la position de la station sur la ligne.

L'ensemble de cette dérivation possède une impédance très élevée, de sorte qu'il est pratiquement possible de mettre 50 ou 60 sélecteurs en dérivation sur la ligne sans nuire à la puissance de la transmission téléphonique.

Le sélecteur comporte une roue dentée sur un axe mobile, maintenue au repos par un ressort antagoniste à spirale; elle porte un contact qui, au repos, bute contre un arrêt qui peut occuper une position variable pour chaque sélecteur. Par la rotation de la roue dentée, ce contact peut être amené à toucher un contact fixe fermant ainsi le circuit de la sonnerie.

La butée d'arrêt réglable porte, sur la partie opposée où appuie le contact mobile, un contact utilisé pour la transmission simultanée de l'heure à toutes les stations à la fois pour transmettre un ordre général.

Pour ces deux derniers cas le circuit de la sonnerie se ferme lorsque la roue dentée de chaque sélecteur fait un tour complet, ce qui est obtenu lorsque le despatcher manœuvre une clé spéciale.

L'électro-aimant M_2 est à mouvement lent, et M_1 est à mouvement rapide.

Lorsque l'armature T_1 (rapide) est attirée, le cliquet A s'engage avec une dent de la roue en la forçant à avancer d'une dent. Lorsque l'armature T_2 (lent) est attirée, le cliquet B s'engage avec une dent de la roue et retient celle-ci dans la position d'avancement prise par le mouvement de A.

Afin que la roue puisse tourner progressivement d'une dent, il est nécessaire que le cliquet B soit continuellement appliqué contre les dents de la roue, c'est ce qui est obtenu par le mouvement lent de l'électro-aimant M_2.

Les impulsions transmises par la manœuvre de la clé correspondant au poste du despatcher se succèdent dans l'ordre suivant : une impulsion d'assez longue durée, un nombre déterminé d'impulsions rapides, un courant constant d'une certaine durée.

Ces impulsions actionnent tous les sélecteurs dérivés sur la ligne comme suit : la première impulsion longue actionne les deux électro-aimants et les deux cliquets A et B s'engagent avec la roue dentée ; les impulsions rapides qui suivent actionnent l'électro-aimant M_1 (rapide) qui, par son armature T_1, agit sur le cliquet A en faisant avancer la roue d'autant de dents qu'il y a d'impulsions rapides ; l'armature de l'électro-aimant M_2 (lent) reste constamment attirée sous la double action des impulsions rapides et de courants induits par ces impulsions dans un enroulement spécial dont M_2 est recouvert en plus de son enroulement ordinaire, de cette façon le cliquet B de retenue reste toujours engagé avec les dents de la roue qui est ainsi empêchée de se dérouler.

Le nombre déterminé d'impulsions rapides étant transmis, le contact mobile porté par la roue vient toucher le contact fixe, et le circuit de la sonnerie est fermé dès ce moment. Mais le courant constant qui suit les impulsions rapides fait attirer les deux armatures des deux électro-aimants d'une manière continue et le circuit de la sonnerie reste fermé pendant la durée du courant constant. Lorsque ce courant cesse, les deux armatures T_1 et T_2 retombent, les cliquets sont désengagés, la roue devient libre et revient à sa position première sous l'action du ressort antagoniste à spirale.

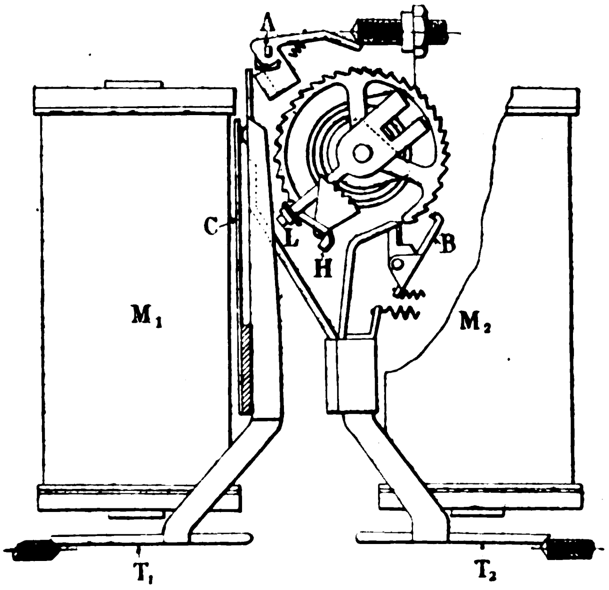


Fig. 12. — Sélecteur « Western Electric Company » No. 50. A. Schéma montrant son fonctionnement.

Tous les autres sélecteurs en dérivation sur la ligne, tout en ayant reçu le même nombre d'impulsions que le sélecteur visé, ne ferment pas le circuit de leur sonnerie.

Supposons, en effet, que l'on ait appelé la station n° 10, tous les sélecteurs avancent leur roue dentée de 10 pas et les neuf premiers sélecteurs fermeront pour un instant infiniment petit le circuit de la sonnerie; si l'on considère que les sélecteurs marchent à une vitesse de 8 à 10 pas : sec, l'on verra que la durée de la ferme-

Digitized by Google

ture du circuit de la sonnerie sera d'un dixième de seconde, ce qui est trop peu pour faire fonctionner la sonnerie eu égard à l'inertie de l'armature de cette dernière. Donc, un faux signal n'est pas possible aux stations autres que celle que l'on a voulu appeler. Tous les sélecteurs reviennent à leur position de repos dès que le courant est interrompu sur la ligne.

Afin d'éliminer les piles locales de la sonnerie à chaque station, la Western Electric construit aussi des sélecteurs pouvant actionner la sonnerie par la même batterie centrale placée au bureau du despatcher.

En résumé, le fonctionnement du système est le suivant (voir la fig. 11).

Supposons que le despatcher désire appeler le poste intermédiaire n° 2 : il manœuvre la clef n° 2 dont la roue dentée R se met en mouvement, ses dents viennent toucher le ressort A qui est dès lors pressé contre le ressort *a* ; dans ce cas particulier, il y aura, outre la large dent *d*, deux dents qui viendront toucher le ressort A ; il y aura donc une longue fermeture du circuit de la batterie B et une ouverture suivie de deux fermetures brèves ; conséquemment le relais RT attirera ses armatures *e* et *f* pendant une longue période et deux courtes périodes, ce qui aura pour effet de fermer le circuit de la batterie C sur la ligne téléphonique l_1, l_2, pendant les mêmes périodes de temps, il s'ensuit que des émissions ou impulsions de courant sont transmises sur la ligne téléphonique ; la première impulsion longue et les deux impulsions rapides font avancer la roue du sélecteur du poste intermédiaire n° 2 de deux pas, le contact mobile porté par la roue vient presser contre les deux ressorts C et D qui, par leur contact, ferment le circuit de la pile P et de la sonnerie S qui fonctionne pendant toute la durée du contact constant qui suit l'envoi des deux impulsions, en appelant l'attention du fonctionnaire du poste n° 2. Le battant de la sonnerie en vibrant vient en contact avec le ressort *s* en produisant une variation de potentiel aux bornes du récepteur T du poste téléphonique du despatcher qui est ainsi avisé, par un son spécial, que la sonnerie a fonctionné.

L'agent du poste n° 2, en manœuvrant la clé H de son appareil téléphonique, se met en communication avec le despatcher et prend connaissance des ordres qui lui sont transmis.

Si, par contre, c'est l'agent du poste intermédiaire n° 2 qui désire transmettre un message ou un rapport, il manœuvre simplement la clé H et parle au despatcher qui est constamment en écoute avec son récepteur serre-tête.

Conclusions. — On peut affirmer que les dispositifs de Train Despatching Telephone System de la Western Electric, qui ont supplanté en Amérique, et notamment aux Etats-Unis, toutes les méthodes antérieures identiques ou semblables aux méthodes encore en cours en Europe, sont incontestablement supérieures à ces dernières sous le rapport de la simplicité, de la rapidité, de la sécurité et du rendement.

Il n'est pas discutable que les grandes Compagnies de chemins de fer des États-Unis n'ont examiné et définitivement adopté à l'exclusion de tous autres les systèmes de la Western Electric qu'en parfaite connaissance de cause.

On peut rechercher alors les raisons pour lesquelles ces systèmes, perfectionnés et plus conformes aux intérêts tant des voyageurs que des Administrations et Compagnies, ne sont pas accueillis avec plus de faveur en Europe. L'objection principale à leur adoption est qu'ils ne s'appliquent pas suffisamment aux méthodes européennes d'exploitation.

Cet argument ne serait-il pas plus vrai s'il était présenté sous la forme suivante : « Le système despatching de la Western Electric a été conçu pour s'appliquer à des méthodes d'exploitation supérieures aux méthodes européennes ».

Il y aurait vraisemblablement lieu, et nous sommes convaincu qu'un avenir prochain rendra indispensable de modifier les méthodes européennes pour les mettre à même de bénéficier des avantages considérables que procurent tant au public qu'aux exploitants, des systèmes qui réunissent toutes les garanties de sécurité et de conservation et qu'une expérience déjà longue a définitivement consacrés.

M. Casamassima.

Le chemin de fer électrique à récupération de Gergal à Santa-Fé (Espagne)

Sur les lignes de montagne, la traction électrique avec récupération de l'énergie est susceptible de donner des résultats économiques intéressants, si le profil s'y prête. La dépense de combustible de l'usine génératrice est très réduite, la majeure partie de l'énergie nécessaire à la traction dans les rampes se trouvant fournie par les trains qui descendent les pentes au même moment. Ce système est beaucoup plus avantageux — au triple point de vue technique, commercial et financier — que la traction par locomotives à vapeur. L'auteur décrit ci-dessous une installation de ce genre, qui a été réalisée il y a six ans en Espagne et a donné les meilleurs résultats.

La Compagnie des chemins de fer du sud de l'Espagne a ouvert à l'exploitation électrique, en juin 1911, la ligne de Gergal à Santa-Fé, longue de 22 km, qui dessert une importante région minière et était antérieurement exploitée par la traction à vapeur. Cette électrification de chemin de fer, la première réalisée en Espagne, fut motivée par les difficultés sans cesse grandissantes qui se présentèrent, en 1906, à cause de l'augmentation importante du trafic-marchandises.

Le chemin de fer de Gergal à Santa-Fé, à voie

Digitized by Google

unique, présente sur son parcours des déclivités fréquentes de 28 mm par mètre. La voie, à écartement de 1,673 m, est formée de rails de 30,5 kg par mètre courant. Les courbes ont un rayon minimum de 300 m. Le poids des trains remorqués est respectivement de 150 t pour les trains montants, composés de wagons vides et allant vers Gergal, et 450 t pour les trains descendants, composés de wagons chargés et allant vers Santa-Fé.

La traction à vapeur a été conservée pour les trains de voyageurs dont le service est peu important.

La vitesse des trains de minerai a été doublée dans les rampes et portée de 12 km à l'heure (trains à vapeur) à 25 km à l'heure (trains électriques). L'horaire prévoit deux trains à la fois et en sens inverse : ils se croisent à Fuente-Santa, gare intermédiaire de la ligne.

Le profil en long du chemin de fer s'adapte parfaitement bien à la récupération, les trains descendants étant plus lourds que les trains montants. C'est la raison pour laquelle a été choisi le courant triphasé qui permet de réaliser simplement cette récupération et de limiter en même temps la vitesse des trains descendants.

Usine génératrice. — L'énergie électrique nécessaire est produite par une centrale à vapeur (fig. 1), installée à Santa-Fé [1].

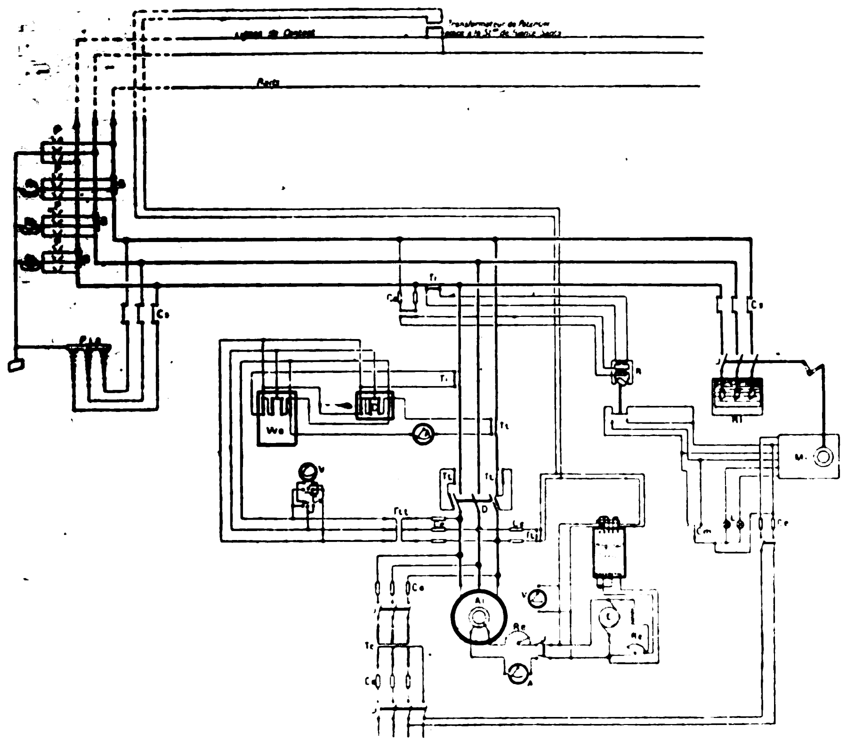


Fig. 1. — Schéma de l'usine centrale de Santa-Fé.

A, ampèremètre; V, voltmètre; W, wattmètre; C, compteur; Ti, transformateur d'intensité; Tt, transformateur de tension; Ttt, transformateur de tension triphasée; Td, transformateur d'éclairage; P, parafoudre; Pje, parafoudre à jet d'eau; B, bobine de self-induction; Rh, résistance hydraulique; T, terre; Cs, sectionneur; R, relais; Re, rhéostat d'excitation; Cc, coupe-circuit; I, interrupteur; Cm, commutateur; Al, alternateur; Cv, commutateur de voltmètre; Rl, résistance liquide; L, lampe; Mi, moteur de commande; D, disjoncteur; E, excitatrice.

Le courant triphasé, 6000 v, 25 p : sec., est engendré par un alternateur calé directement sur l'arbre d'une machine à vapeur Cross-Compound, type Lentz. L'alternateur tourne à la vitesse de 107 t : m et a une puissance de 750 kw (cos $\varphi = 0,8$); il peut supporter une surcharge de 20 pour 100 pendant une demi-heure. La machine à vapeur, d'une puissance de 700 ch, est munie d'un condenseur à mélange qui peut ne pas être employé grâce à un robinet à trois voies.

Un volant de 30 tonnes et 4,80 m de diamètre complète le groupe électrogène et commande par courroie l'excitatrice de l'alternateur (puissance de 25 kw, 1 280 t : m).

Une résistance liquide, prévue dans l'équipement de la station centrale, absorbe automatiquement de l'énergie au cas où celle que restitue un train descendant ne serait pas utilisée au même moment par un train montant. Sinon, l'alternateur de l'usine fonctionnerait en moteur synchrone et s'emballerait ainsi que le train descendant.

La chute de tension est réglée au moyen d'un transformateur de tension installé à Fuente-Santa qui communique avec un régulateur Tirrill agissant sur l'excitation de l'alternateur de l'usine génératrice.

[1] Cet emplacement à une extrémité de la ligne a été choisi en raison de l'électrification projetée de la section de Santa-Fé à Almeria.

Digitized by Google

Ligne de distribution. — La ligne de contact, à 3 conducteurs, est constituée par deux fils aériens et la voie de roulement. Les fils sont soutenus au moyen de transversaux fixés aux poteaux par l'intermédiaire d'isolateurs en ambroïne et de brides en fer galvanisé susceptibles d'un déplacement vertical pour le réglage de la hauteur des fils de contact (5,60 m au-dessus des rails en pleine voie; 5 m et même 4,80 m dans les tunnels). Dans les tunnels, dont la longueur varie de 95 à 320 m, les transversaux sont fixés à des crochets en

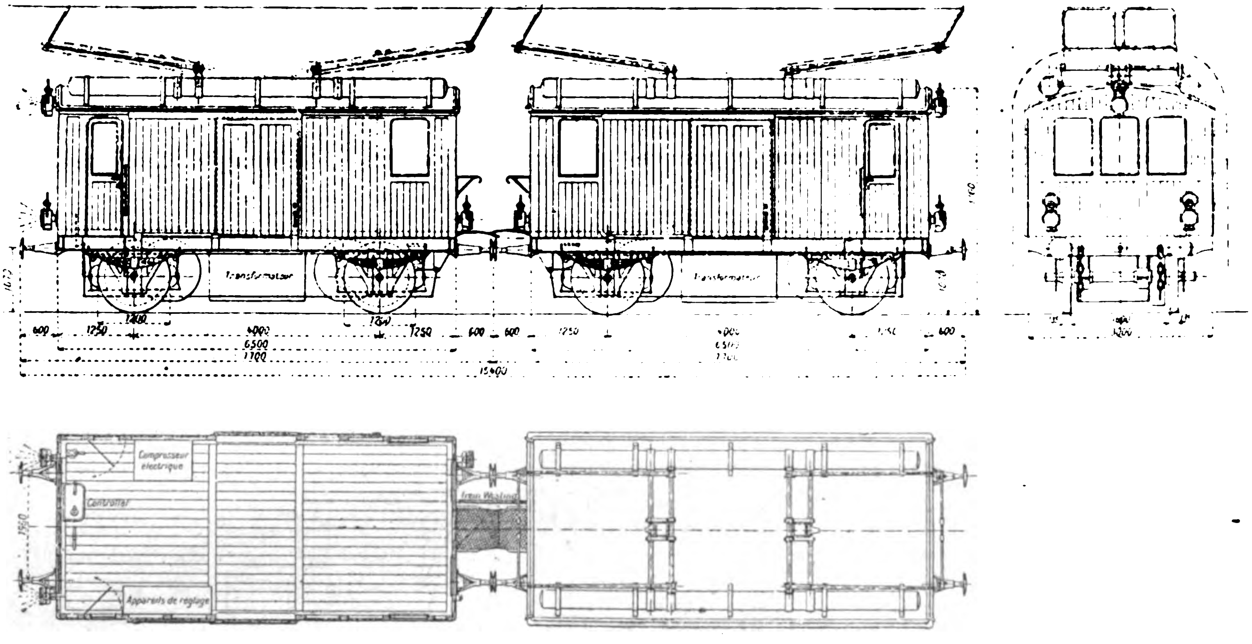


Fig. 2, 3 et 4. — Tracteur double à marchandises.

acier galvanisé scellés dans la paroi. Aux traversées de ponts, on utilise des tubes en fer assemblés, fixés à des semelles adaptées aux longerons et aux traverses du pont.

Dans les stations et les tunnels, on remplace les isolateurs en ambroïne par des isolateurs en porcelaine, plus esthétiques et moins encombrants.

Les poteaux sont espacés de 35 m en alignement droit, de 22 à 28 m dans les courbes.

Les deux fils de contact sont fixés aux transversaux

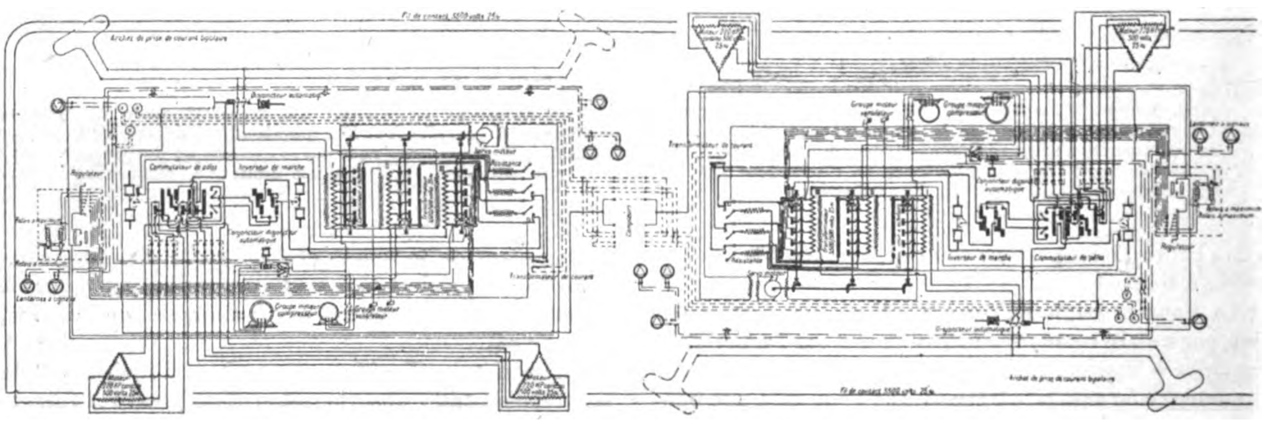


Fig. 5. — Schéma des connexions électriques des tracteurs.

au moyen de supports constitués par un isolement double en ébonite et en porcelaine. Ils sont protégés contre les décharges atmosphériques au moyen de trois parafoudres à rouleaux, système Wurtz.

Les connexions électriques entre les rails sont réalisées au moyen d'éclisses souples, système Carpentier-Rivière, placées sous le rail et rivées à celui-ci.

Locomotives électriques a marchandises. — A la suite d'une étude approfondie, la Compagnie a adopté

Digitized by Google

pour remorquer les trains de marchandises des tracteurs doubles, dont chaque unité a deux essieux moteurs et pèse 26 t. Il est possible, en cas de besoin, de marcher avec un tracteur simple, dont les deux archets

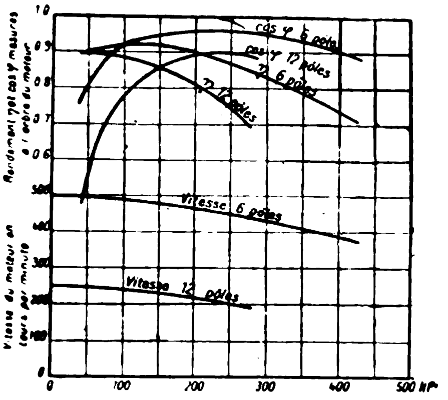


Fig. 6. — Diagramme des caractéristiques des moteurs.

doubles sont alors utilisés pour permettre le passage sans interruption de courant et le démarrage dans les aiguillages.

L'effectif du matériel moteur électrique du chemin de fer de Gergal à Santa-Fé comprend cinq tracteurs simples, constituant deux tracteurs doubles et une réserve.

Les dessins (fig. 2, 3 et 4) montrent l'aménagement de la caisse, dont l'éclairage et l'aération ont été soigneusement prévus par des fenêtres, et ils donnent les dimensions principales.

Chaque unité de tracteur comporte deux moteurs triphasés de 220 ch, 550 v, 25 périodes, qui attaquent les essieux par l'intermédiaire d'un engrenage dont le rapport de réduction est 1 : 4,5. La tension aux fils de contact étant de 5 200 v, un transformateur triphasé de 300 kv-A

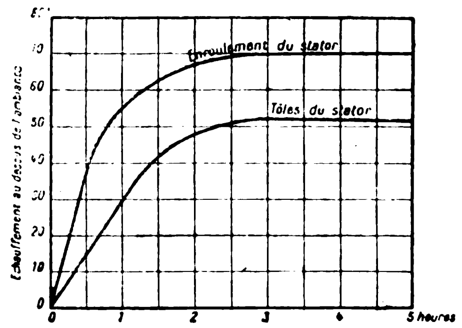


Fig. 7. — Courbes d'échauffement des moteurs.

25 périodes, est prévu entre les archets et chaque moteur.

Pour permettre de marcher à la vitesse de 12,5 km : h et faciliter les démarrages, ces moteurs sont du type à induit en court-circuit et à dédoublement du nombre des pôles du stator. Pour un couplage à 6 pôles, les moteurs tournent à 500 tours, et le tracteur a une vitesse de 25 km : h ; pour un couplage à 12 pôles

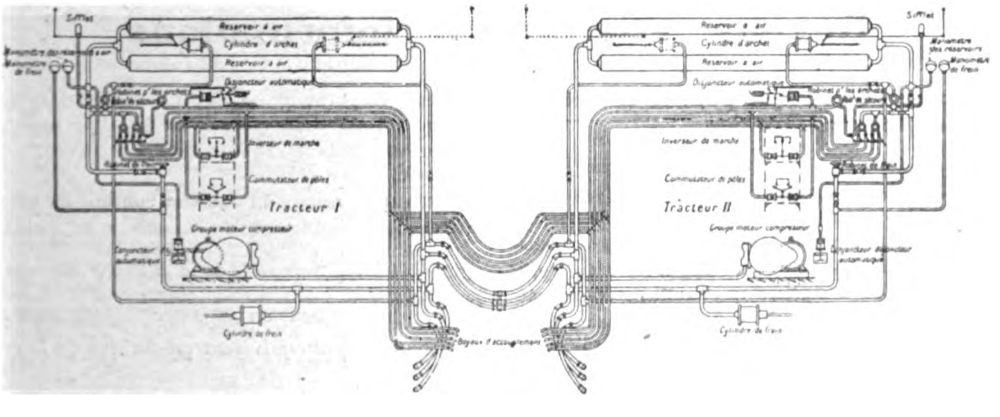


Fig. 8. — Schéma des connexions pneumatiques des tracteurs.

on a respectivement 250 tours et 12,5 km : h. La puissance est alors de 160 ch et l'effort de traction est augmenté d'environ 45 pour 100.

L'induit étant en court-circuit, on relève le couple au démarrage au moyen de résistances convenables intercalées entre les barres du rotor et les anneaux de court-circuit. Le démarrage est obtenu par variation de la tension aux bornes du stator, grâce à cinq prises supplémentaires sur la basse tension du transformateur et à un commutateur à échelons, auxquels aboutissent les diverses prises. Le commutateur est commandé par un servo-moteur, relié électriquement à un régulateur à cinq positions placé dans la plate-forme d'avant du tracteur. Une résistance est intercalée automatiquement dans la bobine momentanément en court-circuit lorsqu'on passe d'une prise à l'autre, pour éviter un courant d'intensité exagérée (fig. 5 et 6).

Nous donnons sur la figure 7 les courbes d'échauffement de l'enroulement et des tôles du stator.

L'inverseur de marche bipolaire, le commutateur de pôles tripolaire, l'interrupteur bipolaire à haute tension à déclenchement automatique sont commandés pneumatiquement (fig. 8). Des verrouillages convenables empêchent toute fausse manœuvre.

Digitized by Google

Les tracteurs comportent dans leur équipement un groupe moteur ventilateur de 6 ch pour le refroidissement du transformateur et un compresseur refoulant 500 litres d'air par minute à la pression de 7 atmosphères. Le compresseur est actionné par un moteur triphasé à induit en court-circuit, à mise en marche automatique (pour une pression comprise entre 5,5 atmosphères et 7 atmosphères).

Voici maintenant quelques particularités relatives à la mise en marche d'une locomotive.

Les archets, commandés pneumatiquement, retombent d'eux-mêmes dès que la pression de l'air comprimé s'abaisse au-dessous de 5 atmosphères, limite nécessaire pour le fonctionnement des freins.

Le démarrage s'effectue en amenant la poignée de marche sur le cran correspondant à la vitesse de 12,5 km : h. Les commutateurs de pôles ferment les circuits secondaires des transformateurs sur les moteurs. On règle le couple des moteurs par déplacement, d'un cran à l'autre, de la manette de réglage du manipulateur avant. Un petit moteur de réglage auxiliaire, excité dès que le courant parvient au transformateur, commande chaque démarreur à touches de celui-ci. Son couple ne cesse d'être nul que lorsque le rotor est parcouru par un courant. Il suffit dès lors de connecter le circuit du rotor au démarreur à touches et au cylindre de réglage du manipulateur avant. La tension aux bornes du rotor change quand on déplace la manette de celui-ci, et le rotor tourne sous l'action du courant engendré, faisant ainsi avancer d'une touche le démarreur dans le sens convenable. Le nouveau contact étant établi, le courant redevient nul, le moteur auxiliaire s'arrête. Et ainsi de suite. Pour permettre une élévation graduelle de la tension aux bornes des moteurs de traction, il est impossible de faire avancer la manette du manipulateur de plus d'une touche à la fois. En marche normale, on utilise la quatrième touche (de 450 v). S'il y a une forte chute de tension, on se sert de la cinquième touche (de 550 v).

Pour marcher à la vitesse de 25 km : h, on ramène la manette de réglage du manipulateur à la première touche. Les commutateurs de pôle, ainsi déverrouillés électriquement, sont mis dans la position convenable, puis on recommence les mêmes opérations que précédemment.

On obtient une marche excellente si le démarrage est effectué rapidement et si l'alimentation des moteurs se fait à 450 (ou 550) v.

En descente, la meilleure récupération s'obtient sur la dernière touche des démarreurs.

Les résultats obtenus ont été excellents. La centrale fournit une énergie négligeable et n'assure guère que les démarrages, le train descendant fournissant presque toute l'énergie nécessaire au train montant.

Lucien Pahin.

Revues, analyses et informations

Un nouvel appareil électrique pour le chauffage rapide des liquides.

Nous avons donné dans la « R. G. E. » du 23 juin 1917, t. 1, p. 990, une analyse du rapport de la Commission de l'Association suisse des Électriciens concernant des essais faits sur des appareils de cuisine électriques. Nous présenterons aujourd'hui à nos lecteurs un appareil d'un type nouveau « le Thermo-Fox » destiné au chauffage électrique rapide des liquides. Cet appareil qu'on peut employer aussi bien en courant alternatif qu'en courant continu a la propriété de pouvoir fonctionner sous toutes les tensions que les Compagnies de distribution mettent en général à la disposition des particuliers.

Le principe de l'appareil est très simple : c'est un rhéostat liquide dans lequel le liquide à chauffer sert de résistance.

Ce bouilleur se compose exclusivement de deux électrodes en charbon concentriques plongeant dans un récipient en porcelaine et d'un bouchon en matière isolante servant de support aux électrodes et aux prises de courant. L'électrode extérieure est percée d'un certain nombre d'orifices dont le diamètre est convenablement déterminé. Soient :

l la distance des deux électrodes ;

ρ la résistivité du liquide ;

S la surface immergée moyenne d'une électrode ;

K un coefficient > 1.

La résistance en ohms peut s'exprimer par :

$$R = K \rho \frac{l}{S}. \tag{1}$$

K est compris entre 0,8 et 0,5 et ρ peut varier pour l'eau de 500 à 4000 ohms-cm suivant l'état de pureté et, pour la même eau, dans le rapport de 1 à 2 suivant la température de 10° C à 100° C.

Si I est la valeur du courant continu ou efficace, la quantité de chaleur dégagée en calories sera, pendant le temps T

$$Q = A R I^2 T, \tag{2}$$

où

$$A = \frac{1}{J} \text{ (J équivalent mécanique de la calorie).}$$

Cette quantité de chaleur sera utilisée uniquement à l'échauffement du liquide aux pertes par rayonnement et conduction près ; ces pertes étant très faibles dans le « Thermo-Fox », le rendement sera voisin de l'unité.

Ceci dit : supposons que nous appliquions aux bornes de l'appareil une différence de potentiel continue ou efficace U, le courant I va prendre une certaine valeur, $I = \frac{U}{R}$ où R est donné par l'équation (1) La vapeur dégagée, dès que le liquide entrera en ébullition, s'échappera par les orifices percés dans l'électrode extérieure, et le niveau dans la partie annulaire comprise entre les deux électrodes restera sensiblement le même que dans le reste du récipient.

Supposons maintenant que nous établissions aux bornes de l'appareil une différence de potentiel continu ou efficace U' ($U' > U$), le courant absorbé prendra la valeur $I' = \frac{U'}{R}$

Digitized by Google

donc $I' > I$ la quantité de chaleur dégagée sera plus grande dans les premiers instants de l'établissement du courant, et il en resultera une vaporisation plus rapide, les orifices percés dans l'électrode extérieure ne seront plus suffisants pour permettre l'écoulement de cette vapeur et une certaine pression s'établira dans l'espace annulaire compris entre ces deux électrodes, le niveau du liquide baissera dans cet espace et la résistance R augmentera, S diminuant, et, par suite, la valeur du courant I' diminuera jusqu'à ce qu'un régime d'équilibre soit atteint.

Les orifices percés dans l'électrode extérieure sont dimensionnés de telle façon que la consommation en watts pendant des temps égaux soit sensiblement la même pour les tensions de distribution ordinairement fournies aux particuliers. L'appareil est donc auto-régulateur.

Enfin, le « Thermo-Fox » a le grand avantage de ne pas consommer et de ne pas se détériorer si, par inattention, on laisse le liquide qu'il contient s'évaporer complètement, le courant se trouvant coupé automatiquement.

L'application du système décimal métrique dans le commerce de la Quincaillerie.

Ainsi qu'il est dit dans la chronique de ce numéro, nous reproduisons ci-dessous le rapport relatif à cette application qui a été présenté récemment à la Chambre syndicale du commerce et de la fabrication de la Quincaillerie. Ce rapport offre, en effet, un intérêt tout particulier en ce qu'il montre qu'avec une ténacité suffisante il est possible d'arriver à modifier des habitudes invétérées de dizaines de milliers de commerçants.

La Chambre syndicale du commerce et de la fabrication de la Quincaillerie s'est depuis longtemps préoccupée, sous l'active impulsion de son président M. Rebattet, de rompre avec les anciennes habitudes en vue d'adopter le système métrique pour les dimensions et le système décimal pour le paquetage et la vente.

La tâche était ardue : les dimensions anciennes, notamment en clouterie, offraient une incroyable diversité.

Un tableau, publié comme supplément à la « Quincaillerie moderne », de janvier 1909, en donne un résumé complet avec les correspondances en unités métriques.

Les deux caractéristiques d'un clou sont sa « grosseur » et sa « longueur ». Ce dernier terme est précis et il semblerait relativement facile de faire perdre aux quincailliers l'usage de désigner les longueurs en *lignes* au lieu de *millimètres* : un coup d'œil au tableau de correspondance indique qu'une ligne vaut 2 mm, tandis que deux lignes valent 5 mm, ce qui tendrait à démontrer qu'en clouterie 2 et 2 font 5 [1].

Quant à la « grosseur », que désigne-t-elle au juste? Est-ce le diamètre de la tige? Mais celle-ci est souvent conique (exemples : semences, clous à tige découpée, etc.). Est-ce le diamètre de la tête? Mais celle-ci est le plus souvent dyssymétrique (exemples : caboches, gendarmes, becherons, cottrets, etc.).

En raison de ces diversités, les anciens quincailliers ont pris l'habitude de désigner la grosseur des clous par leur poids au mille. Cette désignation, purement théorique d'ailleurs, est encore entièrement en vigueur actuellement, et c'est ce qui explique les désignations courantes telles que celles-ci :

« Semences 16°/4 (seize onces 4 lignes) », c'est-à-dire dont le mille pèse 16 onces et dont la tige a 4 lignes (ou 5 mm) de longueur.

Mais l'once n'était pas la seule unité employée : on désignait les gros clous en livres, les petits clous en quarts de livre.

C'est ainsi qu'aujourd'hui, les clous bombés pour chaussures, par exemple, sont uniquement désignés comme suit : 6/4, 8/4, etc. (c'est-à-dire, clous pesant six quarts, huit quarts de livre, etc., au mille).

Ces poids n'ont d'ailleurs qu'un rapport approximatif avec la réalité, et on saisit tout de suite la tentation qui pourrait pousser un fabricant ou un négociant peu scrupuleux à faire rentrer dans une désignation donnée des clous un peu plus gros que ceux de ses concurrents, puisque les prix de revient aux 100 kg varient en raison inverse de la grosseur.

Le fait suivant m'a été rapporté et, sans preuve précise, je n'y attache l'importance, déjà trop grande, que d'une possibilité :

Un commerçant aurait commandé à un fabricant des numéros intermédiaires non courants : 7/4, 9/4, etc., et les aurait démarqués pour les vendre comme 6/4, 8/4, etc. Or, je déclare impossible de poursuivre cette fraude, attendu d'abord que la désignation en quarts de livre n'est pas légale et ensuite que l'usage ne l'admet nullement comme rigoureuse.

Pour d'autres articles tels que la pointe de menuisier ou d'emballage, les fils de fer et, d'une manière générale, les objets à tige cylindrique, la « grosseur » est indiquée par le diamètre.

Progrès ? dira un profane.

Il sera vite déçu quand il s'apercevra que ce diamètre n'est nullement exprimé en dixièmes de millimètre, mais en numéros d'une jauge, dite « jauge de Paris », que, tous les quincailliers ont dans leur poche et dont les subdivisions n'ont aucun rapport avec le système métrique. Mais sa déception augmentera encore quand il constatera que pour la visserie, la pitonnerie, ainsi que pour certains rivets et boulons, la jauge était différente de la jauge de Paris. Elle s'appelle « jauge Japy » et ses subdivisions ne correspondent nullement à la première. C'est ainsi qu'un fil de fer de 1 mm de diamètre est désigné par le n° 5 de la jauge de Paris (appelée encore jauge décimale) et par le n° 6 de la jauge Japy.

Fort heureusement, l'appel de la Chambre syndicale a été entendu de nos fabricants de visserie.

Le 1er janvier 1915, paraissait le premier album de visserie, pitonnerie, boulonnerie, complètement exempt de désignations en jauge Japy ; ou du moins les anciens numéros n'y figuraient plus que pour mémoire, en impression rouge, en face des nouveaux diamètres en millimètres [1].

Il n'est pas inutile de signaler au passage que cette transformation exigea de la part de ses auteurs une volonté et une ténacité bien déterminées de suivre le vœu de la Chambre syndicale.

Pour s'en rendre compte, il faut s'imaginer ce que représentent les magasins de fabriques aussi importantes que celle dont il s'agit, la multiplicité de petits paquets de vis qui s'y trouvent classés dans un nombre considérable de casiers. Il faut, en outre, se reporter par la pensée devant

[1] Cette correspondance bizarre tient à la consécration d'un usage tendant à arrondir les chiffres : en réalité, dans l'ancienne métrologie, la ligne valait un douzième de pouce français, soit exactement 2,25 mm et non 2 mm.

[1] Catalogue du Comptoir des Quincailleries réunies de l'Est ; siège social : Fesches-le-Châtel (Doubs).

les innombrables casiers des maisons de gros, puis devant ceux des innombrables détaillants, qui sont 15 000 à 20 000 en France. Il faut se mettre en face du problème de l'étiquetage nouveau et de la coexistence dans des casiers non élastiques de paquets à l'ancienne et à la nouvelle désignation; problème rendu plus difficile encore par la réforme du paquetage au cent remplaçant le paquetage à la grosse, dont nous parlerons plus loin, et qui fut réalisée du même coup. Il faut s'imaginer la patience à demander aux employés chargés de s'y reconnaître pendant la première année qui suivit la réforme, au milieu de paquets mélangés sous deux désignations différentes, à livrer à des clients dont les commandes sont rédigées les unes suivant la nouvelle, les autres suivant l'ancienne désignation, à facturer de manières différentes suivant le paquetage au cent ou à la grosse.

Aujourd'hui que la réforme est entièrement faite, chacun se félicite d'avoir surmonté les inconvénients de la période transitoire.

En dehors de la clouterie et de la visserie, il faut signaler, en quincaillerie, divers articles qui utilisaient d'anciennes mesures :

La poterie de fonte notamment était marquée en « points » il y a encore une vingtaine d'années. Il y avait un tableau de correspondance, nullement proportionnelle d'ailleurs, entre les points et la contenance en litres; une casserole de 1 point contenait 1 l; une casserole de 3 points contenait 1, 2 3 l, une casserole de 10 points, 4 l.

Nos fabricants ont substitué la numérotation en centimètres à ces désignations baroques.

L'usage du pouce français (27 mm) et du pouce anglais (25,4 mm) a résisté plus longtemps à l'offensive victorieuse de notre système décimal.

Les limes et râpes, certaines pinces et autres articles continuent à être demandés en pouces par un grand nombre de quincailliers détaillants. Les tarifs actuels, avec tableaux de correspondances, permettent de leur répondre couramment aujourd'hui en centimètres.

Certains fabricants de limes vendent encore celles-ci au paquet, le paquet pouvant contenir quatre, trois, deux ou même une seule lime selon la grosseur.

Le prix est alors établi selon le poids du paquet en quarts de livre : 6/4, 7/4, 8/4.

On dit couramment : un paquet de limes *des deux*, *des trois*, etc. (ce qui signifie qu'il y a deux ou trois limes, etc., *au paquet*, tous les paquets de 8/4 par exemple, pesant le même poids, soit 1 kg, quel que soit le nombre de limes).

Ce mode de vente est toutefois actuellement une exception.

Mais ce qui est la règle générale et contre quoi il reste à mener une campagne active dans la quincaillerie comme dans bien d'autres commerces, c'est le *système duodécimal*.

La vente à la douzaine (12 pièces), à la grosse (12 douzaines) et à la masse (12 grosses) est d'un usage courant.

Et pourtant, quelle simplification dans les écritures, quelles causes d'erreurs évitées dans les calculs, si, au lieu de facturer 1 douzaine 2/3 de tenailles ou de marteaux comme on le fait aujourd'hui, on facturait tout simplement 20 tenailles ou 20 marteaux sur des prix établis à la dizaine !

Conçoit-on qu'un négociant soit encore obligé de chiffrer des inventaires comme ceci : 4 grosses, 2 douzaines 7/12 parce que la facture du fabricant est encore établie à la grosse ?

Conçoit-on qu'un fabricant vende encore ses articles de cette manière sans se rendre compte de l'avantage incontestable du système décimal ?

Nous avons vu plus haut que les fabricants de visserie, pitonnerie, etc., ont depuis 1915 remplacé la vente à la grosse par la vente au cent.

La gêne occasionnée momentanément par le nouveau paquetage, gêne qui se traduit d'ailleurs pour le fabricant par une perte réelle de temps et d'argent, me paraît être le seul obstacle à la généralisation dans toutes les branches.

Il ne faut pas oublier que le paquetage et l'emballage exigent des formats de papier souvent livrés tout découpés, des étiquettes imprimées, des boîtes, des caisses, de dimensions déterminées, dont les usines ont toujours des stocks importants en magasin et en commande chez leurs fournisseurs.

La crainte du bouleversement de cette organisation pour changer le mode de paquetage arrête le fabricant : lorsque les affaires ne vont pas très bien, vous ne lui ferez pas accepter la dépense et le souci de la transformation ; lorsqu'il est débordé de commandes, il remet à plus tard la réforme qu'il sent vaguement utile, mais qu'il ne juge pas urgente, puisque « cela s'est toujours fait ainsi ».

Argument suprême de la stagnation !

Le rôle des Chambres syndicales est de rappeler l'utilité de certains progrès.

L'application intégrale du système métrique est au premier rang de ceux à réaliser.

On a vu que la Chambre syndicale de la quincaillerie mène cette campagne particulièrement depuis l'année 1909 pour les dimensions métriques. Dans sa séance du 3 novembre 1916, elle a, entre autres, émis le vœu *que les prix à l'avenir soient fixés par cent au lieu de par douzaine, et qu'aux paquetages par douzaine soient substitués ceux par dizaine ou par vingt-cinq*.

Je crois devoir ajouter que la Chambre syndicale des fournitures générales pour chaussures, qui a quelques points communs avec celle de la quincaillerie (clouterie, outillage, etc.), a, dans sa séance du 10 octobre 1916, émis un vœu analogue qui donnait en plus le moyen suivant de commencer tout de suite la réforme : « Si l'habitude du paquetage à la douzaine est un obstacle qu'il faudra arriver à vaincre, il n'est pas indispensable de la modifier pour facturer dès maintenant 12 pièces au lieu d'une douzaine. »

La modification des tarifs peut, en un mot, précéder la modification des paquetages.

Déjà ces conseils ont porté leurs fruits : après la visserie et la pitonnerie, des fabricants de limes sont enfin entrés dans la bonne voie : ils ont fait paraître un tarif de limes paquetées et facturées à la *dizaine*. Un exemplaire est joint à ce rapport.

D'autres initiatives me sont signalées comme imminentes. Je me permets d'émettre cependant l'avis qu'il faudra encore de grands efforts pour que la réforme devienne absolument complète, surtout pour l'abolition du système duodécimal.

Notre Chambre syndicale, je n'en doute pas, saura faire cet effort.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Comité central des Houillères de France.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 31 MARS 1917.

Le rapport présenté à l'assemblée du Comité central des Houillères rappelle la tâche qu'a eu à assumer cet organisme depuis le début de la guerre, et les résultats obtenus.

Les charbonnages des régions non envahies produisaient avant la guerre 19 millions de tonnes annuellement, soit 1600000 t par mois.

La production, qui était tombée de 60 pour 100 au début de la guerre, se relevait à une moyenne, mensuelle de 1660000 t en 1915. Cette moyenne atteignait un maximum de 1900000 t en 1916 avec une moyenne pour le premier trimestre 1916, de 1770000 t; comme l'importation atteignait à ce moment 1731000 t, on a pu annoncer, avec un peu de promptitude à cette époque, qu'il n'y aurait pas de crise de quantité.

L'équilibre entrevu se trouva rompu quelques mois plus tard avec une alarmante évidence sous l'effet de la reprise économique et de l'extension de fabrications de guerre d'une part, et du fléchissement des importations, d'autre part. Celles-ci, de 2 millions de tonnes atteintes en mai et août, tombaient en février dernier à 1100000 t. A cette crise, la production nationale seule pouvait parer ; celle-ci est passée du chiffre mensuel moyen de 1789000 t à 1822000 t en novembre et à 1861000 t en décembre; mars a dépassé 2350000 t, soit, pour les mines restant à notre disposition, 40 pour 100 au-dessus de la normale.

Le substantiel rapport que nous analysons rappelle ensuite, avec une saisissante évidence, que chaque tonne extraite dans le pays économise à la France plus du quadruple de sa valeur sur le carreau, en raison de l'écart toujours plus considérable entre le prix des charbons français et celui des charbons importés.

Pour obtenir ces résultats, plusieurs problèmes très graves se présentaient : celui du personnel d'abord, le retour à la mine d'une partie des spécialistes de certaines classes, l'emploi des prisonniers mineurs et de réfugiés ont porté les effectifs à 58000 hommes environ.

De récentes dispositions donnent en partie satisfaction aux nombreuses réclamations faites dans le but d'assurer le personnel nécessaire à l'extraction.

Restaient à résoudre les questions d'approvisionnements des matières, principalement des bois, des explosifs, des carbures, enfin celle des transports dont la gravité croissante aura été dans tous les États belligérants une des caractéristiques et non la moindre de la gêne économique actuelle.

Pour résoudre ces problèmes, l'activité industrielle et l'esprit d'initiative, si développés soient-ils, ne peuvent suffire, car ceux-ci relèvent en majeure partie de l'action gouvernementale : nous ne pouvons mieux faire sur ce point que de citer le texte même du rapport et les conclusions du Comité des Houillères :

« Sans dissimuler que les écarts, les inégalités de répartition, les abus de certains intermédiaires placent les pouvoirs publics en présence de responsabilités préoccupantes, on ne peut s'abstenir de penser que les solutions pratiques doivent être demandées beaucoup plutôt à un effort d'organisation professionnelle, déjà partiellement tenté, qu'à des constructions législatives et des improvisations réglementaires. »

Compagnie des Tramways de Tunis.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 22 MARS 1917.

Les recettes nettes de l'exercice, déduction faite de la part du gouvernement tunisien, se sont élevées à 2799010 fr comprenant les recettes d'exploitation, ventes d'énergie et produits divers; elles se présentent en augmentation notable et cette progression s'est encore accrue pendant l'exercice en cours dont les deux premiers mois sont en plus-value de 9 pour 100 environ, pour les recettes d'exploitation proprement dites, sur celles de l'année 1915. L'accroissement des recettes provenant des ventes d'énergie provient de versements complémentaires effectués par la clientèle comme conséquence de l'élévation des prix du charbon.

Les dépenses se montant à 2179263 fr, les bénéfices nets ressortent à 619746 fr contre 617635 fr pour l'année précédente.

Ces résultats ont permis, après attribution de la provision pour affaires contentieuses et renouvellement du matériel et des voies de la somme de 39330 fr, ce qui porte cette provision à 160000 fr, et après alimentation de la réserve légale et acquittement des impôts de finances, de mettre en distribution un dividende net de 4 pour 100 égal à celui de l'année précédente.

Le fait caractéristique de l'exercice et qui a permis à la Compagnie de poursuivre normalement son exploitation, malgré l'impossibilité de se procurer du charbon de provenance étrangère, a été la mise en exploitation intensive du gisement de lignite du Cap-Bon; actuellement l'extraction atteint environ 1800 t par mois, et ce lignite mélangé à une faible proportion de Cardiff suffit entièrement aux besoins de l'usine.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Concession de l'ancien réseau belge rétrocédé par la ville de Tunis	Mémoire
Premier établissement	11 920 681,64
A reporter	11 920 681,64

Digitized by Google

Report. . ..	11 920 681,64
Travaux en cours et divers	156 434,70
Frais judiciaires afférents à la reprise de concession de l'ancien réseau	55 422,18
En caisse et chez les banquiers	627 248,35
Débiteurs divers et comptes d'ordre	250 424,13
Approvisionnements divers	614 502,35
Impôts de finances pour l'exercice 1916	49 250,51
Acompte sur le dividende de 1916	360 000 »
	14 033 963,86

Passif.

	fr
Capital actions	12 000 000 »
Montant capitalisé de l'annuité de rachat du réseau belge	Mémoire
Cautionnements déposés à la Compagnie	28 622,65
Créditeurs divers et comptes d'ordre	713 934,05
Coupons restant à payer	186 809 »
Réserve légale	321 880,24
Provision pour affaires contentieuses, renouvellement du matériel et des voies	120 669,02
Amortissement compris dans les dix annuités passées pour remboursement des frais judiciaires	1 603,39
Bénéfices reportés des exercices antérieurs	40 699,33
Profits et pertes de l'exercice 1916	619 746,18
	14 033 963,86

Société du gaz et de l'électricité de Marseille.

Assemblée générale ordinaire du 31 mai 1917.

Le rapport présenté à l'Assemblée des actionnaires signale que, malgré la hausse des prix du charbon, le prix de vente du gaz n'a pu être modifié jusqu'ici et que la question a dû être portée devant le Conseil de préfecture. Il en est résulté une perte considérable sur l'exploitation du gaz que n'a pas compensée l'augmentation des recettes de la vente d'électricité.

Le total des kilowatts-heure vendus a été de 79335067, en progression de 7919804 kw-h.

721 abonnés nouveaux de lumière et de petite force motrice et 10 clients de grosse force motrice ont été reliés au réseau.

Le solde déficitaire de l'exercice, en raison des circonstances, a été plus important que celui de l'année précédente ; la perte en 1915 avait été de 1414753 fr, y compris la charge des obligations ; la perte afférente à 1916 est de 4629646 fr, en aggravation de 3214892 fr, bien que les travaux aient été réduits au minimum.

Du fait de ces pertes, la ville de Marseille, par suite du rejet des offres de conciliation de la Compagnie, voit s'accumuler un compte d'arriérés qui se monte à 10505761 fr et qui la privera pendant de nombreuses années de toute participation à des bénéfices, par suite du maintien paradoxal du prix du gaz à un prix inférieur au prix de revient.

Il est édifiant de noter que, pendant que la situation de trésorerie de la Société s'épuisait ainsi, la ville continuait en 1916 à percevoir, du fait de cette industrie, 669438 fr, supérieure de 22000 fr à celle perçue en 1914, et qu'elle avait encaissé ainsi, depuis le renouvellement du traité de concession, 7064462 fr ; tandis que l'État percevait pour 1916 en impôts et taxes diverses 262607 fr, soit 11000 fr de plus qu'en 1915, et que le total des sommes encaissées de ce chef par l'État depuis ce renouvellement avait atteint 2110584 fr.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Apports	15 500 000 »
Frais de constitution	198 775,60
Dépenses de premier établissement	39 911 689,89
Actionnaires	375 »
Caisse, banquiers, portefeuille	1 339 009,93
Cautionnement ville de Marseille	400 000 »
Ville de Marseille (art. 6 de la Convention)	3 930 425,20
Débiteurs divers	4 311 270,88
Approvisionnements	1 566 959,10
Marchandises	77 124,42
Retraites rétroactives	1 047 441,49
Impôts recouvrables	235 055,31
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations	1 528 970,30
Profits et pertes : Solde débiteur au 31 décembre 1915	1 414 753,83
Pertes de l'exercice 1916 :	
Perte des exploitations	2 880 828,90
Charge des obligations	1 558 174,16
Intérêts divers	160 643,57
	75 891 497,58

Passif.

	fr
Capital actions	31 500 000 »
Obligations	24 500 000 »
Réserve statutaire	793 362,68
Reliquat pour amortissement d'actions et d'obligations	422,02
Service du capital (art. 6 de la Convention)	3 930 425,20
Titres et coupons non présentés, intérêts courus sur les obligations	480 335,56
Solde du dividende de l'exercice 1914	738 250 »
Remboursement différé d'obligations	1 002 500 »
Fournisseurs et entrepreneurs	1 404 030,91
Cautionnements, octroi et taxes	1 779 958,67
Créditeurs divers	9 547 004,73
Bénéfice reporté	216 207,81
	75 891 497,58

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Des modifications à apporter à la législation sur la protection des indications d'origine des produits

L'auteur de cet article étudie la question, capitale pour le commerce et l'industrie française, de la protection des produits français. Il passe en revue les dispositions prises jusqu'à ce jour en vue d'assurer cette protection et examine les modifications qu'il y aurait lieu de leur faire subir pour les rendre plus efficaces.

Le dépôt, à la Chambre des députés, en février 1916, par M. le député Lémery et plusieurs de ses collègues, d'une proposition de loi sur la protection des produits d'origine française, tant sur le territoire national que sur les marchés étrangers ; et tout récemment, celui d'un important rapport de M. le député Paul Ribeyre sur un projet et une proposition de loi concernant les marques collectives et de commerce, rendent d'actualité une étude d'ensemble sur la question de la protection des indications d'origine.

Il est peu de questions qui, dans ces dernières années, aient été plus discutées, tant en France qu'à l'étranger, aient fait l'objet d'autant de propositions successives, actuellement restées en suspens devant le Parlement, et dont la solution législative soit aussi importante pour le développement de notre industrie et de notre commerce français, tant sur les marchés de l'intérieur que ceux de l'étranger.

Pendant les années qui ont précédé la guerre, notamment depuis 1900, l'Empire allemand, en même temps qu'il accroissait sa puissance maritime et militaire, et son outillage industriel, développait, d'une façon effrayante pour ses concurrents, son commerce d'exportation. Ce développement a été, pour partie, le résultat de manœuvres persévérantes des commerçants allemands, tendant, sur tous les marchés et principalement sur les marchés où ils se présentaient en concurrence avec des producteurs français, à masquer modestement l'origine véritable de leurs marchandises et à les revêtir d'indications et d'habillages propres à égarer l'acheteur, que séduisaient par ailleurs le prix en général avantageux auquel ces marchandises étaient proposées et la complaisance souvent obséquieuse de ceux qui les offraient.

Déjà redoutable sur les marchés étrangers, d'où elle écartait successivement les concurrents loyaux, cette pratique le devenait de plus en plus, sur le marché français qui était envahi, submergé pourrait-on dire, par la fabrication allemande. Aussi, depuis quelques années, les producteurs de grandes spécialités françaises et le plus grand nombre des groupements syndicaux demandaient-ils une protection plus efficace de produits français, soit par une application plus vigilante des lois existantes, soit par l'élaboration des mesures législatives nouvelles, si elles étaient reconnues nécessaires.

Les étrangers par contre, spécialement les Allemands, assaillaient les pouvoirs publics de réclamations contre l'application, suivant eux, trop rigoureuse et contraire à leur esprit, des mesures édictées en vue de la répression des fraudes sur les indications d'origine, notamment de l'article 15 du Tarif général des Douanes de 1892, sur lequel nous aurons à nous expliquer.

Les commerçants et les commissionnaires de notre pays assistaient à cette lutte d'influences, avec peut-être une tendance secrète à penser, moins soucieux qu'ils étaient que les producteurs du respect de l'origine véritable des produits, que le but à atteindre était avant tout pour eux de vendre le produit, fût-il étranger, qui leur laisserait la plus belle marge de bénéfice.

Quant à la masse des consommateurs, souvent peu éclairée et peu réfléchie, elle comprenait assez mal, avant la guerre, il faut le reconnaître, qu'il pût être de son devoir de favoriser, même parfois au détriment de sa bourse, l'industrie nationale, et dans la plupart des cas, elle se décidait dans son choix, d'après la qualité, ou bien plus, le bon marché apparent des marchandises offertes.

On peut penser que, mieux instruits par les événements, et comprenant le danger d'un trop grand internationalisme industriel, les consommateurs français se feront, pour leur usage personnel, une édition adaptée des « dix commandements du commerçant allemand » [1]

[1] 1° Dans tous vos achats, souvenez-vous des intérêts de vos compatriotes ;
2° N'oubliez jamais que, lorsque vous achetez un article fabriqué à l'étranger, vous appauvrissez votre pays ;
3° Votre argent ne doit rapporter qu'aux Allemands ;
4° Ne profanez pas vos usines en vous servant de machines de l'étranger ;
5° De votre table, éloignez tout produit étranger ;

Digitized by Google

et aidés par quelques perfectionnements aux lois existantes, sauront faire eux-mêmes leur police contre les produits allemands qui, le besoin aidant, s'efforceront, on peut en être sûr, plus encore après la guerre qu'avant, de s'infiltrer partout à la faveur des déguisements les plus variés et les plus ingénieux.

Il convient donc d'examiner brièvement quels sont les lois et règlements permettant d'assurer à la fois la répression des fausses indications de provenance et la protection de la véritable origine des produits, et aussi par quelles mesures nouvelles il serait possible d'en augmenter l'efficacité, sans perdre de vue toutefois l'opposition d'intérêts, non pas irréductible, mais réelle néanmoins, qui existe sur cette matière, ainsi qu'on vient de le rappeler, entre le producteur, l'intermédiaire et le consommateur.

Les textes s'appliquant à la matière se classent en trois groupes, ce sont : 1° les dispositions douanières qui ont pour effet d'arrêter à la frontière les marchandises revêtues d'indications pouvant faire croire faussement à l'origine française du produit; 2° les lois de police intérieure réprimant les fausses indications de provenance qui sont apposées sur les marchandises; 3° les conventions internationales prohibant dans des conditions déterminées, entre les pays signataires, les produits portant de fausses indications de provenance.

I. — Dispositions douanières. — C'est en 1857, à l'occasion du vote de la loi sur les marques de fabrique, qui devait se substituer à la loi du 22 germinal, an XI, que fut, semble-t-il, pour la première fois, envisagée à côté de la lésion des intérêts privés causée par l'usurpation ou la contrefaçon d'une marque particulière, l'atteinte qui pourrait être portée à l'industrie française par l'importation en France de produits étrangers portant « soit la marque, soit le nom d'un fabricant résidant en France, soit l'indication du nom ou du lieu d'une fabrique française ».

L'article 19 de la loi de 1857 prohibe à l'entrée les produits revêtus de ces indications et les exclut du transit et de l'entrepôt. Il en autorise la saisie en *quelque lieu que ce soit*, soit à la diligence de l'administration, soit à la requête du ministère public ou de la partie lésée.

Cet article, malgré la bonne volonté de l'administration des Douanes n'a reçu, pendant longtemps, que des applications très restreintes. A cette époque, ni l'opinion, ni le gouvernement, ne semblaient être pénétrés de l'importance qu'avaient ces dispositions pour la défense de notre industrie.

La Cour de cassation contribua d'ailleurs, en 1864, à restreindre la portée de l'article 19, en décidant : « (Cassation criminelle, 9 avril 1864, Dalloz, 64. I, 194) que l'élément frauduleux nécessaire à l'existence du délit disparaissait lorsque c'était du consentement et par ordre du négociant français lui-même que sa marque ou son nom, ou le lieu de sa résidence avaient été apposés. »

Il fallut attendre jusqu'en 1884 (Cassation criminelle, 23 février 1884, sur le rapport du conseiller Vételay-Dalloz, 84, I, 165) pour constater un revirement de la jurisprudence de la Cour suprême.

Des instructions nouvelles furent alors données aux agents des Douanes par la circulaire du directeur général du 11 mars 1886 depuis cette époque, la jurisprudence ne s'est pas démentie et l'article 19 a été fréquemment appliqué à des produits étrangers qui avaient été revêtus, sur la demande même du destinataire, de sa marque ou d'une indication de lieu de fabrique française.

L'introduction en France de marchandises étrangères portant les mentions interdites par l'article 19, ne constitue pas en elle-même un délit, mais le plus souvent l'infraction tombera sous le coup, soit de la loi de 1824, sur le nom commercial, lorsqu'il y a inscription d'un faux nom de fabricant ou de localité, soit encore de la loi de 1857, sur les marques, lorsqu'il s'agira d'un produit comportant une marque de fabrique.

Il semble donc que le législateur de 1857 ait pensé qu'une sanction pénale accompagnant l'infraction prévue par l'article 19 aurait fait double emploi avec celle qui se trouvait déjà, soit dans d'autres parties de la même loi, soit dans la loi de 1824.

La prohibition de l'article 19 a pour sanction la saisie qui peut être exercée par le ministère public, la partie lésée ou l'Administration des Douanes, mais la prohibition d'importation n'étant pas édictée par la législation douanière, l'administration des Douanes, agit là, non de son propre chef, mais comme auxiliaire du ministère public qui a, seul, l'initiative des poursuites.

L'article 19 de la loi de 1857, qui subsiste sans modification dans le projet de revision de la loi sur les marques actuellement soumis au Parlement, ne permet d'atteindre, d'autre part, que les marchandises portant la marque ou le nom d'un fabricant résidant en France, ou l'indication du nom ou du lieu d'une fabrique française.

Très efficace dans ces cas spéciaux puisqu'il permet de saisir les marchandises, *en quelque lieu que ce soit*, c'est-à-dire même après qu'elles ont franchi la frontière, il ne peut recevoir application dans le cas où, sans qu'il y ait apposition d'un nom, d'une marque ou d'un nom de lieu de fabrique, le conditionnement de la marchandise est cependant de nature à faire naître l'idée qu'il s'agit d'une marchandise française.

L'article 15 du tarif général des Douanes est venu, sur ce point, compléter l'article 19 de la loi de 1857 « en prohibant les produits revêtus d'une indication quelconque de nature à faire croire qu'ils ont été fabriqués en France ou qu'ils sont d'origine française ».

6° Faites votre correspondance sur du papier allemand, avec plumes et buvard allemands ;

7° Seuls les fruits allemands, la farine allemande, la bière allemande peuvent vous donner de l'énergie allemande ;

8° Si vous n'aimez pas le café-malt allemand, buvez le café des colonies allemandes ;

9° Pour votre habillement, n'achetez que du drap allemand, pour vous coiffer que des chapeaux allemands ;

10° Ne vous laissez pas détourner de ces préceptes par les offres alléchantes de l'étranger. Malgré ce que l'on insinuera peut-être, restez fermement convaincus que les produits allemands sont les seuls dignes des enfants de la mère patrie allemande.

Digitized by Google

L'article 15 du tarif général des Douanes (loi du 11 janvier 1892) a été, on le sait, extrait, dans la nécessité d'arriver à une répression plus efficace des fraudes sur l'origine des marchandises qui se multipliaient, d'un projet de revision d'ensemble de la loi de 1857. Quoique son texte soit bien connu, il n'est pas inutile de le reproduire ici dans son ensemble.

« Art. 15. — Sont prohibés à l'entrée, exclus de l'entrepôt, du transit et de la circulation, tous produits étrangers naturels ou fabriqués portant soit sur eux-mêmes, soit sur des emballages : caisses, ballots, enveloppes, bandes ou étiquettes, etc., une marque de fabrique ou de commerce, un nom, un signe ou une indication quelconque de nature à faire croire qu'ils ont été fabriqués en France ou qu'ils sont d'origine française.

» Cette disposition s'applique également aux produits étrangers fabriqués ou naturels, obtenus dans une localité de même nom qu'une localité française qui ne porteraient pas en même temps que le nom de cette localité le nom du pays d'origine et la mention « importé » en caractères manifestement apparents. »

En outre de cet article, il convient encore de signaler, dans le même ordre d'idées, deux lois spéciales : l'une, celle du 1er février 1899, relative aux vins, qui prohibe à l'entrée, etc... « les vins étrangers ne portant pas sur les récipients une marque indélébile indicatrice du pays d'origine », qui interdit tout coupage ou mélange de ces vins; la seconde, du 11 juillet 1906, relative aux conserves de sardines, de légumes et de prunes, exige sur chaque boîte, l'indication en caractères bien apparents du pays d'origine.

La saisie opérée par l'Administration des Douanes, en vertu de ces diverses dispositions, diffère essentiellement de celle prévue par l'article 19 de la loi de 1857; la Douane agit là *proprio motu*, et non comme auxiliaire du ministère public. Le procès-verbal dressé par ses soins fait foi jusqu'à inscription de faux, et les sanctions du délit sont celles de la loi du 28 avril 1816 qui réprime les importations prohibées.

D'autre part, la rédaction de l'article 15 est aussi extensive que possible. Elle atteint tous les procédés employés pour faire croire à l'origine française des marchandises.

C'est aux agents des Douanes qu'il incombe, dans chaque cas spécial, d'apprécier si le conditionnement de la marchandise est ou non de nature à faire croire à une origine française.

C'est là une tâche difficile, au moins pour les cas limites. La difficulté est inhérente à la nature même des choses et les instructions données à cet effet au nombreux personnel des Douanes qui garde nos frontières, quelque complètes qu'elles puissent être, ne peuvent que viser à guider ces agents, sans pouvoir prétendre supprimer, dans les cas limites, les hésitations et même les contradictions.

Aussi n'est-il pas étonnant que les applications de l'article 15 aient donné lieu à de nombreuses réclamations.

Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, avant la guerre, les fabricants étrangers, les Allemands notamment, se plaignaient malgré toute la prudence et on peut même dire le libéralisme apporté par l'Administration des Douanes, dans l'application de l'article 15, des entraves, injustifiées suivant eux, que l'article 15 apportait à leur commerce.

Les commerçants et commissionnaires avaient tendance, eux aussi, à voir plutôt une gêne pour leurs affaires, dans les règles d'honnêteté et de loyauté commerciales, inscrites dans cet article.

Certains producteurs français, au contraire, trouvaient insuffisante la barrière élevée contre l'envahissement du marché français par les produits étrangers savamment maquillés et beaucoup pensaient qu'il conviendrait d'exiger pour toutes les marchandises pénétrant en France l'indication précise de leur origine.

Ces divergences d'appréciation s'expliquent par l'opposition des intérêts en présence.

Quand, il y a quelques années, l'Association française pour la protection de la propriété industrielle se préoccupa de dresser le tableau des modifications immédiates qu'il conviendrait d'apporter à notre législation industrielle, elle ne manqua pas d'inscrire au programme de ses travaux la modification éventuelle de l'article 15. L'enquête ouverte par cette Association, à cette occasion, fit apparaître une opposition profonde entre les divers intérêts en présence et l'impossibilité d'arriver à un texte de nature à contenter tout le monde.

Certaines personnes proposaient alors, et cette formule a été reprise en l'aggravant par M. Lémery, dans la proposition de loi déposée par lui, en février 1916, pour la protection des produits d'origine française, d'imposer législativement l'obligation de faire figurer, sur tous les objets introduits de l'étranger, l'indication du nom du producteur et celle du lieu et du pays d'origine.

Cette idée séduisante au premier abord, fut reconnue dangereuse et susceptible, au fond, de nuire grandement à notre commerce.

Le producteur n'est pas le plus souvent en relation directe avec le consommateur : entre eux existe un intermédiaire, le commerçant. Celui-ci a souvent l'intérêt le plus légitime à ne pas faire connaître le nom de son fabricant pour éviter que le consommateur ne soit tenté de s'adresser directement à ce dernier, en passant par-dessus sa tête.

L'obligation d'apposer sur les produits le nom du producteur porte, lorsqu'il s'agit de produits français, une atteinte grave aux intérêts du commerce. Appliquée aux produits étrangers, elle constitue pour ceux-ci une publicité des plus avantageuses : elle révèle au public les avantages que lui offre l'industrie étrangère et l'incite à s'adresser directement à elle.

La mesure, cette fois, ne nuit pas seulement au commerce national, elle nuit également à l'industrie, en favorisant l'industrie étrangère. Il est préférable, semble-t-il, de laisser entrer librement les marchandises étrangères, qui souvent nous sont indispensables, lors-

Digitized by Google

qu'elles ne portent aucune indication de nature à induire en erreur sur leur véritable origine [1].

La conclusion est qu'il n'y a pas lieu de modifier le texte actuel de l'article 15, mais de chercher, si possible, à en préciser les conditions d'application.

C'est dans ce même but que l'administration, pour tâcher de mettre fin aux sollicitations et aux réclamations dont elle était assaillie, prit l'initiative de constituer en 1913, sous la présidence de M. le professeur Lyon-Caen, une Commission interministérielle à laquelle prirent part des représentants des ministères des Affaires étrangères, du Commerce et des Finances, qui devait assumer la tâche de reviser et développer la circulaire d'application de l'article 15, pour fournir ainsi un guide plus sûr aux agents d'exécution du service des Douanes. Cette Commission a tenu un grand nombre de séances qui ont été consacrées notamment à l'examen des cas limites ayant donné lieu à des difficultés. Elle achevait ses travaux au moment où la guerre est survenue.

Depuis cette époque, et ce silence se justifie par les circonstances que nous traversons, aucune instruction nouvelle n'est venue se substituer à celle précédemment rédigée qui est restée en vigueur.

D'autre part, le 1er février 1916, M. le député Lémery et plusieurs de ses collègues déposaient la proposition de loi déjà signalée, qui tend à la protection des produits d'origine française, à la fois par l'inscription obligatoire sur tout objet manufacturé ou produit importé mis en circulation, détenus dans un but commercial ou industriel, ou admis à l'entrepôt, du nom du producteur ou du pays d'origine, et aussi par l'introduction, dans notre législation, de dispositions sur les marques de collectivités.

L'inscription obligatoire du nom du producteur et de l'origine du produit a, pour les raisons rappelées plus haut, soulevé de très vives oppositions, et l'on peut penser que l'auteur de cette proposition, mieux éclairé, ne la soutiendra pas très énergiquement devant le Parlement.

Il est donc vraisemblable que la règle posée par l'article 15 subsistera après la guerre et on ne saurait, à vrai dire, imaginer de disposition plus souple et plus extensive que celle de l'article 15 puisqu'elle permet d'arrêter le produit à la frontière toutes les fois qu'une indication quelconque peut faire croire à l'origine française du produit.

On a toutefois fait remarquer, dans ces derniers temps, que tandis qu'aux termes de la jurisprudence la plus récente de la Cour de cassation l'apposition sur un produit d'un nom d'un fabricant ayant un établissement en France, constitue le délit prévu par l'article 15 de la loi du 11 janvier 1892, alors même que rien n'est de nature à faire croire aux acheteurs que le produit a été fabriqué en France, et que l'introduction d'un produit portant un tel nom est prohibée, si un correctif approprié n'établit pas clairement qu'il s'agit d'un produit importé, le fabricant étranger peut introduire librement la marchandise accompagnée de son nom, s'il ne correspond pas au nom d'un fabricant français du même produit, ou encore revêtue d'une marque emblématique, à la condition que cette marque ne soit pas similaire d'une marque française. Or, dit-on, cela est susceptible d'engendrer une confusion aussi préjudiciable que dans le premier cas, où la notoriété même du nom suffit souvent à indiquer au consommateur l'origine véritable de la marchandise.

Certaines personnes, sans vouloir aller jusqu'à l'apposition d'une marque obligatoire d'origine pour toutes les marchandises entrant en France, proposent, en conséquence, de prescrire l'inscription en *français* du pays d'origine sur tout objet, pénétrant en France, portant un nom ou une marque. Elles y voient le double avantage de mieux assurer la loyauté des transactions commerciales et de faire disparaître les hésitations des autorités administratives et des tribunaux, en ce qui concerne l'interprétation à donner à l'article 15.

A ce second point de vue, la réforme proposée ne procurerait qu'un avantage restreint, car l'incertitude d'appréciation subsistera tout entière lorsqu'il s'agira d'un produit qui, sans comporter de nom ou de marque, se présentera avec un aspect d'ensemble, un habillage qui, aux yeux de certaines personnes, pourra être de nature à faire croire à une origine française.

Quoi qu'on puisse faire, on ne conçoit pas d'ailleurs que l'application, par de nombreux agents comme ceux du service des Douanes, d'un texte qui doit être aussi général que possible, de manière à atteindre les cas les plus variés, cas qu'il est impossible de prévoir d'avance et de cataloguer, puisse se faire sans donner lieu à des hésitations, des erreurs ou même des contradictions.

Par contre, au point de vue de la protection des intérêts français, la mesure proposée présenterait certainement des avantages : elle apprendrait, par exemple, au public ce que beaucoup ignoraient, que les gommes à effacer le crayon « marque Eléphant » sont d'origine autrichienne, que les crayons « Faber » sont allemands, etc... Elle serait de nature à mettre obstacle à l'introduction, par les pays neutres ou alliés, de marchandises allemandes marquées, ce que les Allemands ne manqueront pas d'essayer de faire après la guerre par tous les moyens possibles.

L'obligation du correctif, pour tous les produits comportant un nom ou une marque introduits de l'étranger, présenterait il est vrai, mais à un beaucoup moindre degré, les inconvénients signalés par la marque obligatoire d'origine et formerait, il faut le reconnaître, si elle s'étendait dans les relations internationales, un obstacle assez sérieux pour le commerce international des produits marqués. On peut penser, cependant, qu'elle constituerait une mesure plutôt avantageuse pour notre pays qui, pour l'expansion des produits de ses industries

[1] La Grande-Bretagne qui, pendant un moment, avait voulu imposer, pour tout produit pénétrant en Angleterre, l'indication obligatoire du pays d'origine (Made in Germany) a compris bien vite tout le tort que cette obligation occasionnait à son commerce et accorde libre entrée aux marchandises qui ne portent aucun signe de nature à tromper sur leur véritable origine.

Digitized by Google

qui sont en majorité des produits de luxe, ne peut que gagner dans l'ensemble à ce que le consommateur connaisse la véritable origine des produits qu'il achète.

Si l'on était amené à retoucher à la loi de 1892, peut-être pourrait-on essayer d'en préciser quelque peu la portée en indiquant « que la disposition ne sera pas applicable lorsque le produit portera en caractères manifestement apparents une mention exclusive de tout erreur sur l'origine »? Ce serait reconnaître ainsi, par le texte même de l'article, la possibilité du correctif que la pratique admet d'ailleurs par nécessité.

Il serait cependant périlleux, ainsi que l'ont montré les discussions devant la Commission interministérielle de 1913, de chercher à déterminer, dans la disposition même, la formule de correctif à employer. Toute mention doit être admise du moment qu'elle apparaît comme réellement exclusive de l'erreur sur l'origine. On peut toutefois se demander si, étant donnée la pratique actuelle, il y a une utilité sérieuse à soumettre cette question du correctif au Parlement.

II. — Lois de police intérieure. — A côté des lois précédemment examinées dont le rôle est d'arrêter à la frontière les marchandises pénétrant de l'étranger avec un habillage de nature à faire croire faussement à l'origine française de la marchandise, il en existe d'autres destinées à permettre la répression des fraudes sur les indications d'origine, commises sur le territoire français lui-même.

Ce sont la loi de 1824 sur le nom commercial et celle du 1er août 1905 sur les fraudes dans la vente des marchandises.

Mais, tandis que l'article 15 de la loi du 11 janvier 1892, plus expansif que l'article 19 de la loi sur les marques, prohibe, sous les sanctions douanières, non seulement les produits étrangers portant des marques françaises, mais tous ceux qui sont revêtus de marques, de signes ou indications de nature à faire croire qu'ils ont été fabriqués en France ou sont d'origine française, la loi de 1824, au contraire, n'atteint que les produits fabriqués sur lesquels on a fait apparaître le nom d'un fabricant autre que le véritable, ou le nom d'un lieu autre que celui de la fabrication. Elle laisse en dehors de ces prévisions la fraude qui consiste, une fois la marchandise introduite, soit sans aucune indication, soit en conformité des exigences de l'article 15, par exemple, avec un correctif s'il y a lieu, à faire disparaître ce correctif, à remplacer la marque étrangère par une marque de commerce française, à habiller le produit ou à le modifier de manière à lui donner une apparence française.

Du moment que cette modification ne consiste pas dans l'apposition du nom commercial, d'une marque ou d'un lieu de fabrique française, elle échappe aux sanctions de la loi de 1824.

Or, s'il peut y avoir danger à laisser franchir la frontière par des objets étrangers revêtus d'indications de nature à leur faire attribuer une origine française, il est tout aussi dommageable pour notre industrie que des articles importés puissent, après transformation de leur habillage, être vendus comme produits français. Le dommage existera également si de tels produits sont vendus avec une provenance apparente d'un pays autre que celui dont ils viennent réellement; si, par exemple, des cravates d'Autriche sont vendues avec un habillage permettant de croire à leur provenance anglaise.

La loi de 1905 sur les fraudes, d'autre part, qui semble ne pouvoir être invoquée que par le consommateur lésé et non par le concurrent du commerçant fraudeur, exige, en ce qui concerne les fausses indications de provenance, la preuve que la qualification donnée à la marchandise ait été la cause déterminante de la vente, preuve presque toujours impossible à faire et qui rend le plus souvent en notre matière, illusoires les sanctions tirées de la loi de 1905.

Pour remédier à cette lacune de notre législation, on a proposé de compléter le paragraphe premier de la loi de 1824 en ces termes : « Les mêmes peines sont applicables à tout individu qui aura, de la façon indiquée au paragraphe premier, fait apparaître sur des produits étrangers une marque, un signe ou une indication quelconque de nature à faire croire qu'il a été fabriqué en France ou qu'il est d'origine française, et marqué en France des produits introduits sans marque. »

Cette rédaction semblerait de nature à résoudre la difficulté; il est difficile d'admettre toutefois que l'on puisse aller jusqu'à interdire de revêtir d'une marque, en France, les produits introduits sans marque de l'étranger.

Il semble en effet difficile de refuser au commerçant qui achète des produits à l'étranger le droit de les vendre *sous sa marque de commerce*. Tout au plus pourrait-on lui imposer certaines précautions de nature à éviter que, par confusion de sa marque de commerce avec une marque de fabrique, les produits ainsi marqués puissent être réputés de fabrication française.

De très nombreux projets ont été déposés dans ces dernières années pour modifier notre législation interne sur la répression des fausses indications de provenance. Parmi les diverses propositions, il convient de citer notamment un projet de loi déposé le 30 juin 1911 dans l'espérance de mettre fin à la situation difficile née de l'espèce de limitation administrative des régions vinicoles par application de la loi de 1905 modifiée en 1908. Ce projet de loi de 1911 prend pour base la loi de 1824, la modifie et la complète pour l'adapter à la protection des régions vinicoles. Il a été l'objet de maints rapports successifs, discuté et voté par la Chambre des députés en novembre 1912, il a été transmis au Sénat où il est encore à l'heure actuelle. L'Association française pour la protection de la propriété industrielle a adressé, en son temps, à la Commission nommée par le Sénat une note critiquant le texte voté par la Chambre, et faisant ressortir les inconvénients que présenterait son adoption sans modifications profondes.

Dans ces conditions et en raison de l'existence de ce projet, il est peu probable qu'un projet de modification de la loi de 1824 dans le genre de celui relaté plus haut,

Digitized by Google

ait chance d'aboutir ; il réveillerait de son sommeil le projet de 1911, et ne manquerait pas de faire naître des débats, où il risquerait fort de sombrer. Il paraîtrait préférable de combler par une loi spéciale la grave lacune signalée plus haut dans notre législation interne. Il serait urgent d'ailleurs qu'une solution pût intervenir avant la fin des hostilités, car il est à penser que, dès la conclusion de la paix, nos ennemis chercheront, faute de pouvoir faire accueillir leurs marchandises en les vendant ouvertement sous leur drapeau, à inonder notre marché de produits, non marqués, écoulés à vils prix, que les commerçants, alléchés par l'espoir de bénéfices considérables, pourront être tentés d'habiller à la française.

Le texte de cette loi spéciale, élaboré naguère par la Commission technique de l'Office national de la propriété industrielle, existe tout préparé et pourrait être voté très rapidement. Il est ainsi conçu :

« Article premier. — Quiconque, sur des produits naturels ou fabriqués, détenus ou transportés en vue de la vente, mis en vente ou vendus en France, ou sur des emballages : caisses, ballots, enveloppes, bandes, étiquettes, etc..., aura apposé une marque de fabrique ou de commerce, un nom, un signe, une indication quelconque de nature à faire croire, s'ils sont étrangers, qu'ils ont été fabriqués en France, ou qu'ils sont d'origine française, et dans tous les cas, qu'ils ont une origine différente de leur véritable origine, française ou étrangère, sera puni par les peines prévues par l'article 4 de la loi du 1er août 1905 sans préjudice de dommages et intérêts, s'il y a lieu.

» Toutefois, cette disposition ne sera pas applicable lorsque le produit portera en caractères manifestement apparents une mention exclusive de toute erreur d'origine. »

« Art. 2. — Seront également punis des peines prévues par l'article premier de la loi du 1er août 1905 ceux qui, par additions, retranchements ou par altérations quelconques des mentions primitivement portées sur les produits, par des annonces, brochures, circulaires, prospectus ou affiches, par la production de factures ou de certificats d'origine mensongère, auront fait croire à l'origine française de produits étrangers, ou pour tous produits à une origine différente de leur véritable origine, française ou étrangère. »

Ce texte est en parfaite harmonie avec celui de l'article 15, il va même plus loin et il convient de s'en féliciter. Il permettrait en effet d'atteindre toutes les manœuvres tendant à donner aux marchandises une origine apparente autre que la véritable, soit qu'il s'agisse de marchandises étrangères auxquelles on chercherait à donner une apparence française, soit de marchandises étrangères dont on voudrait modifier l'origine, marchandises allemandes par exemple, qui prendraient l'apparence de marchandises anglaises, soit même de marchandises françaises auxquelles, dans un intérêt quelconque, par snobisme par exemple, on chercherait à donner un aspect étranger. Il est donc absolument général.

Ce serait faire œuvre nationale utile que d'obtenir du gouvernement qu'il soit soumis, dans un délai aussi rapide que possible, au vote du Parlement.

Il devrait être entendu toutefois que ce texte ne serait appliqué, qu'avec modération, et toutes les fois qu'il apparaîtrait manifeste que les modifications apportées aux produits ont eu pour but d'essayer d'égarer le consommateur.

Par les peines relativement sévères qu'il édicte, son introduction, sous la réserve précédente, dans nos lois, ne manquerait pas de faire disparaître, dans une large mesure, une source de fraudes très préjudiciables à notre industrie.

A côté des lois répressives précédemment examinées, il y a place d'un autre côté pour une législation préventive permettant de garantir au consommateur l'origine des produits qui lui sont offerts.

C'est le rôle qui est réservé à la législation sur les marques collectives [1] que la France, en adhérant aux résolutions de la Conférence internationale de Washington de 1911 s'est engagée à faire sanctionner par le Parlement [2].

A quel besoin répond la marque collective? Quels services peut-elle rendre?

La marque individuelle de fabrique ou de commerce, définie et sanctionnée par la loi de 1857, donne à l'acheteur la certitude que la marchandise qu'il achète a été fabriquée par la maison propriétaire de la marque, mais, en réalité, cette marque ne constitue qu'exceptionnellement pour l'acheteur une garantie de qualité ou de provenance. Il n'en est ainsi, surtout sur les marchés étrangers, que pour les vieilles et puissantes maisons

(1) Le 6 juin 1916, le gouvernement déposait un projet de refonte complète de la loi de 1857 sur les marques. Le titre V du projet traite des marques collectives. Antérieurement, M. Hauet, député, avait, le 10 mars 1914, déposé une proposition de loi concernant les marques de fabrique et de commerce. Ces deux projets, inspirés des travaux de l'Association internationale pour la protection de la propriété industrielle, et de l'Association française pour la protection de la propriété industrielle sont fort analogues. Devant la difficulté d'aborder devant le Parlement la discussion d'une loi d'ensemble sur les marques, ce titre V a été détaché du projet du gouvernement.

Il vient de faire l'objet d'un important rapport (mars 1917) de M. Paul Ribeyre, député, et l'on peut espérer qu'il viendra prochainement à l'ordre du jour du Parlement. Nous nous proposons, dans un prochain article, d'examiner le projet de réforme de la loi sur les marques, dans son ensemble, et nous étudierons, à ce propos, les dispositions spéciales visant les marques collectives. Nous nous bornerons ici à faire ressortir brièvement l'intérêt que présente, au point de vue des indications d'origine des produits, l'établissement d'une législation sur les marques collectives.

(2) La Conférence de Washington a ajouté à la Convention de Paris de 1883 un article 7 *bis* ainsi conçu : « Les pays contractants s'engagent à admettre au dépôt et à protéger les marques appartenant à des collectivités dont l'existence n'est pas contraire à la loi du pays d'origine, même si ces collectivités ne possèdent pas un établissement industriel ou commercial.

» Cependant, chaque pays sera juge des conditions particulières sous lesquelles une collectivité pourra être admise à faire protéger ses marques. »

Digitized by Google

dont les marques, à la suite du long passé commercial, ont acquis une renommée universelle. Le plus souvent, la multiplicité des marques qui coexistent sur le marché embarrasse le consommateur, le laissent hésitant ou indifférent. La multiplicité même de marques individuelles est pour chacune d'elles une cause de faiblesse.

S'il devient loisible, au contraire, aux industriels et commerçants de se grouper pour choisir une marque commune qui se superposera à leur marque propre, qu'il sera facile de faire connaître au public par une publicité appropriée et dont la défense faite aux frais de la collectivité sera plus facile, alors la situation change et cette marque collective, grâce surtout au règlement d'emploi adopté par la collectivité propriétaire, constituera rapidement, pour les marchandises qu'elle couvrira, un certificat d'origine de haute valeur. L'acheteur n'aura qu'à se référer au règlement d'emploi pour connaître l'origine de la marchandise. La fixation par les intéressés eux-mêmes à un critérium d'origine, librement accepté, est à coup sûr supérieur à toutes fixations analogues tentées par l'autorité législative ou administrative. La surveillance mutuelle par les intéressés, des conditions d'emploi de la marque, constitue pour le public une garantie des plus efficaces contre les fraudes possibles.

Il est permis de penser que, bien mieux que l'institution d'une marque d'Etat, impossible à surveiller dans son application [1] ou que les règlements administratifs qui ont failli, il y a quelques années, amener la guerre civile entre les provinces françaises, le développement du statut légal des marques de collectivités, donnera indirectement la solution de « la question des délimitations » et permettra aux produits réellement français, non seulement de reprendre sur le marché national la place qui leur appartient légitimement, mais de s'assurer de nouveaux débouchés sur les marchés étrangers.

Ce besoin d'authentifier, en vue des luttes industrielles de demain, les produits de l'industrie française, est tellement manifeste que, sans attendre le vote de la loi qui fixera définitivement les statuts des marques collectives, un certain nombre de marques syndicales sont nées dans ces dernières années, et qu'il a même été créé récemment une marque inter-syndicale, la marque « Unis-France » qui, après moins de deux ans d'existence (l'Union nationale inter-syndicale dont la marque reproduit le titre abrégé a été constituée le 9 décembre 1915) est déjà adoptée par une centaine de syndicats pour être apposée, dans les industries les plus diverses, à côté des marques individuelles, sur les produits réellement et incontestablement français. Le succès prodigieux de la marque « Unis-France » dû à la patriotique ardeur de son fondateur, à la sévérité du règlement édicté pour son emploi, ne pourra que croître encore lorsque la législation spéciale sur les marques collectives aura pris place dans nos Codes.

III. — Législation internationale. — Les lois ou projets de loi, qui viennent d'être passés en revue, ont particulièrement pour but, à l'exception de l'un d'eux, soit de réprimer les fraudes consistant à donner à des marchandises étrangères l'aspect français, soit d'authentifier l'origine française des marchandises réellement fabriquées en France. Ils laissent de côté la fraude consistant à introduire en France une marchandise, allemande par exemple, portant une marque d'origine suisse ou anglaise. Une telle fraude n'est pas seulement nuisible pour le pays faussement indiqué comme origine de la marchandise, elle est susceptible de porter un préjudice sérieux à notre industrie nationale. Si, en effet, il est légitime d'admettre que des marchandises étrangères, anglaises, suisses ou même allemandes puissent loyalement concurrencer en France notre production nationale, ces conditions de loyale concurrence disparaissent lorsque les marchandises étrangères sont vendues sous le couvert d'un autre pays qui ne les a pas produites. Nul doute par exemple qu'un consommateur français, qui pourra être tenté d'acquérir une marchandise vendue en France comme anglaise, ne s'abstienne de le faire s'il est averti que cette soi-disant marchandise anglaise vient d'outre-Rhin.

C'est dans les Conventions internationales que se

[1] La création d'une marque nationale pour authentiquer les marchandises françaises, en les couvrant d'une sorte de drapeau national, semble au premier abord la solution à préconiser, mais pour qu'une telle marque ait une valeur, il faudrait que l'usage puisse en être limité aux produits réellement français.

Or, si l'on peut espérer, en créant des fonctionnaires nouveaux, arriver à établir qu'un produit sort effectivement d'une usine située en France, il est presque impossible de savoir dans quelles limites le produit y a été manufacturé et amené à sa forme définitive, et si, par suite, il doit réellement être considéré comme français. Certaines usines, en effet se bornent à faire subir à des éléments venus tout préparés de l'étranger un montage, un habillage, même parfois un simple étiquetage. Les concurrents directs de l'industriel seuls peuvent, dans chaque cas particulier, savoir comment et dans quelle limite il fabrique. Il s'ensuit que sans envisager la question délicate de savoir jusqu'à quel point une marque nationale pourrait être protégée sur les marchés extérieurs, une telle marque ne peut, sauf dans des cas très spéciaux où elle est appropriée dans des pays d'importance restreinte et limitée à des industries spécialisées (exemple : la marque nationale danoise pour les beurres), remplir le but poursuivi et qu'il faut sans hésitation lui préférer les marques de collectivités.

Un essai de marque nationale a été tenté par la loi du 26 novembre 1873. Cette loi, aujourd'hui très oubliée, autorise tout propriétaire d'une marque de fabrique ou de commerce déposée à faire apposer sur les étiquettes, bandes, etc., supportant sa marque, un timbre ou poinçon d'Etat destiné à en affirmer l'authenticité. L'idée du promoteur de la loi était de renforcer ainsi les droits du titulaire de la marque au point de vue de la contrefaçon et d'attester indirectement l'origine française de la marchandise, revêtue d'une marque déposée en France et doublée en quelque sorte du sceau de l'Etat français. Il est à remarquer que, tel qu'il peut fonctionner, le système de la loi de 1873 a pour unique effet d'affirmer le dépôt d'une marque en France et ne donne aucune garantie sur les conditions de fabrication de la marchandise couverte par cette marque. En fait, l'expérience l'a prouvé, les rares applications de la loi de 1873 n'ont servi qu'à revêtir d'une marque déposée en France et estampillée par l'Etat, des marchandises étrangères entrées sans marques et à faire ainsi participer inconsciemment l'Etat à la fraude commise.

Digitized by Google

trouvent les textes destinés à faire obstacle à de semblables pratiques.

Comme, après la guerre, il est à penser que les fraudes de cette nature se multiplieront et que les Allemands notamment, ne pouvant faire passer leurs marchandises pour des marchandises françaises, chercheront du moins à les écouler sous le couvert d'une nationalité plus sympathique aux consommateurs que la leur, il convient d'examiner si, de ce côté, la situation est satisfaisante et s'il n'y aurait pas lieu de chercher à renforcer les armes que ces Conventions internationales mettent entre nos mains pour lutter contre la fraude.

La répression des fausses indications de provenance est assurée internationalement par l'article 10 de la Convention internationale de Paris de 1883, aux termes duquel peuvent être saisis à la requête, soit du ministère public, soit de la partie intéressée, les produits « portant faussement comme indication de provenance le nom d'une localité déterminée, lorsque cette indication sera jointe à un nom commercial fictif ou emprunté dans une intention frauduleuse ».

Cette disposition exige donc la superposition en quelque sorte de deux fraudes : l'indication inexacte d'un nom de localité, jointe à un nom commercial fictif, ou emprunté dans une intention frauduleuse.

Cette rédaction de l'article 10, votée en 1910, n'avait été acceptée par la France que comme un pis aller. Les industriels souhaitaient l'adoption d'un texte qui autorisât la répression, dans tous les pays de l'Union, de l'introduction des marchandises revêtues d'une fausse indication d'origine, même dans le cas où ces marchandises ne seraient accompagnées d'aucun nom commercial.

Après des tentatives infructueuses, à la Conférence de Rome de 1886, dont les travaux ne furent pas ratifiés, la question fut reprise en 1890 à Madrid; elle aboutit à la création, entre un certain nombre de pays signataires de la Convention de 1883, dont la France, d'un arrangement spécial visant la répression des fausses indications de provenance (¹).

L'article premier de cet Arrangement prescrit la saisie, soit dans l'État où la fausse indication de provenance a été apposée, soit dans le pays où le produit a été introduit « de tout produit portant une fausse indication de provenance dans laquelle un État contractant ou un lieu situé dans l'un d'eux serait directement ou indirectement indiqué comme pays ou lieu d'origine ».

La saisie, dans les pays où cette mesure n'est pas admise, devra être remplacée par les actions et moyens que la loi de ces États assure en pareil cas aux nationaux. Aux termes de l'article 2, la saisie, qui n'est pas obligatoire en cas de transit, a lieu « à la requête, soit du ministère public, soit de toute autorité compétente, par exemple l'Administration douanière, soit d'une partie intéressée, individu ou société, conformément à la législation intérieure de chaque État ».

Ajoutons, pour résumer les traits essentiels de l'Arrangement, que l'acte admet (art. 3) que le vendeur peut « indiquer son nom et son adresse sur les produits provenant d'un pays différent de celui de la vente, mais à la condition de l'accompagner de l'indication précise et en caractères apparents du pays ou du lieu de fabrication ou de production » ; que l'article 4 « donne aux tribunaux de chaque pays mission de décider quelles sont les appellations qui, à raison de leur caractère générique, échappent aux dispositions du présent Arrangement, *les appellations régionales de provenance de produits vinicoles n'étant pas cependant comprises dans la réserve statuée par cet article* ».

C'est cette disposition, d'une importance capitale pour la France, excluant notamment la possibilité de fabriquer hors de la Champagne et de Charente le champagne et le cognac, qui a été et reste le principal obstacle à l'extension, de l'Arrangement de Madrid, parmi les pays signataires de la Convention de 1883.

Une loi du 1er juillet 1906 a déclaré applicable aux Français en France les conventions internationales dans tous les cas où les dispositions de ces conventions sont plus favorables que la loi française pour protéger les droits dérivant de la propriété industrielle. Les Français peuvent donc, dans leurs rapports entre eux, invoquer les dispositions de l'Arrangement de Madrid et spécialement l'article 4 de cet Arrangement.

Malgré l'efficacité, au moins en théorie, des dispositions écrites dans cet Arrangement, et bien qu'on ne puisse douter que les fraudes qu'il tend à réprimer soient fréquentes, les poursuites engagées en vertu de l'Arrangement de Madrid sont peu nombreuses.

La cause paraît en être, ainsi que nous l'avons signalé à propos de l'article 19 de la loi de 1857, que l'Arrangement de Madrid ne constitue pas une disposition douanière et que l'Administration des Douanes, si elle peut procéder à la saisie n'agit que comme auxiliaire du ministère public qui, seul, a le droit de suivre, le cas échéant, sur le procès-verbal. On discute, d'autre part, sur les sanctions pénales de cet Arrangement.

Le remède à cette situation paraît être, ainsi qu'on l'a proposé, d'assimiler, au point de vue de la poursuite et de la répression, les fausses indications d'origine intéressant les pays de l'Union (Arrangement de Madrid) aux fausses indications d'origine française, en décidant que les infractions prévues par l'Arrangement seront *constatées, poursuivies et punies comme importation de marchandises frappées de prohibition douanière*.

Le vote d'un texte de ce genre ne manquerait pas de faciliter singulièrement l'application en France de l'Arrangement de Madrid.

On peut, d'autre part, espérer qu'après la guerre, certains pays restés à l'écart de l'Arrangement sentiront le besoin de fortifier chez eux la lutte contre la fraude et apporteront leur adhésion à cet acte. Les adhésions

(¹) Les États signataires de l'Arrangement sont : Brésil, Cuba, Espagne, France, Algérie et colonies, Grande-Bretagne et Ceylan, Nouvelle-Zélande, Trinité, Tabago, Portugal, Açores et Madère, Suisse, Tunisie. Aucune adhésion nouvelle n'a eu lieu depuis la signature de l'Arrangement.

Digitized by Google

nouvelles seraient sans doute favorisées si l'on convenait, ainsi que cela été proposé, d'étendre les dispositions de l'article 4 qui, dans la rédaction actuelle, intéresse exclusivement les pays vinicoles, à tous les produits tirant du sol ou du climat les propriétés essentielles et caractéristiques. Ainsi disparaitrait le principal argument mis en avant par les pays non producteurs de vins pour justifier leur refus de souscrire à l'Arrangement de Madrid.

André TAILLEFER,
Avocat à la Cour de Paris, ancien élève de l'Ecole polytechnique, membre de la Commission technique de la propriété industrielle.

Législation, jurisprudence, réglementation

Redevances pour lignes téléphoniques installées pour la sécurité des lignes et réseaux de transmission d'énergie électrique.

L'Union des Syndicats de l'Electricité nous communique les deux lettres suivantes, motivées par les augmentations de droits d'usage prévues par la loi du 30 décembre 1916.

Paris, 9 février 1917.

Monsieur le Ministre des Travaux publics à Paris,

J'ai l'honneur de porter à votre connaissance que les sociétés de transport et de distribution d'énergie électrique, en recevant, suivant la tradition, au mois de janvier 1917, l'état des redevances pour les droits d'usage des lignes téléphoniques necessaires à la sécurité de leurs réseaux, ont eu la surprise de constater que l'Administration des Postes et Télégraphes leur réclamait un droit supplémentaire de 10 fr par kilomètre de ligne et même, dans certaines régions, un autre droit d'égale importance pour certains postes supplémentaires.

Informations prises, cette augmentation serait exigée en vertu de la loi du 30 décembre 1916 qui, dans son article 23, a édicté une surtaxe de 10 fr pour droit d'usage des lignes d'intérêt privé et par poste supplémentaire en sus de deux. Or s'il est exact que ces augmentations ont été édictées par la loi précitée, il est certain qu'elles ne peuvent pas être appliquées intégralement aux lignes de distribution d'énergie électrique : il suffit pour le démontrer de rappeler les termes de la loi de finances du 30 juillet 1913, tels qu'ils sont rapportés dans le « Journal officiel » du 31 juillet.

Cette loi a été faite dans les circonstances suivantes :

Depuis le décret du 3 avril 1908, les distributions d'énergie électrique étaient, comme elles sont encore aujourd'hui, tenues d'avoir des lignes et des appareils téléphoniques dans un but de sécurité publique : l'article 39 dudit décret est, en effet, ainsi conçu : « les entrepreneurs de distribution d'énergie électrique sont tenus d'établir et d'entretenir à leurs frais les lignes télégraphiques et téléphoniques ou les lignes de signaux reconnues nécessaires par le service du contrôle pour assurer la sécurité de l'exploitation ».

Etant donnés les termes de cet article, beaucoup de sociétés de distribution avaient estimé, ainsi qu'il paraissait absolument normal, qu'elles ne pouvaient être tenues de payer aucune redevance pour ces lignes de sécurité, en vertu du principe que l'Etat, par le décret précité, leur créant une obligation d'établir ces lignes pour des motifs de sécurité publique, elles ne pouvaient être considérées comme étant d'intérêt privé et, par conséquent, ne pouvaient être frappées de la taxe exigible des particuliers.

Ces réclamations avaient paru fondées à l'Administration des Travaux publics et à la Commission qui, sous la présidence de M. Alfred Picard, était chargée de rédiger les règlements dérivant de la loi du 15 juin 1906. Mais, pour mettre fin aux réclamations de l'Administration des Postes et Télégraphes, une sorte de transaction définitive intervint pour faire cesser toute équivoque comme toute discussion et c'est cette transaction qui a trouvé place à l'article 25 de la loi du 30 juillet 1913, dont voici le texte :

Les lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux fonctionnant en dehors du réseau de l'Etat sont toujours soumises aux dispositions édictées en vertu du monopole télégraphique. En conséquence, en même temps que leur établissement est obligatoirement imposé par l'autorité publique pour l'exploitation d'une entreprise quelconque, quel que soit l'objet en vertu duquel ces lignes ont été établies ou la nature des communications échangées, cet établissement est subordonné à l'autorisation préalable prévue par le décret du 27 décembre 1851.

Toutes les lignes de l'espèce, sauf celles utilisées par les services gérés directement par l'Etat, les départements ou les communes et rétribués sur les fonds de leur budget, sont passibles des redevances d'usage fixées par application de la loi du 5 avril 1878.

En ce qui concerne les lignes téléphoniques établies par les entrepreneurs de distribution d'énergie électrique en vertu de l'obligation qui leur est faite par les lois, décrets et règlements, et destinées exclusivement à assurer la sécurité de l'exploitation, ces redevances sont réduites au tiers des taxes annuelles applicables aux lignes et postes d'intérêt privé.

Le premier paragraphe de l'article pose le principe que même les lignes exigées pour motif de sécurité publique ne bénéficient pas de la gratuité, mais le dernier paragraphe de l'article les fait bénéficier d'une tarification spéciale en réduisant leur redevance d'usage au tiers de ce qui doit être payé par les lignes et postes d'intérêt privé.

Tant que le tarif a été de 15 fr pour les particuliers, l'Administration a réclamé 5 fr aux entreprises de distribution d'énergie électrique ; le droit des particuliers ayant été porté, soit pour le droit d'usage, soit pour les postes supplémentaires, à 25 fr, les lignes et les postes supplémentaires des lignes de sécurité des entreprises de distribution d'énergie électrique ne doivent payer que le tiers de cette somme, soit 8,333 fr.

Si, comme j'en suis convaincu, Monsieur le Ministre, vous adoptez la manière de voir que je viens de vous exposer, je vous serais reconnaissant de bien vouloir intervenir

Digitized by Google

auprès de votre collègue chargé de l'Administration des Postes et Télégraphes pour qu'il soit donné satisfaction à la réclamation dont je viens de me faire l'interprète.

Veuillez agréer, Monsieur le Ministre, l'assurance de ma haute considération.

Le Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité,

(Signé) : G. CORDIER.

Paris, le 3 juin 1917.

Monsieur le Président de l'Union des Syndicats de l'Électricité,

Par lettre du 9 février dernier, vous m'avez saisi, au nom de l'Union des Syndicats de l'Électricité, d'une protestation contre le taux d'augmentation des redevances imposé aux sociétés de transport et de distribution d'énergie électrique par application de l'article 23 de la loi de finances du 30 décembre 1916, qui a édicté une surtaxe de 10 fr pour droit d'usage des lignes d'intérêt privé et par poste supplémentaire en sus de deux.

Vous faisiez très justement observer que l'article 25 de la loi du 30 juillet 1913 ayant réduit les redevances pour les lignes de sécurité des réseaux de distribution d'énergie au tiers des redevances applicables aux lignes et postes d'intérêt privé, c'est seulement le tiers de l'augmentation prescrite par la loi du 30 décembre 1916 qui doit être imposé auxdites lignes de sécurité et aux postes supplémentaires.

M. le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, à qui j'avais de suite signalé l'anomalie de cette perception, vient de me faire connaître qu'après examen de la question il a décidé, en raison des restrictions auxquelles est assujettie l'utilisation des lignes téléphoniques de sécurité, que le dégrèvement partiel dont bénéficient ces communications serait calculé sur l'ensemble du droit d'usage principal et de la surtaxe dont il s'agit.

Le taux de la redevance applicable aux lignes téléphoniques de sécurité se trouvera ainsi ramené à $\frac{25\text{ fr}}{3}$, soit 8,33 fr par kilomètre de ligne et par poste en sus de deux.

La demande dont vous avez bien voulu vous faire l'interprète, au nom de l'Union des Syndicats de l'Électricité, reçoit ainsi entière satisfaction.

Je suis heureux de vous en informer.

Agréez, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération distinguée.

Pour le ministre et par autorisation :

Le chef du Cabinet,

(Signé) : Marcel RÉGNIER.

Le recensement industriel [1].

Le gouvernement, préoccupé de l'après-guerre, a déposé un projet de loi ayant pour but de préparer cet après-guerre en organisant le recensement industriel. Les Alliés ont pris des engagements réciproques en vue de leurs futures relations économiques, et la France doit être en mesure de tenir ses promesses; il importe donc que, dès la signature de la paix, l'industrie soit prête à reprendre ses travaux pacifiques et que les matériaux nécessaires soient à pied d'œuvre.

Plusieurs objections de principe ont été faites au projet de recensement industriel présenté par le gouvernement. Les Chambres de commerce de Paris et de Lyon en ont contesté le principe. La Chambre de commerce de Paris, adoptant les conclusions d'un rapport de M. Legouez, a reconnu l'utilité d'une organisation pour le placement du matériel à employer, mais a contesté l'opportunité du recensement industriel. A cette objection la Commission du travail répond que l'industrie, au moment où elle va se développer, se transformer, révolutionner sa technique, a intérêt à connaître entièrement le matériel dont elle dispose afin de mieux voir ses besoins et ses insuffisances.

L'organisme d'exécution du recensement sera la direction de la statistique générale de la France qui est pourvue de tous les organes d'investigations et de classement désirables.

Le recensement du matériel devra être exécuté sur un plan très simple; il faudra, tout d'abord, recenser le matériel inutilisable pour les fabrications de guerre afin de l'entretenir et au besoin de le restaurer. Pour le reste du matériel, il faudra faire une distinction entre celui qui ne pourra servir et celui qui, transformé, pourra être utilisé dans les industries de la paix. Le recensement devra, pour être efficace, être complété par une enquête sur la situation des industries, non seulement des industries qui existaient avant la guerre, mais encore des industries à créer et à transformer pour les besoins d'après-guerre.

Après avoir examiné le mode général d'exécution du recensement et le décret prévu à l'article 5 du projet dressant le catalogue du matériel industriel par catégories de machines, le rapporteur de la Commission du travail déclare la nécessité qu'il y a à ce que l'État apporte son concours au monde industriel. Il pourrait le faire en conservant le ministère des Inventions qui examinerait toutes les inventions et signalerait aux industriels celles qui présenteraient de l'intérêt et en créant des laboratoires d'essais et de recherches sous la direction des savants les plus éminents.

Un des motifs qui ont poussé le gouvernement à entreprendre le recensement industriel est la nécessité de prévoir la démobilisation et de caser immédiatement tous les hommes revenant de la guerre et qui trouveront leur place prise par des non-mobilisés ou des femmes; de plus, il y aura malheureusement de nombreux mutilés auxquels il faudra indiquer les industries pouvant les employer.

De ce qui précède, la Commission conclut que le recensement industriel apparaît comme la base essentielle d'une vaste organisation industrielle et propose à la Chambre d'adopter le projet de loi suivant :

ARTICLE PREMIER. — Il sera procédé, par les soins de la statistique générale de la France, au recensement détaillé du matériel industriel en vue de son utilisation après la guerre pour l'emploi immédiat du personnel actuellement mobilisé.

Les départements ministériels chargés du contrôle de certaines entreprises industrielles effectueront les opérations relatives à ces entreprises dans les conditions qui seront déterminées d'accord entre le ministère du Travail et les départements intéressés. Les résultats, en ce qui concerne ces entreprises, seront transmis au ministère du Travail et de la Prévoyance sociale, chargé de centraliser l'ensemble des opérations.

ART. 2. — Est obligatoire la déclaration de ce matériel pour toute personne qui le détient actuellement, à quelque titre que ce soit, fût-ce à titre de location, de gage, de dépôt ou de séquestre.

ART. 3. — Cette déclaration devra être faite à la mairie du siège de l'entreprise industrielle (à Paris et à Lyon, aux mairies des arrondissements) dans les trente jours de la publication du décret prévu à l'article ci-après, sur formules qui seront mises

[1] Rapport fait au nom de la Commission du travail chargée d'examiner le projet de loi relatif au recensement industriel par M. Laferre, député (*Journal officiel*, 12 juin 1917). Documents parlementaires de la Chambre, annexe 3290, p. 637.

Digitized by Google

dans chaque mairie à la disposition des personnes à qui incombe la déclaration. Il sera délivré un récépissé de cette déclaration.

ART. 4. — Toute personne assujettie à la déclaration qui ne se serait pas conformée aux prescriptions de la présente loi ou qui aurait fait une fausse déclaration sera passible des sanctions spécifiées par l'article 4 de la loi du 27 septembre 1915.

ART. 5. — Un décret déterminera la nature des machines, appareils et installations constituant le matériel industriel soumis au recensement, ainsi que les conditions d'application de la présente loi.

La mise en exploitation des tourbières (1).

La crise du charbon consécutive à celle des transports a démontré la nécessité d'avoir recours à toutes les ressources en combustibles du pays. Le bois ne peut que parer très insuffisamment au manque de houille, aussi, pour remédier à la crise, faut-il songer à utiliser les tourbières.

Les dernières statistiques ont montré qu'il existe en France environ 600 tourbières qui couvrent une superficie de près de 40000 hectares répartis en particulier dans les départements de Seine-et-Oise, Somme, Oise, Aube, Jura, Vosges, Isère, Hautes-Pyrénées, Pas-de-Calais et Loire-Inférieure. En se basant sur une profondeur moyenne de 4 m par tourbière, on aurait 1 600 millions de mètres cubes de tourbe fraiche, soit 300 millions de mètres cubes de tourbe sèche. L'exploitation de la tourbe est bien organisée à l'étranger et surtout en Russie où elle représente, dans certaines régions, 13 pour 100 du combustible employé, tandis qu'en France elle ne représente pas 1 pour 100 de notre consommation de combustible. En 1912, la production de la tourbe n'atteignait en France que 42000 t qui revenaient au prix de 12 fr la tonne.

Tandis qu'à l'étranger, depuis la guerre, on a organisé sérieusement l'exploitation de la tourbe, en France, on n'a rien fait. Cela résulte, d'une part, de l'absence d'un Comité d'étude, et, d'autre part, du manque de relations entre l'acheteur et le producteur.

La puissance calorifique de la tourbe sèche est de 5000 calories, avec 20 pour 100 d'eau elle est de 4000 calories. La puissance calorifique moyenne de la houille étant de 7500 calories et celle du bois de 3000 calories, on voit les services que peut rendre la tourbe.

L'extraction de la tourbe se fait soit au louchet, soit à la machine. Un bon ouvrier peut, à l'aide du louchet, extraire par jour 12 t de tourbe fraiche ou 5 t de tourbe sèche, cette tourbe vendue à raison de 5 fr le stère, soit environ 20 fr la tonne.

L'exploitation à la machine se fait, soit à l'aide d'un louchet mécanique à mouvement différentiel qui permet d'obtenir la tourbe à un prix de revient très bas, soit à l'aide d'excavateurs à chaines et à godets pouvant produire de 80 à 100 t à l'heure, et qu'on manœuvre soit sur rails, soit sur l'eau dans un bac. D'après les ingénieurs américains, la tonne de tourbe extraite reviendrait, frais généraux compris, à environ 10 fr.

L'utilisation industrielle de la tourbe peut se résumer rapidement comme il suit : en dehors de son emploi comme combustible sur les grilles des chaudières, la tourbe ajoutée au charbon dans la proportion de 10 pour 100 dans les cornues des usines à gaz ne nuit en rien à la qualité du gaz produit.

En Angleterre et en Allemagne, de grandes usines distillent la tourbe en vase clos, le gaz obtenu est peu éclairant mais le devient mélangé à du gaz de houille. Le coke de tourbe ainsi produit a un pouvoir calorifique de 7500 calories et est un excellent combustible pour les chaudières, il laisse peu de cendres; son poids spécifique est de 0,50 environ.

La distillation d'une tonne de tourbe donne 400 m³ de gaz et 6 à 7 pour 100 de goudron dont on peut extraire de la benzine, des huiles d'éclairage et de graissage, de l'acide phénique créosoté et de la paraffine. L'azote dégagé pendant la distillation se combine à l'hydrogène naissant dans des gazogènes spéciaux, donne de l'ammoniaque qu'on transforme généralement en sulfate d'ammonium qui est utilisé comme engrais. Une tonne de tourbe sèche, contenant 2,5 pour 100 d'azote, fournit environ 80 kg de sulfate d'ammonium.

En dehors de ces utilisations industrielles, la tourbe sert pour l'emballage de la verrerie, pour la conservation des fruits, et est utilisée comme absorbant pour sécher certaines matières humides et pour l'épuration des eaux d'égout. Mélangée à de la mélasse, elle entre dans la nourriture des animaux. On l'emploie également dans la papeterie et la bonneterie. Elle constitue un excellent support pour la nitrification artificielle et donne un bien meilleur résultat que le terreau. Enfin, on a utilisé la tourbe encore humide pour la fabrication d'un alcool analogue à celui tiré de la pomme de terre; le rendement est d'environ 140 l d'alcool pour 2500 kg de tourbe.

L'armée a exploité plusieurs tourbières et obtenu d'excellents résultats; la Commission des Mines conclut qu'il est urgent de prendre les dispositions nécessaires pour exploiter la tourbe et demande au Parlement d'adopter la proposition de résolution suivante :

La Chambre invite le gouvernement à organiser d'urgence, par tous les moyens, et au besoin par voie de réquisition, la mise en exploitation des tourbières et à faciliter cette exploitation par l'affectation aux travaux nécessaires pendant la saison d'été d'équipes de prisonniers de guerre.

Elle l'invite, en outre, à créer, dans ce but, au ministère des Travaux publics, un service spécial, secondé par une Commission extraparlementaire ayant pour but d'organiser et d'intensifier la production de la tourbe et son utilisation, tant comme combustible d'appoint dans les circonstances actuelles qu'en vue de son emploi industriel et chimique, par les procédés scientifiques.

(1) Rapport fait au nom de la Commission des mines chargée d'examiner la proposition de résolution de MM. Louis Deshayes, Decroze et Ternois, invitant le gouvernement à procéder, dans le plus bref délai possible, à la mise en exploitation des tourbières par voie de réquisition, par M. André Paisant, député. (*Journal officiel*, 12 juin 1917, annexe 3288, p. 636. Voir aussi *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. 1, p. 880.) Comptes rendus des séances de la Chambre.

Rappelons aussi l'article « La tourbe et l'industrie électrique », par J. Nicholas, publié dans la *R. G. E.*, 27 janvier 1917, t. 1, p. 147-151.

Décret portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne.

Le « Journal officiel » du 17 mai 1917 publie, p. 3961, le décret présidentiel suivant pris en date du 15 mai 1917 :

ARTICLE PREMIER. — Les délais accordés par les articles premier et 5 du décret du 27 septembre 1914 pour le paiement des sommes dues par les entreprises d'assurance, de capitalisation et d'épargne, et prorogée par l'article premier des décrets des 27 octobre, 29 décembre 1914, 23 février, 24 avril, 26 juin, 28 août, 30 octobre, 20 novembre 1915, 15 janvier, 18 mars, 19 mai, 18 juillet, 23 septembre, 23 novembre 1916 et 23 février 1917, sont prorogés, à dater du 1er juin 1917, pour une nouvelle période de quatre-vingt-dix jours francs, sous les conditions et réserves ci-après, le bénéfice de cette prorogation étant étendu aux contrats à échoir avant le 1er septembre 1917, pourvu qu'ils aient été conclus antérieurement au 4 août 1914.

Digitized by Google

Pendant la durée de cette prorogation, les entreprises seront tenues de payer :

1° En matière d'assurance sur la vie, 50 pour 100 du capital ou du rachat stipulé, jusqu'à concurrence de 25 000 fr et l'intégralité des rentes viagères ;

2° En matière d'assurance contre les accidents du travail, l'intégralité des allocations temporaires et rentes viagères dues en vertu de la loi du 9 avril 1898 et des lois qui l'ont modifiée ou complétée ;

3° En matière d'assurance contre les autres accidents de toute nature, l'intégralité de l'indemnité temporaire et du capital ou de toutes autres indemnités dues ;

4° En matière d'assurance contre l'incendie et contre tous risques autres que ceux prévus aux alinéas précédents, l'intégralité des sinistres ;

5° En matière de capitalisation, l'intégralité du capital des bons ou titres venus à échéance ;

6° En matière d'épargne, et seulement en ce qui concerne les sociétés visées au titre II de la loi du 3 juillet 1913, 50 pour 100 du capital revenant aux intéressés par suite de l'échéance de leurs séries ou participations ou par suite de décès, pour les sociétés dont les placements se font en constructions de maisons payables à tempérament et l'intégralité des sommes exigibles pour les autres sociétés.

L'assuré ou l'adhérent ayant toujours conservé le droit de se prévaloir de l'article 5 du décret du 10 août-15 décembre 1914, le bénéfice des dispositions des alinéas ci-dessus ne pourra être invoqué par lui qu'à condition que le montant de la prime ait été versé, et, en matière d'assurance contre les accidents et l'incendie, que les déclarations de salaires et de sinistres aient été faites, conformément aux prescriptions du contrat.

ART. 2. — En matière d'assurance sur la vie, l'assureur, un mois après l'envoi d'une lettre recommandée restée sans effet, reproduisant le texte de la présente disposition et invitant l'assuré à acquitter les primes arrivées à échéance ou à prendre l'engagement de les acquitter, en une ou plusieurs fois, à son gré, dans le délai de deux années après la cessation des hostilités, ne sera responsable, en cas de décès de l'assuré, que jusqu'à concurrence de la valeur acquise à la police, conformément aux conditions du contrat.

Toutefois, les clauses des polices d'assurances retrouveront leurs pleins effets, pour les primes échues et à échoir, à l'égard des assurés des sociétés à forme mutuelle qui ne paient aucune commission ni aucune rétribution, sous quelque forme que ce soit, pour l'acquisition des assurances, et qui l'ont stipulé dans leurs statuts.

Les dispositions des alinéas précédents ne vaudront pas à l'égard des assurés présents sous les drapeaux, ou domiciliés dans les régions envahies, ou retenus en territoire ennemi, ou se trouvant hors de France ou d'Algérie pour service public : le recouvrement de leurs primes échues au cours de la période pendant laquelle ils sont restés couverts de leur risque, se fera dans des conditions qui seront déterminées après les hostilités.

ART. 3. — Les prorogations spécifiées aux articles précédents sont purement facultatives pour les débiteurs ; les sommes dont le paiement est suspendu en vertu desdits articles portent intérêt, de plein droit, au taux de 5 pour 100, à partir du jour où le paiement était primitivement exigible.

L'intérêt est dû dans les mêmes conditions par l'assuré pour le montant des primes qu'il n'a pas versées à l'époque fixée par le contrat.

Les dispositions des deux alinéas ci-dessus ne font pas obstacle à l'application de toutes clauses contractuelles qui stipuleraient un taux d'intérêt plus élevé.

ART. 4. — Les contestations auxquelles peut donner lieu l'application du présent décret sont portées, par simple requête de la partie la plus diligente, devant le président du Tribunal civil qui statue en référé. Sa décision est exécutoire, par provision, nonobstant appel.

ART. 5. — Les dispositions du présent décret ne sont pas applicables aux sociétés d'assurances mutuelles agricoles régies par la loi du 4 juillet 1900.

ART. 6. — Les dispositions du présent décret s'appliquent aux entreprises d'assurances, opérant en France, des pays alliés ou neutres ; toutefois, leur bénéfice serait refusé à ces entreprises dans le cas où le pays où elles ont leur siège social prendrait des mesures analogues sans en assurer l'application aux entreprises françaises.

ART. 7. — Les dispositions du présent décret sont applicables à l'Algérie.

ART. 8. — Les ministres du Travail et de la Prévoyance sociale, de la Justice, de l'Intérieur, de l'Agriculture, du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois* et publié au *Journal officiel* de la République française et au *Bulletin officiel* de l'Algérie.

Décret rapportant les dispositions du décret du 19 février 1917 portant organisation du personnel de la télégraphie sans fil aux colonies.

Le « Journal officiel » du 19 juin 1917 publie, p. 4727, le décret suivant pris par le ministre des Colonies le 12 juin 1917 :

ARTICLE UNIQUE. — Sont et demeurent rapportées les dispositions du décret susvisé en 19 février 1917.

Nous avons publié ce décret dans le numéro du 14 avril 1917, p. 595, et un de nos savants les plus éminents avait montré, dans le numéro du 28 avril 1917, p. 679, tout l'intérêt que présentait la nouvelle organisation. Mais le décret du 19 février 1917 n'aura jamais été appliqué, une administration jalouse de ses droits s'étant jugée blessée et lésée, n'a pas voulu permettre qu'une organisation télégraphique, même coloniale, ne soit pas soumise à sa dépendance.

Désignation des membres de la Commission de la tourbe.

Le « Journal officiel » du 17 juin 1917 publie, p. 4693, la liste suivante qui indique les noms des membres de la Commission de la tourbe :

MM.
Cauvin, sénateur ;
Dupont, sénateur ;
Forsans, sénateur ;
Rivet, sénateur ;
De La Porte, député ;
Delaroche-Vernet, député ;
Deshayes, député ;
Giray, député ;
Guist'hau, député ;
Mauger, député ;
Péchadre, député ;
Pottevin, député.
Coste, directeur des Mines, représentant le ministère des Travaux publics et des Transports ;
Constantin, inspecteur général des services administratifs au ministère de l'Intérieur ;
Copaux, président de la section de chimie au S. S. E. des Inventions ;
Pelissier, inspecteur général des améliorations agricoles, représentant le ministère de l'Agriculture ;
Lancien, pharmacien de la Marine, représentant le sous-secrétariat d'État du Ravitaillement ;
Willems, ingénieur des Arts et Manufactures, représentant du ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre, secrétaire.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 | **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 2. — 14 JUILLET 1917.

Chronique. — Sur le refroidissement par circulation d'air des moteurs enfermés. — Société internationale des Electriciens. — Société des Ingénieurs civils. — Société française de Physique. — Bibliographie, p. 41 et 42.

Section scientifique et technique. — Note sur le calcul des lignes de transmission d'énergie, par P. DE BANCAREL, p. 43. — Sur la résistance des conducteurs en courant alternatif, par B. C., p. 46.

Section industrielle. — La grosse traction aux Etats-Unis d'Amérique, par J. CARLIER, p. 55. — Revues, analyses et informations : L'utilisation des forces motrices du Rhône, par J. N., p. 66.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud, p. 67 ; Compagnie Continentale Edison, p. 67 ; Compagnie des Tramways de Nice et du Littoral, p. 67 ; Compagnie des chemins de fer départementaux de la Haute-Vienne, p. 68. — Revues, analyses et informations : A propos des récentes prohibitions à l'importation et à l'exportation, p. 69 ; Chambres de commerce, p. 70.

Section de législation. — Les marques collectives de fabrique et de commerce, p. 71. — Législation, jurisprudence, réglementation : Décret rattachant au ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre les services de l'importation des combustibles minéraux et du ravitaillement général en combustibles de toute nature, p. 80 ; Loi concernant la participation de l'Etat à l'établissement d'usines hydrauliques, p. 80 ; Arrêté relatif à l'unification des pas de vis utilisés par l'administration des Postes et des Télégraphes, p. 80.

Sur le refroidissement par circulation d'air des moteurs enfermés. — Nous recevons sur ce sujet la note ci-dessous de la Société alsacienne de Constructions mécaniques.

La « Documentation » de la « R. G. E. » du 24 mars 1917 donne un extrait du brevet anglais n° 17 276/1915. Ce brevet, de G. Schroeder, daté du 8 décembre 1915 et a trait à un dispositif de refroidissement des moteurs électriques fermés. Le dispositif consiste, en principe, à faire passer un courant d'air extérieur frais dans des conduits ménagés autour de la carcasse du moteur et simultanément, à mettre en mouvement l'air intérieur du moteur de manière qu'après s'être échauffé au contact des parties actives du moteur, il vienne céder sa chaleur à l'air extérieur frais qui circule autour de la carcasse.

Nous croyons intéressant de signaler aux lecteurs de la « R. G. E. » les dispositifs de refroidissement tout à fait analogues, que nous avons fait breveter et que nous utilisons couramment.

Notre brevet français n° 398 403, du 9 janvier 1909, a trait spécialement à l'emploi d'une circulation d'air frais autour de la carcasse d'un moteur fermé. Dans un deuxième brevet, n° 425 914 du 16 avril 1910, où nous employons simultanément une circulation d'air extérieur frais dans des conduits, entourant la carcasse du moteur et la mise en circulation de l'air intérieur, de manière à le faire passer successivement sur les parties actives du moteur et près des parties refroidies par la circulation d'air extérieur, est indiquée une disposition que ce procédé rend aussi méthodique et efficace que possible. Conformément à cette disposition, une deuxième série de conduits est ménagée autour des moteurs, ces conduits étant en contact calorifique aussi bon que possible avec les conduits où circule l'air extérieur frais. L'air intérieur est alors mis en mouvement de manière à circuler successivement sur les parties actives du moteur, puis dans cette deuxième série de conduits, desquels l'air revient sur les parties actives du moteur et ainsi de suite. L'air intérieur sert ainsi de véhicule pour transporter la chaleur, des parties actives du moteur, à l'extérieur de celui-ci et, avec la disposition brevetée, ces échanges de chaleur sont effectués dans les meilleures conditions possibles.

Les moteurs construits, suivant les brevets que nous venons de rappeler, font depuis longtemps partie de notre construction courante et la preuve est faite de l'efficacité parfaite des dispositions refroidissantes.

Société internationale des électriciens. — La séance du 5 juillet 1917 de la Société internationale des électriciens fut consacrée à deux intéressantes communications. La première, présentée par M. ILIOVICI, portait sur l' « étude des enroulements fermés et leurs représentations simplifiées ».

Habituellement on représente les enroulements, soit en projection, soit en développement : on arrive à des schémas compliqués et qui embarrassent souvent les jeunes débutants. M. Iliovici propose une nouvelle représentation qui tient de la représentation par projection, mais où tous les conducteurs ne sont pas figurés ; il prend comme point de

Digitized by Google

départ la section, c'est-à-dire dans le cas des machines à courant continu l'ensemble des conducteurs compris entre deux lames consécutives du collecteur, et il représente cette section par un point qui est le centre électrique de cette section. Il obtient ainsi une représentation très claire et très simplifiée. Il a montré ensuite le moyen de retrouver avec cette représentation les formules des divers enroulements, a donné quelques exemples d'enroulements et a terminé sa communication en montrant qu'on pouvait appliquer le schéma réduit d'Arnold à la nouvelle représentation qu'il propose.

La seconde communication est due à M. Béthenod et a pour titre « Sur les procédés de démarrage des moteurs monophasés d'induction ». M. Béthenod n'ayant pu venir exposer lui-même sa communication, M. Testavin en donna lecture. Le mémoire formant la partie principale de la communication date de 1904 et l'auteur y a ajouté quelques compléments ; il traite des procédés de démarrage des moteurs d'induction monophasés, c'est-à-dire uniquement des dispositifs à enroulement auxiliaire produisant un champ tournant au démarrage. L'auteur étudie par le calcul trois procédés différents employés pour obtenir ce champ tournant. Nous reviendrons plus tard sur cette étude qui, quoique ancienne, présente un très grand intérêt et est tout à fait inédite.

Société des Ingénieurs civils. — Le vendredi 6 juillet 1917, la Société des Ingénieurs civils de France a tenu une séance uniquement réservée aux membres de la Société.

Cette séance fut consacrée à la lecture de la réponse faite par le Comité au ministre du Commerce et de l'Industrie qui avait demandé à la Société son avis au sujet des progrès que devait réaliser l'enseignement technique supérieur. Cette réponse fut approuvée à l'unanimité par la Société, elle est du plus haut intérêt, nous en reparlerons quand elle aura été adressée au ministre.

Société française de Physique. — L'ordre du jour de la séance du vendredi 6 juillet appelle une communication de M. G. Bigourdan sur « un aspect du développement des sciences physiques en France au XVII^e siècle ».

Dans cette communication, l'auteur s'attache à démontrer que nous sommes les héritiers de la science grecque. Il fait, d'ailleurs, observer que, si le rôle de celle-ci a été prépondérant grâce aux écrits qui se sont transmis de génération en génération, les Grecs avaient puisé bon nombre de leurs connaissances dans les travaux des Chaldéens et des Égyptiens. Il fait aussi remarquer que, en raison des pratiques religieuses de l'époque, c'est l'astronomie qui fut la première science qui ait été étudiée.

Comment la science grecque a-t-elle pénétré dans les contrées occidentales de l'Europe ? On pourrait croire que, par suite de la survivance de l'Empire byzantin au démembrement du grand Empire romain, c'est directement par Byzance quelle nous fut transmise. En réalité, c'est par un chemin très détourné qu'elle nous parvint. Ce furent, en effet, les Arabes qui furent les intermédiaires de cette pénétration et c'est par le détour de l'Afrique du Nord et la Péninsule ibérique qu'elle s'effectua. Ceci explique pourquoi, au début du XVII^e siècle, les régions du midi de la France actuelle étaient notablement en avance sur la région parisienne au point de vue scientifique, et comment c'est à un membre du Parlement de Provence, Peiresc, que revient l'honneur d'avoir développé l'étude en France. Après la mort de celui-ci, ce fut son élève, Gassendi, qui transporta à Paris la science provençale. Nommé professeur au Collège de France en 1645, il fut le précurseur de Picard et des Cassini qui bientôt portèrent la science astronomique française au premier rang.

Bibliographie : Leçons d'électrotechnique générale, par P. Janet [1]. — Nous venons de recevoir les deux premiers tomes de la quatrième édition des *Leçons d'électrotechnique générale*, professées à l'École supérieure d'électricité par M. P. Janet, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, directeur du Laboratoire central et de l'École supérieure d'électricité. Le premier tome (généralités, courant continu) ne contient que quelques additions au texte et à la bibliographie de la troisième édition. Mais le tome II (courants alternatifs sinusoïdaux et non sinusoïdaux, alternateurs, transformateurs) contient de nombreux compléments. Voici, d'ailleurs, les questions nouvelles étudiées dans ce volume. Quelques problèmes intéressants, tels que le système de distribution à intensité constante de M. Boucherot, sont étudiés avec plus de détails que dans les éditions précédentes, aussi bien au point de vue calcul algébrique que des solutions graphiques. Le chapitre, qui traite des notions générales sur les courants alternatifs sinusoïdaux, contient une étude approfondie du régime variable ou transitoire. Un chapitre spécial est consacré à l'étude de la résonance et des courbes de résonance ; ce chapitre n'existait pas dans les éditions précédentes.

La transmission des courants alternatifs est étudiée ensuite avec détails. L'auteur examine entre autres le cas des lignes à constantes uniformément réparties et quelques cas particuliers : lignes ouvertes, lignes très longues, lignes en court-circuit, lignes indéfinies et les ondes progressives, lignes de longueur finie et les ondes stationnaires et les propriétés des lignes quart d'onde. L'étude de ce chapitre des plus intéressants sera indispensable à tout ingénieur qui voudra se livrer dans la suite à un examen approfondi de la transmission dans les lignes.

L'auteur donne ensuite un procédé pour calculer les harmoniques d'une fonction périodique représentée par une courbe ; une méthode approximative pour tenir compte de l'hystérésis dans les calculs de courants alternatifs ; et une extension de la méthode des imaginaires au cas de décharges oscillatoires amorties. Enfin, la réaction d'induit dans les alternateurs est étudiée d'une façon beaucoup plus complète que dans les éditions précédentes.

[1] *Leçons d'électrotechnique générale* professées à l'École supérieure d'électricité par P. Janet, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, directeur du Laboratoire central et de l'École supérieure d'électricité. Paris, Gauthier-Villars et Cie, éditeurs. 2 vol. 25 cm × 16 cm, 450 + 421 pages, 182 + 195 figures, prix 26 fr.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Note sur le calcul des lignes de transmission d'énergie

L'auteur de cette note fait ci-dessous la théorie et la discussion d'une construction graphique qui permet de déterminer rapidement la différence de potentiel au point d'utilisation, connaissant la puissance réelle à transporter, la résistance et la réactance de la ligne, ainsi que la différence de potentiel à l'origine de cette ligne.

On peut se trouver fréquemment devant le problème suivant :

On veut transporter une puissance réelle P à l'extrémité d'une ligne de résistance R et de réactance $L\omega = S$ connues (soit que la ligne existe réellement, soit qu'elle ait été prédéterminée dans un projet). La station génératrice maintient, à l'origine, une différence de potentiel constante E.

Quelle sera la différence de potentiel U au point d'utilisation de la puissance P?

Pour tracer le diagramme des tensions OABC (fig 1),

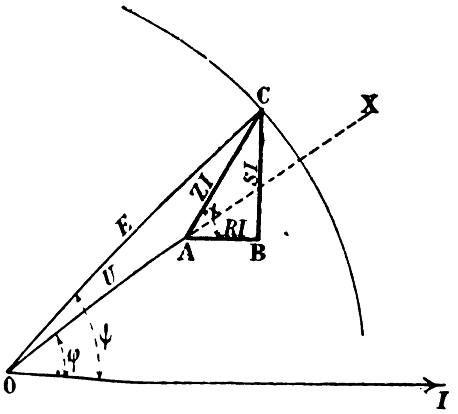


Fig. 1.

les seules quantités connues sont : 1° la direction OX de $OA = U$ (car le facteur de puissance cos φ des appareils récepteurs est une des caractéristiques de ces machines) ; 2° l'angle χ dont $\operatorname{tg} \chi = \frac{S}{R}$ et 3° le cercle de rayon $OC = E$ sur lequel se trouve le point C. Nous allons présenter une construction graphique permettant de déterminer OA en grandeur et en direction, sans faire l'hypothèse simplificative de supposer que $\chi = \varphi$. L'étude sera faite pour le courant monophasé. Il sera facile de l'étendre au courant triphasé.

Appelons ψ le décalage inconnu de E sur I.

Les équations des puissances réelle et magnétisante permettent d'écrire :

$$U \cos \varphi + RI = E \cos \psi,$$
$$U \cos \varphi \times I = P,$$

$$U \sin \varphi + SI = E \sin \psi,$$
$$U \sin \varphi \times I = M;$$

dans cette dernière formule,

$$M = P \operatorname{tg} \varphi,$$

ou bien :

$$U \cos \varphi + RI = E \cos \psi,$$
$$U \cos \varphi \times RI = PR, \qquad \text{(A)}$$

$$U \sin \varphi + SI = E \sin \psi,$$
$$U \sin \varphi \times SI = MS. \qquad \text{(B)}$$

On tire facilement de ces deux équations :

$$U^2 + Z^2 I^2 + 2 (PR + MS) = E^2, \qquad (1)$$

en désignant par Z l'impédance : $Z = \sqrt{R^2 + S^2}$.

Si Π est la puissance apparente, on sait que

$$\Pi = \sqrt{P^2 + M^2} = UI, \quad \text{d'où} \quad I = \frac{\Pi}{U}.$$

L'équation (1) devient ainsi :

$$U^4 - [E^2 - 2 (PR + MS)] U^2 + Z^2 \Pi^2 = 0, \qquad (2)$$

équation bicarrée qui permet de déterminer U par le calcul.

Au lieu de calculer U, on peut déterminer sa valeur graphiquement. Supposons le problème résolu (fig. 2). Sur $OC = E$ comme diamètre, traçons un cercle. Le point A se trouve sur l'arc de cercle de corde OC capable de l'angle ω. Or $\omega = \pi + \varphi - \chi$ est une donnée du problème.

Digitized by Google

On a, d'autre part, dans le triangle OAC

$$\overline{OC}^2 = \overline{OA}^2 + \overline{AC}^2 + 2\overline{OA} \times \overline{AG},$$

ou :

$$E^2 = U^2 + Z^2I^2 + 2\overline{OA} \times \overline{AG}.$$

En comparant cette dernière équation avec (1) on voit que :

$$\overline{OA} \times \overline{AG} = PR + MS.$$

Or : $\overline{OA} \times \overline{AG}$ exprime la puissance du point A par rapport au cercle de diamètre $OC = E$.

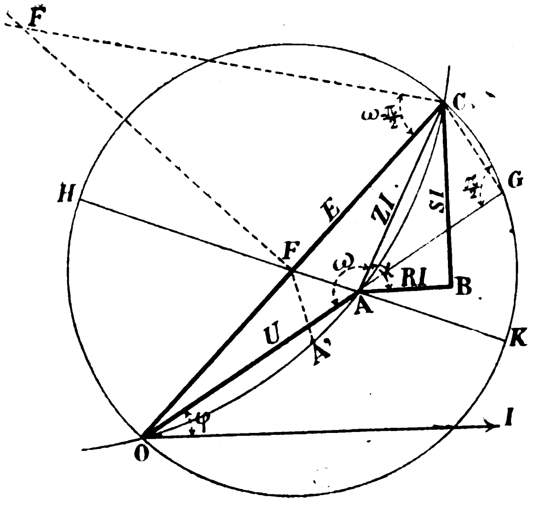


Fig. 2.

Cette quantité est constante, et on a par suite :

$$\overline{OA} \times \overline{AG} = PR + MS = \overline{HA} \times \overline{AK},$$

d'où :

$$(\overline{HF} + \overline{FA})(\overline{FK} - \overline{FA}) = PR + MS,$$

$$\frac{E^2}{4} - \overline{FA}^2 = PR + MS,$$

$$FA = \sqrt{\frac{E^2}{4} - (PR + MS)}.$$

Le point A est donc à la rencontre de l'arc de cercle OAC et de l'arc de cercle de centre F et de rayon

$$\rho = \sqrt{\frac{E^2}{4} - (PR + MS)}.$$

La construction est donc la suivante :

1° Sur $OC = E$ comme corde, on trace l'arc de cercle capable de l'angle $\omega = \pi + \varphi - \chi$.

Le centre F' de cet arc de cercle est à la rencontre de la perpendiculaire élevée du milieu F de OC sur cette droite et de la droite F'C telle que

$$\widehat{OCF'} = \omega - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2} + \varphi - \chi.$$

2° De F comme centre, on trace l'arc de cercle de rayon

$$\rho = \sqrt{\frac{E^2}{4} - (PR + MS)}.$$

Le point de rencontre A de ces deux arcs de cercle donne $OA = U$. On peut ensuite terminer facilement le diagramme, puisque φ est connu.

Remarque I. — Il peut arriver que l'arc de cercle de rayon ρ ne coupe pas l'arc OAC. Dans ce cas, la transmission de la puissance P est impossible.

La première condition à remplir pour que la transmission soit possible est que ρ soit réel, c'est-à-dire que :

$$PR + MS \leq \frac{E^2}{4}. \qquad (a)$$

La deuxième condition est donnée par la relation indiquant que ρ est suffisamment grand pour que l'arc OAC soit coupé par le cercle de rayon ρ.

Or, la plus petite valeur de ρ est, dans ces conditions :

$$\rho_m = \frac{E}{2\,\mathrm{tg}\,\frac{\omega}{2}} = \frac{E}{2}\,\mathrm{tg}\,\frac{\chi - \varphi}{2}.$$

Il faut donc que :

$$\rho \geq \frac{E}{2}\,\mathrm{tg}\,\frac{\chi - \varphi}{2}$$

ou :

$$\rho^2 \geq \frac{E^2}{4}\,\mathrm{tg}^2\,\frac{\chi - \varphi}{2}$$

ce qui s'écrit :

$$\frac{E^2}{4} - (PR + MS) \geq \frac{E^2}{4}\,\mathrm{tg}^2\,\frac{\chi - \varphi}{2}$$

d'où, finalement :

$$PR + MS \leq \frac{E^2}{4}\left(1 - \mathrm{tg}^2\,\frac{\chi - \varphi}{2}\right). \qquad (b)$$

Si la relation (b) est satisfaite, la relation (a) l'est a fortiori.

La relation (b) est donc la seule à vérifier, pour être

Digitized by Google

fixé a priori sur la possibilité de la transmission de la puissance.

La vérification de la relation (b) n'est pas possible dans les deux cas limites suivants :

1° Une puissance entièrement réelle doit être transmise par une ligne de résistance nulle, mais de réactance finie S, c'est-à-dire que : $M = 0$, d'où $\varphi = 0$, et $R = 0$, d'où $\chi = \frac{\pi}{2}$.

2° Une puissance entièrement magnétisante doit être transmise par une ligne dénuée de self, mais pourvue d'une résistance finie R, c'est-à-dire que $P = 0$, d'où $\varphi = \frac{\pi}{2}$, et $S = 0$, d'où $\chi = 0$.

Dans les deux cas, les deux termes de l'inégalité (b) sont nuls : on aboutit donc à une indétermination.

Les relations à vérifier, pour que le transport de la puissance soit possible, sont :

Dans le premier cas : $$PS \leqq \frac{E^2}{2} \qquad (c),$$

Dans le deuxième cas : $$MR \leqq \frac{E^2}{2} \qquad (d).$$

Les relations (c) et (d) peuvent être tirées des équations (A) et (B), dans lesquelles on égale à 0 les termes nuls, par les conditions de réalité des racines.

Il est intéressant de voir qu'on peut encore les obtenir en levant l'indétermination de l'inégalité (b) par l'application de la règle de L'Hopital, ce qui démontre l'entière généralité de cette relation.

Pour lever l'indétermination, dans le premier cas par exemple, on fera d'abord $M = 0$ et $\varphi = 0$ dans (b) qui s'écrira :

$$PR \leqq \frac{E^2}{4}\left(1 - tg^2 \frac{\chi}{2}\right),$$

et on cherchera la vraie valeur du rapport de ces deux membres en les dérivant l'un et l'autre par rapport à R, puis en faisant $R = 0$ et $\chi = \frac{\pi}{2}$. Il est inutile de développer ici ces calculs qui conduisent à la relation (c).

Dans le deuxième cas, on fera d'abord dans (b) : $P = 0$ et $\varphi = \frac{\pi}{2}$ et on suivra la même marche en dérivant cette fois par rapport à S et en faisant ensuite $S = 0$ et $\chi = 0$. On trouvera la relation (d).

Remarque II. — L'arc de cercle de rayon ρ peut couper l'arc OAC en deux points A et A' (c'est le cas de la figure 2). Cela correspond aux deux racines positives de l'équation (2) qui sont :

$$U = \sqrt{\frac{E^2 - 2(PR+MS)}{2} \pm \sqrt{\left[\frac{E^2 - 2(PR+MS)}{2}\right]^2 - \mathrm{II}^2 Z^2}}. \quad (3)$$

C'est toujours la plus grande valeur de OA, de même que c'est la plus grande valeur de l'équation (2) qui donne U ; la plus petite représente ZI.

En effet, U est minimum à la limite maximum de la puissance transmise, pour laquelle :

$$PR + MS = \frac{E^2}{4}\left(1 - \mathrm{tg}^2 \frac{\chi - \varphi}{2}\right).$$

A ce moment, l'angle $\widehat{CFA}$ est droit, et l'on a :

$$U^2_{\min} = \frac{E^2}{4} + \rho^2 = \frac{E^2}{4} + \frac{E^2}{4} - (PR+MS) = \frac{E^2 - 2(PR+MS)}{2}.$$

On doit donc avoir :

$$U^2 \geqq \frac{E^2 - 2(PR+MS)}{2},$$

ce qui montre bien que, dans l'équation (3), la valeur correspondante à U est celle pour laquelle le signe + est mis devant le second radical.

Remarque III. — La figure 2 a été faite dans l'hypothèse $\chi > \varphi$. Ce cas se présente le plus souvent dans les distributions à très haute tension, dans lesquelles

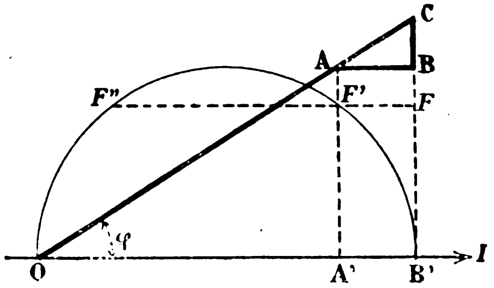


Fig. 3.

l'éloignement des conducteurs augmente la self-inductance de la ligne. Si $\chi < \varphi$, le point F' se trouve de l'autre côté de la droite OC. Il n'y a rien de changé aux conclusions qui précèdent.

Si $\chi = \varphi$, on peut simplifier la méthode précédente. Projetons A, B et C en A' et B' sur l'axe des intensités (fig. 3). On a :

$$U \cos \varphi + RI = E \cos \varphi$$
$$U \cos \varphi \times RI = PR.$$

Donc $U \cos \varphi$ et RI sont racines de l'équation :

$$x^2 - E \cos \varphi \times x + PR = 0,$$

Digitized by Google

équation qui a deux racines :

$$x = \frac{E}{2} \cos \varphi \pm \sqrt{\frac{E^2}{4} \cos^2 \varphi - PR}.$$

Il faut que $PR \leq \frac{E^2}{4} \cos^2 \varphi$. On verrait, de même que ci-dessus, que la plus grande valeur de x correspond à U et la plus petite à RI.

Graphiquement, on peut opérer de la façon suivante. Supposons le problème résolu et traçons le demi-cercle de diamètre $OB' = E \cos \varphi$. Il coupe AA′ en F′ et l'on a :

$$\overline{F'A'}^2 = \overline{OA'} \times \overline{A'B'}.$$

Comme $OA' = U \cos \varphi$ et $A'B' = RI$, on voit que $\overline{F'A'}^2 = PR$, d'où la construction suivante :

On projette $OC = E$ sur OI en OB′ et on trace le demi-cercle de diamètre OB′. Sur CB′, on prend $B'F = \sqrt{PR}$ et on mène, du point F, une parallèle à OI qui coupe le demi-cercle en F′ et F″ ; on projette F′ en A′, ce qui donne $OA' = U \cos \varphi$ et F′A′ coupe OC en A. Le vecteur OA représente U. Par un raisonnement analogue à celui de la remarque II, on vérifie aisément qu'il faut prendre le point F′ et non F″ pour déterminer A. De même, pour avoir une solution possible, il faut que FF′ F″ coupe le demi-cercle, ce qui impose la condition déjà indiquée analytiquement ci-dessus : $\sqrt{PR} \leq \frac{E}{2} \cos \varphi$ ou $PR \leq \frac{E^2}{4} \cos^2 \varphi$.

Cette construction est applicable au cas du courant continu ; il suffit de faire $\cos \varphi = 1$.

P. de Bancarel,
Ingénieur E. S. E., Licencié ès sciences.

Sur la résistance des conducteurs en courant alternatif

Toutes les théories qui ont été imaginées pour expliquer l'accroissement de résistance des conducteurs magnétiques en courant alternatif ont le défaut commun de partir de conceptions trop générales ; aussi, dès que l'on cherche à appliquer leurs formules au fer et à l'acier, on constate des différences considérables entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées. Cette faillite de la théorie provient, sans aucun doute, du manque de données expérimentales capables de projeter un peu de lumière sur les causes de l'effet pelliculaire. On lira donc avec intérêt les résultats rapportés ci-dessous et extraits d'un mémoire de M. Kennelly sur la résistance des rails en courant alternatif ; cette étude complète les essais de M. Villiers (S. I. E. décembre 1911) et donnent une certaine confirmation à la théorie de M. Brylinski sur la résistance du fer en courant alternatif (S. I. E., mars 1912, voir aussi juin 1906).

L'importance même de cette question résulte des nombreux travaux théoriques par lesquels on a cherché à exprimer, au moyen de formules où n'entrent que des constantes physiques connues des métaux, la résistance effective qu'ils présentent aux courants alternatifs. Si l'on considère, d'une part, les conducteurs non magnétiques, il y a une concordance très remarquable entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées ; mais, d'autre part, pour le fer et l'acier, les variations de la perméabilité exigent la considération de phénomènes plus complexes, tels que l'hystérésis, par exemple ; il faut donc s'attendre à un accord moins satisfaisant entre la théorie et l'expérience.

Les recherches expérimentales sont relativement plus rares ; il nous a, par conséquent, semblé très utile de faire connaître celles qui viennent d'être publiées sous la direction du professeur A.-E. Kennelly et qui se rapportent à l'effet pelliculaire : 1° dans les rails d'acier dans les conditions mêmes de la traction par courants alternatifs ; 2° dans des conducteurs quelconques, à des fréquences comprises entre 10 000 et 100 000 p : sec. Dans les deux cas, c'est le rapport $\frac{R'}{R}$ de la résistance R' en courant alternatif à la résistance R en courant continu qui mesure la grandeur du « skin effect ».

I. — Recherches expérimentales sur l'effet pelliculaire dans les rails d'acier [1].

I. Objet de ces recherches. — Ces recherches ont été entreprises pour déterminer, par des mesures directes, l'impédance offerte à des courants alternatifs de l'ordre de grandeur des courants de traction par des rails d'acier normaux, de profils et de dimensions variés. On a voulu aussi s'assurer comment cette impédance dépendait de la fréquence et de l'intensité du courant et s'il était possible d'échafauder une théorie qui permettrait, au moins dans des limites acceptables, de prédéterminer la valeur de cette impédance d'après les propriétés physiques connues de l'acier utilisé pour les rails.

II. Partie expérimentale. — 1. *Types et dimensions des rails essayés.* — Les essais ont porté sur 11 types de rails de roulement et 2 rails de contact, de 10,07 m de longueur et pesant de 30 à 50 kg par mètre courant ; leurs sections étaient comprises entre 38,4 et 64,5 cm².

2. *Disposition du circuit d'essai ; fréquence, intensités*

[1] A.-E. Kennelly, F.-H. Achard et A.-S. Dana. *Journal of the Franklin Institute*, août 1916, t. CLXXXII, p. 135-190, 14 600 mots, 27 fig., 3 tab.

Digitized by Google

de courant, tensions, etc. — Il y avait intérêt à se rapprocher le plus possible des conditions d'une installation réelle ; ces conditions sont très approximativement satisfaites dans le montage représenté en figure 1, où le circuit a la forme d'un rectangle parallèle à la façade d'un bâtiment en briques; il en est écarté de 2,45 m. Le fil de travail aérien court à 6,85 m au-dessus du rail AB et se projette à 71,8 cm en dehors de la voie. Le rail est disposé horizontalement, à 30 cm au-dessus du sol, sur des massifs en briques. La vue en plan du circuit donne toutes les cotes qui ont quelque utilité. On remarque que, de part et d'autre des extrémités du rail, les conducteurs sont prolongés sur une assez grande longueur; cette extension du circuit a pour objet de rendre le champ électromagnétique, vers les bouts, plus uniforme et plus accessible au calcul.

Le courant alternatif est fourni : 1° par un alternateur triphasé de la General Electric Co de 50 kv-A, 25 p : sec, 6 pôles, 514 t : min, 230 v et 126 A ; 2° par un alternateur monophasé Mordey, de 40 kv-A, 60 p : sec, 9 pôles, 9 bobines plates, 300 v et 135 A ; 3° par l'alternateur triphasé des ateliers, de 500 kv-A, 60 p : sec. La génératrice Mordey est caractérisée par des ondes de tension et de courant presque sinusoïdales ; tandis que, pour l'alternateur de 50 kv-A, on constate beaucoup d'harmoniques dans la courbe de tension et l'harmonique de rang 3 très prononcé dans la courbe du courant.

Les câbles sont connectés au rail au moyen de raccords en cuivre, serrés par des boulons de 2 cm de diamètre qui se vissent dans l'âme du rail, à 7,5 cm environ des extrémités. Ce joint donne un excellent contact, sans échauffement rédhibitoire.

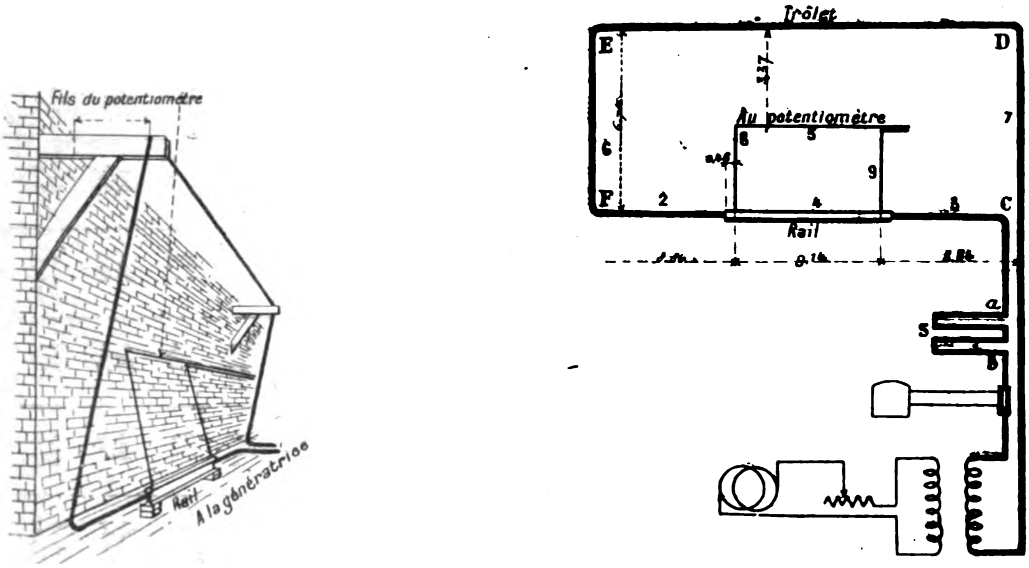


Fig. 1. — Schéma du circuit d'essai pour la mesure de l'effet pelliculaire dans les rails d'acier.

La différence de potentiel se mesure entre deux bornes fixées sur le champignon du rail et distantes de 914 cm. Le circuit des fils du potentiomètre doit rigoureusement avoir la forme représentée sur la figure, qui a seule permis aux expérimentateurs de calculer la correction due à l'induction mutuelle entre le circuit de mesure et le circuit de ligne. Cette correction, ainsi que le mode d'emploi du dynamomètre Sumpner pour la mesure des impédances, font l'objet d'appendices particuliers. Nous ne nous y arrêterons pas pour le moment.

Sur la figure 1, S représente une résistance en manganin en série avec le circuit du rail ; son rôle est de donner une tension en phase avec le courant d'alimentation. A cet effet, elle porte deux paires de bornes ; interceptant respectivement 2 788 et 933 microhms-centimètre. Elle est constituée de deux lames de 58,3 cm de longueur, 10,2 cm de largeur et 1,3 mm d'épaisseur, c'est-à-dire que les conducteurs d'aller et de retour sont très rapprochés. La résistance est immergée dans un bain d'huile qui la refroidit quand elle est traversée par des courants supérieurs à 400 A.

Une autre donnée de grande importance est la température du rail ; elle se détermine par la lecture d'un thermomètre couché sur le rail et dont le réservoir est protégé par une boule de mastic. Il faut aussi connaître le coefficient de température propre de chaque échantillon. En adoptant alors 20° C comme température de référence, la résistance R_T pour une température T se déduit de la relation

$$R_T = \frac{R_{20}}{1 + \alpha_{20}\,[T - 20]}.$$

3. *Résultats des mesures.* — Si R est la résistance d'un rail mesurée en courant continu et R', la résistance du même rail mesurée en courant alternatif, l'effet pelliculaire ou « skin effect » est caractérisé par la valeur du rapport $\frac{R'}{R}$. Le tableau I reproduit tous les

Digitized by Google

TABLEAU I.

Résultats des mesures de l'effet pelliculaire dans les rails d'acier.

NUMÉRO DU RAIL ET TYPE DE VOIE	96 A VOIE NORMALE P.R.R.	100 VOIE NORMALE N.Y., N.H. ET H	163 VOIE A.R.A. TYPE A	175 VOIE NORMALE N.Y.C.R.R.	161 VOIE A.R.A. TYPE B	162 VOIE A.R.A. TYPE B	170 VOIE A.R.A. TYPE A	600 VOIE NORMALE A.S.C.E.	174 VOIE	251 VOIE NORMALE A.S.C.E.	702 RAIL DE CONTACT N.Y.C.R.R.	871 RAIL DE CONTACT TYPE D
Poids au mètre courant en kg	50	50	50	50	50	45	45	30	35	40	44,6	43,3
Section en cm²	63,2	63,2	63,2	63,2	63,2	56,9	56,9	37,9	44,3	50,5	43,8	54,6
Périmètre de la section en cm	57,4	62,0	61,7	62,0	58,4	54,6	57,5	47,8	47,5	55,1	38,6	53,4
Répartition approximative de la section { champignon	0,41	0,41	0,37	0,44	0,40	0,40	0,36	0,41	0,41	0,42	0,40	0,34
Répartition approximative de la section { âme	0,19	0,24	0,23	0,26	0,19	0,19	0,24	0,23	0,18	0,21	0,20	0,11
Répartition approximative de la section { patin	0,40	0,35	0,40	0,30	0,41	0,41	0,40	0,36	0,40	0,37	0,40	0,55
Longueur de rail entre les bornes tensiométriques	914	914	914	914	914	914	914	914	914	914	914	914
Résistance R de cette longueur à 20°C, en microhms	305,6	319,2	322,3	312,3	223,9	329,7	334,0	428,8	420,5	367,7	281,2	230,5
Résistivité, ρ_{20} à 20°C, en unités électromagnétiques	21 100	22 100	22 300	21 600	15 500	20 500	20 800	17 800	20 350	20 300	13 500	14 300
Coefficient de température, α_{20}, à 20°C	0,00 329	0,00 274	0,00 272	0,00 265	0,00 391	0,00 356	0,00 321	0,00 350	0,00 345	0,00 295	0,00 474	0,00 458
Effet pelliculaire ou rapport $\frac{R'}{R} = V$ { V_{60}, à 60 p : s	9,25	9,0	9,0	9,0	15,65	9,5	8,6	9,1	9,17	8,25	16,35	22,0
Effet pelliculaire ou rapport $\frac{R'}{R} = V$ { V_{25}, à 25 p : s	6,08	5,65	5,65	5,65	10,10	6,1	5,6	5,85	6,05	5,35	10,92	13,4
Rapport $\frac{V_{60}}{V_{25}}$	1,52	1,59	1,59	1,59	1,55	1,56	1,54	1,56	1,51	1,54	1,50	1,64
Racine carrée du rapport des fréquences $\sqrt{\frac{60}{25}}$	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54
Section effective S correspondant à l'effet pelliculaire maximum, en cm² { S_{60}	6,83	7,02	7,02	7,02	4,04	6,0	6,6	4,2	4,85	6,1	2,7	2,8
Section effective S correspondant à l'effet pelliculaire maximum, en cm² { S_{25}	10,4	11,2	11,2	11,2	6,26	9,3	10,2	6,5	7,35	9,45	4,0	4,07
Pénétration effective correspondant à l'effet pelliculaire maximum, en mm { à 60 p : sec	1,2	1,1	1,1	1,1	0,7	1,1	1,15	0,9	1,0	1,1	0,7	0,47
Pénétration effective correspondant à l'effet pelliculaire maximum, en mm { à 25 p : sec	1,8	1,8	1,8	1,8	1,07	1,7	1,75	1,35	1,55	1,7	1,04	0,76
Courant I mesuré dans le rail correspondant à l'effet pelliculaire maximum, en A. { I_{60}	700	800	800	800	390	600	700	450	505	850	280	160
Courant I mesuré dans le rail correspondant à l'effet pelliculaire maximum, en A. { I_{25}	750	800	800	800	380	670	700	480	540	800	270	140
Intensité magnétique moyenne correspondante le long du contour, calculée { H_{60}	15,3	16,2	16,3	16,2	8,4	13,8	14,15	11,8	13,75	19,4	9,1	3,76
Intensité magnétique moyenne correspondante le long du contour, calculée { H_{25}	16,4	16,2	16,3	16,2	8,2	15,4	14,15	12,6	14,5	18,2	8,8	3,30
Valeurs de μ_{max} obtenues au perméomètre		480		432	970							2 535
Valeurs de H correspondantes		16,0		16,2	7,5							2,9
Valeurs calculées de l'effet pelliculaire $V = \frac{R'}{R}$ { V_{60}		7,48		7,01	12,12							21,64
Valeurs calculées de l'effet pelliculaire $V = \frac{R'}{R}$ { V_{25}		4,83		4,53	7,83							13,62

résultats obtenus avec douze échantillons de provenances diverses.

Analyse chimique des échantillons. — Les résultats sont contenus dans le tableau II ci-dessous.

TABLEAU II.

Nos DU RAIL	TENEUR EN POUR 100						
	C	P	Si	Mn	Cr	Ni	S
96 A	0,65	0,090	0,06	0,68	0,35	0,55	0,065
100	0,55	0,090	0,08	1,08	0,30	0,60	0,095
163	0,70		0,07	0,97	0,47	0,46	0,05
175	0,60	0,124	0,08	0,83	0,30	0,45	0,07
161-1	0,42	0,004	0,04	0,50	0,05	0,15	0,08
161-2	0,68		0,09	0,65	0,31	0,61	0,095
161	0,38	0,032	0,06	0,62	0,31	0,40	0,05
170	0,40	0,004	0,05	0,43	0,085	0,12	0,04
600	0,59	0,032	0,122	0,67			0,044
174	0,37	0,065	0,032	0,40			0,070
251	0,74	0,035	0,063	0,34			0,072
701	0,11	0,113	0,020	0,36			0,091
871	0,17	0,132	0,025	0,51			0,099

Les données numériques du tableau I ne s'appliquent qu'au courant correspondant à l'effet pelliculaire maximum; il est intéressant de voir comment varie le rapport $\frac{R'}{R}$ quand on fait varier l'intensité du courant entre certaines limites. La représentation graphique est alors celle qui traduit le mieux l'allure du phénomène; nous reproduisons donc ci-dessous un certain nombre de courbes publiées par les auteurs. En abscisses, on porte les intensités du courant exprimées en ampères; en ordonnées, à gauche, on porte : les valeurs de $\frac{R'}{R}$, pour les courbes inférieures et, pour les courbes supérieures, les valeurs exprimées en millihenrys de la self-induction L de la portion du rail comprise entre les deux prises de potentiel (914 cm). L'échelle des ordonnées inscrite à la droite des figures est relative à la self-induction par kilomètre du système constitué par le fil de travail et la voie de roulement, comprenant deux rails parallèles. Le fil de travail se projette verticalement suivant l'axe de la voie. Ces self-inductions ont été calculées d'après une formule établie par les auteurs et qui peut faire aussi l'objet d'une étude particulière. Les courbes sont reproduites dans les figures 2 à 7 et sont affectées de toutes les indications nécessaires pour les rendre intelligibles.

De l'ensemble de ces résultats, se dégage cette conclu-

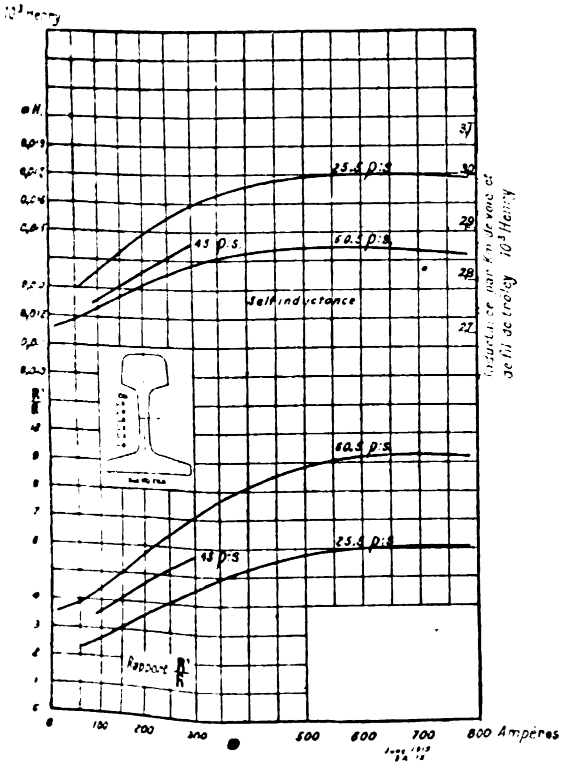


Fig. 2.— Rail 96 A.

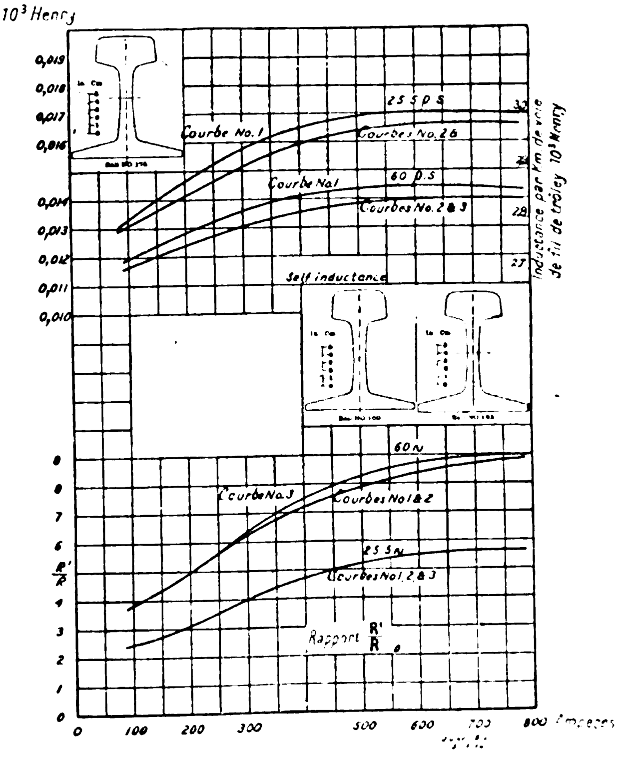


Fig. 3. — Rails 175, 100 et 163.

sion bien nette que l'effet pelliculaire se fait déjà sentir pour de faibles courants traversant le rail, puis il croît avec le courant et passe par un maximum qui, dans le cas des figures, correspond toujours à une intensité inférieure à 800 A. Une remarque semblable s'applique à la self-induction L du rail.

L'effet pelliculaire ou le rapport $\frac{R'}{R}$ est plus marqué à

Digitized by Google

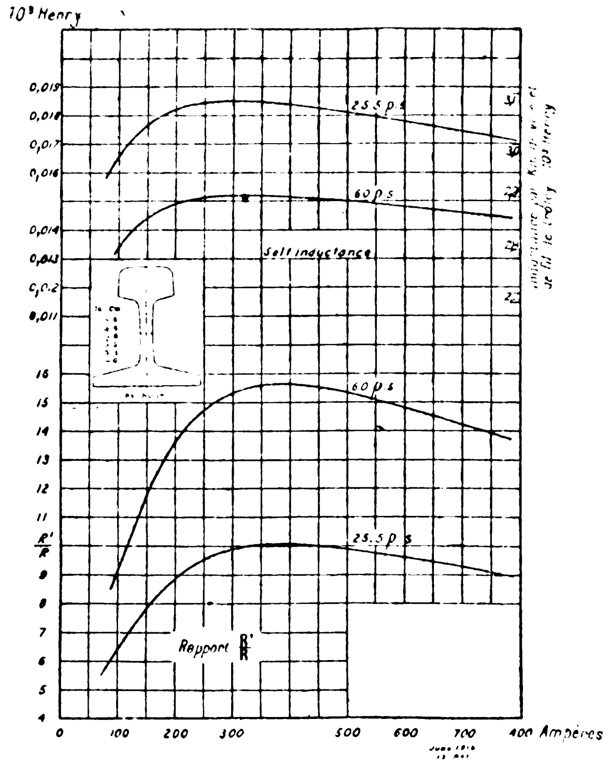


Fig. 4. — Rail 161.

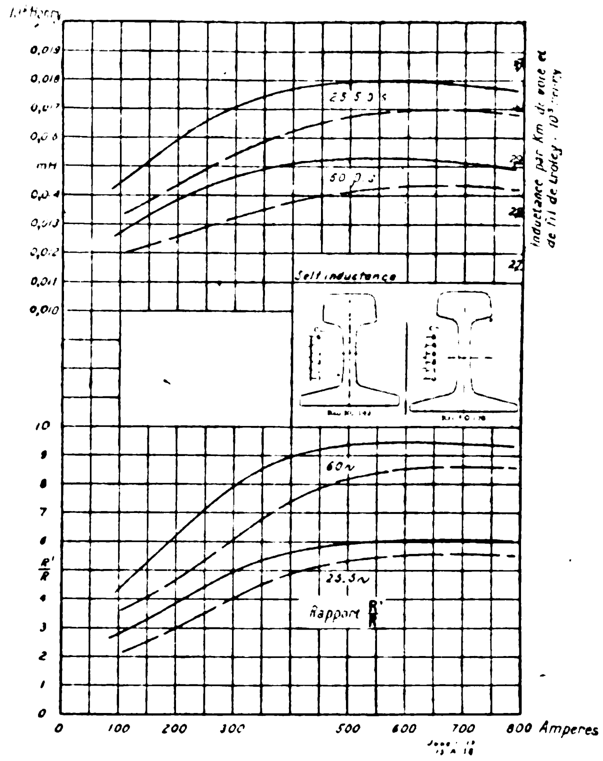


Fig. 5. — Rails 162 et 170.

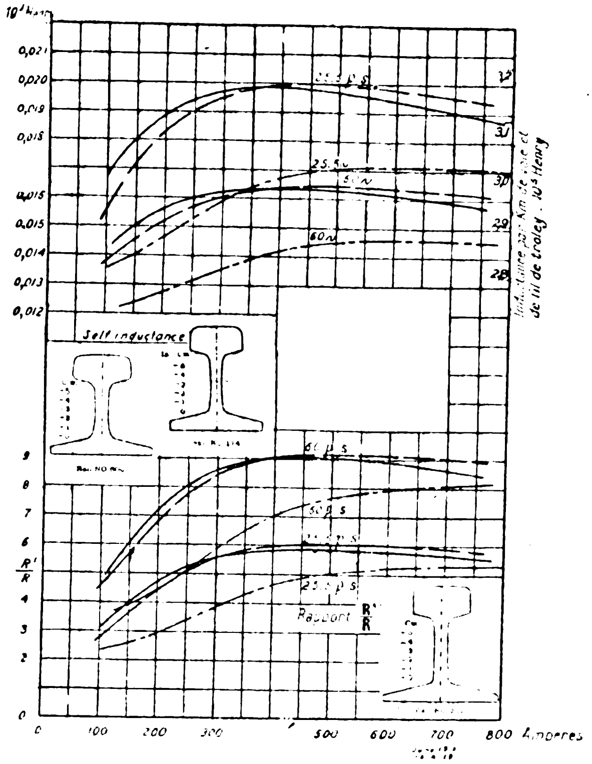


Fig. 6. — Rails 600, 174 et 251.

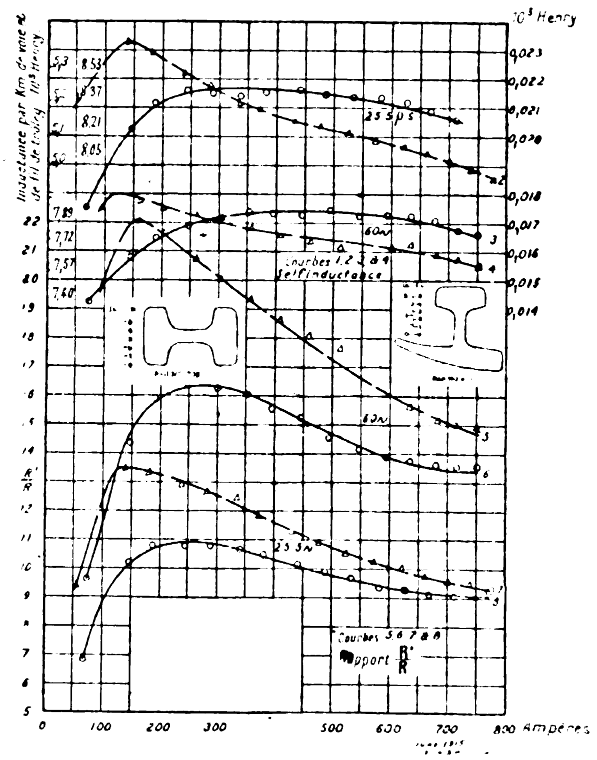


Fig. 7. — Rails de contact 702 et 871.

60 p : sec qu'à la fréquence 25 p : sec, comme on pouvait le prévoir ; c'est l'inverse qui a lieu, pour la self-induction totale L ou la self-induction linéique $L'_1 = \frac{L}{914}$

Digitized by Google

qui est plus grande à 25 p : sec qu'à 60 p : sec, bien que la réactance de self-induction $\omega L'_1$ suive toujours l'ordre même des fréquences.

Le maximum vers lequel tend la résistance en courant alternatif est une conséquence directe de la variation de la perméabilité de l'acier, qui atteint elle-même un maximum pour une certaine valeur du champ *H*. Ce dernier dépend des qualités magnétiques de l'acier et, par suite, l'épaisseur de la couche qui intéresse l'effet pelliculaire se trouve aussi modifiée.

Les graphiques de la figure 7 se réfèrent à deux rails de contact en acier doux. Pour le rail n° 871, le rapport $\frac{R'}{R}$ s'élève à 22, c'est-à-dire que la résistance du rail traversé par un courant alternatif de fréquence 60 p : sec est 22 fois plus grande que sa résistance mesurée en courant continu, à la même température de 20° C. A 25 p : sec, ce rapport tombe à 13,5.

Il est à remarquer que l'accroissement de résistance des échantillons ci-dessus a lieu pour des intensités et des champs relativement faibles, soit 150 A et 3 gauss à la périphérie. Ce fait est imputable à la grande conductivité de ces rails spéciaux, conductivité qui est de 7×10^{-5} U. E. M. et à leur haute perméabilité, $\mu = 2500$. La pénétration du courant alternatif correspondant à cette perméabilité maximum n'est que de

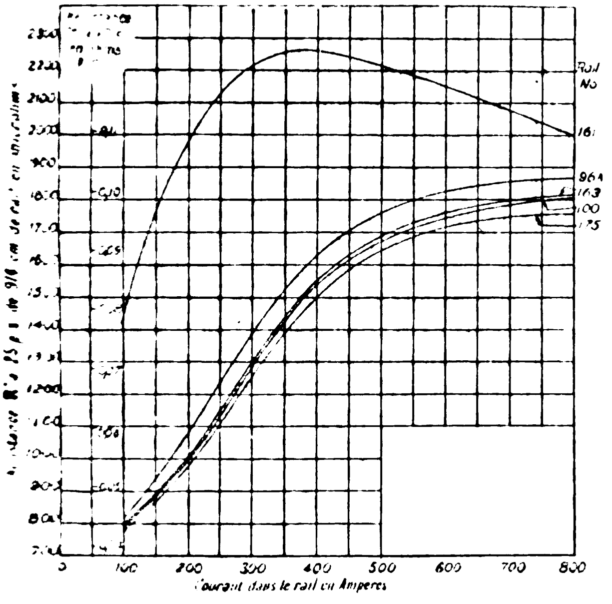


Fig. 8. — Comparaison de *R'* à 25 p : sec pour les rails n° 161, 96 A, 163, 100 et 175.

0,076 cm, en sorte que l'acier est toujours très peu utilisé au point de vue électrique.

4. *Comparaison des rails entre eux.* — Les courbes de la figure 8 ont été obtenues en portant toujours en abscisses les intensités du courant exprimées en ampères, et en ordonnées, les résistances effectives *R'*, à 25 p : sec, exprimées en microhms, et représentant la résistance de 914 cm d'un certain nombre de rails de traction. Une deuxième échelle d'ordonnées donne la résistance, en ohms-kilomètre, d'une voie constituée de deux rails parallèles, ayant de bonnes connexions électriques et sans pertes à la terre.

Le rail n° 161 a une résistance, par une unité de longueur, plus grande que celle des autres échantillons, bien que sa conductivité γ soit relativement élevée. Cette grande résistance en courant alternatif résulte de la faible pénétration δ qui est d'environ 0,107 cm à 25 p : sec et qui, de son côté, provient de la grande valeur du produit de la conductivité γ par la perméabilité μ. En courant continu, c'est ce rail qui présente la plus faible résistance de tous les types essayés.

5. *Comparaison des valeurs de* $\frac{R'}{R}$ *observées et calculées.* — Dans un essai de théorie, les auteurs ont montré que le rapport $\frac{R'}{R}$, pour un rail et une fréquence donnés, pouvait se déduire de la conductivité γ et de la perméabilité μ, mesurées en courant continu, en admettant

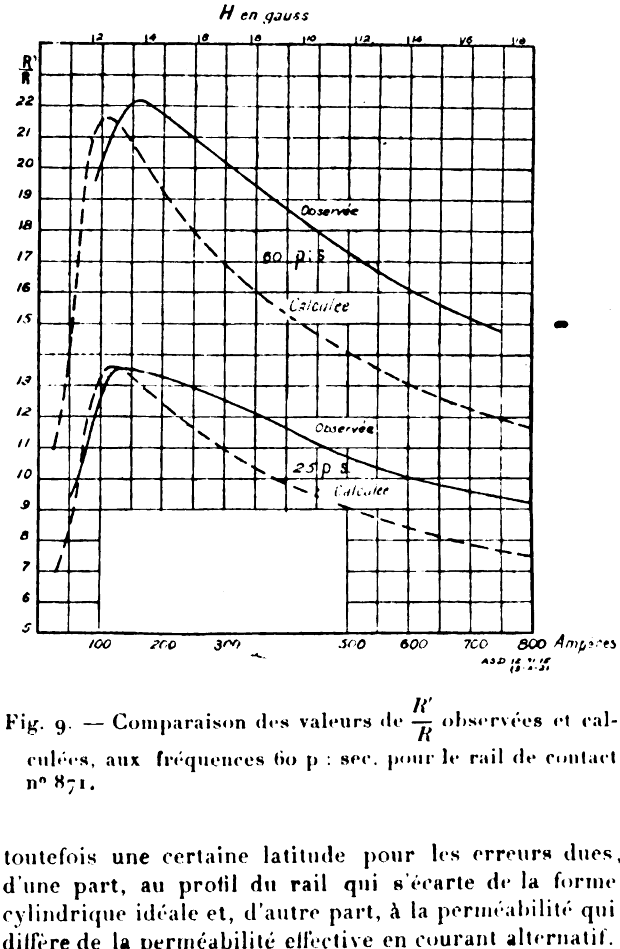


Fig. 9. — Comparaison des valeurs de $\frac{R'}{R}$ observées et calculées, aux fréquences 60 p : sec, pour le rail de contact n° 871.

toutefois une certaine latitude pour les erreurs dues, d'une part, au profil du rail qui s'écarte de la forme cylindrique idéale et, d'autre part, à la perméabilité qui diffère de la perméabilité effective en courant alternatif. Le facteur de correction, qui permettrait de passer de la valeur calculée à la valeur observée, n'est pas acces-

Digitized by Google

sible à l'analyse mathématique dans l'état actuel de nos connaissances et il faut s'adresser à l'expérience. La formule appliquée est $\frac{R'}{R} = \frac{S}{P} 2\pi \sqrt{\gamma \mu f}$, dans laquelle S représente la section du rail ; P, son contour ; γ, sa conductivité ; μ, sa perméabilité et f, la fréquence ; mais comme

$$R = \frac{\rho}{S} = \frac{1}{\gamma S}, \quad \text{on a finalement } R' = \frac{2\pi}{P} \sqrt{\frac{\mu f}{\gamma}}.$$

Les courbes de la figure 9 montrent la relation entre les valeurs observées et calculées, aux fréquences 60 et 25 p : sec, pour le rail de contact n° 871. La conductivité et la perméabilité, en courant continu, ont été déterminées sur une éprouvette de 38 cm de longueur et de 1,25 cm de diamètre, découpée dans le champignon du rail.

Il est remarquable que, au voisinage de l'intensité de 150 A, à laquelle correspond le maximum de $\frac{R'}{R}$, les valeurs observées et calculées sont très voisines ; de sorte que, à 25 p : sec et 125 A, le facteur de correction est 1. Au-dessus de 150 A, $\frac{R'}{R}$ observé est toujours supérieur à $\frac{R'}{R}$ calculé ; le facteur de correction est supérieur

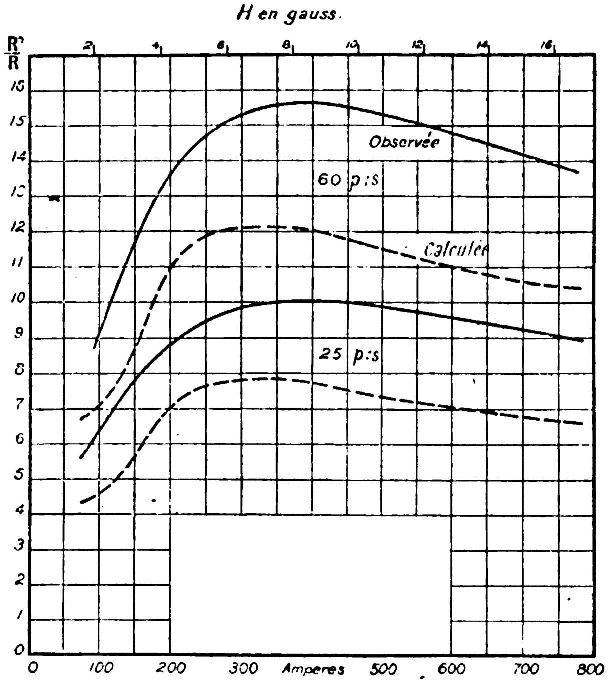


Fig. 10. — Comparaison des valeurs de $\frac{R'}{R}$ observées et calculées pour le rail de roulement n° 161.

à 1. A 750 A, il est 1,233 pour 60 p : sec et 1,23 pour 25 p : sec.

Les courbes de la figure 10 sont relatives au rail de roulement n° 161. Le maximum observé et calculé de $\frac{R'}{R}$ a lieu à peu près pour la même intensité et cette concordance s'est retrouvée dans tous les cas étudiés. Les valeurs de γ et de μ ont encore été mesurées sur une éprouvette cylindrique de 38 cm de longueur et 1,25 cm de diamètre prélevée sur le champignon du rail ; en général, les échantillons pris sur une portion quelconque de la section du rail donnent les mêmes valeurs pour γ et μ.

6. *Conclusions pratiques.* — MM. Kennelly, Achard et Dana estiment qu'il est possible de tirer parti de leur formule pour évaluer le « skin-effect » maximum dans les rails d'acier. Il suffira de multiplier la valeur calculée pour la résistance par un facteur que les expériences ont montré être compris entre 1,2 et 1,3. Pour plus de sécurité, on adoptera ce dernier nombre, ce qui revient à augmenter de 30 pour 100 la valeur calculée, y compris les effets dus à l'hystérésis.

Ces auteurs ont aussi cherché le profil le plus avantageux pour les rails employés comme conducteurs ; pour les rails de roulement, ce sont évidemment les exigences mécaniques qui sont prépondérantes. Quoi qu'il en soit, de la discussion de leurs formules, il ressort que la conductance effective, en courant alternatif, dépend du rapport $\frac{P}{S}$, où P représente le périmètre et S la surface de la section en centimètres carrés. Il en résulte que c'est une lame plate (P grand, S petit) qui constitue le meilleur conducteur. Mais pour celle-ci, le bénéfice du profil est contre-balancé par les perturbations des bords, sans parler de sa tendance au gauchissement et à l'oxydation ; finalement, il est préférable d'employer un tube d'acier ou un cylindre creux, qu'on aplatira légèrement pour améliorer le contact mécanique des balais. On évitera les arêtes vives sur le contour. Si la section est tubulaire avec une épaisseur de matière supérieure à 4 δ, il ne se porte aucun courant appréciable sur la surface interne du tube ; mais en fendant le tube longitudinalement, ou en enroulant une tôle, d'épaisseur égale ou supérieure à 8 δ, de façon que les bords soient très rapprochés, les surfaces interne et externe de ce conducteur creux deviennent à la fois actives.

On a contrôlé ces hypothèses sur un tube d'acier de 150 cm de longueur, de 2,84 cm de diamètre et de 6,35 mm d'épaisseur. Le rapport $\frac{R'}{R}$ a été trouvé égal à 7,66, à 60 p : sec et 55 A, mais il est tombé à 5,26 par le seul fait qu'on y avait pratiqué une rainure longitudinale de 1,19 mm de largeur, avec un maximum correspondant à 90 A. En élargissant la rainure jusqu'à 3,18 mm, le rapport s'est encore abaissé jusqu'à 5,04 à 80 A. Enfin le tube a été coupé en deux parties disposées ensuite de façon à présenter deux fentes longitudinales opposées ; le rapport $\frac{R'}{R}$ s'est alors abaissé à 4,46 pour 48 A.

En réalité, la rainure n'a pas doublé la conductance

Digitized by Google

effective en courant alternatif, comme on le laissait prévoir ; elle l'a seulement augmentée dans le rapport $\frac{7,66}{5,04} = 1,52$, l'écart pouvant être imputé aux fuites magnétiques au voisinage ou dans l'entrefer. Il est cependant manifeste que les deux demi-tubes, connectés en parallèle, constituent un meilleur conducteur que le tube fendu et que sa conductance dépasse celle du tube non fendu dans le rapport $\frac{7,66}{4,46} = 1,72$.

Il faut bien remarquer que, pour une section de profil déterminé, la conductance effective d'un rail en courant alternatif dépend à la fois de γ et de μ, mais pas plus de l'une que de l'autre de ces deux grandeurs. Une augmentation de la perméabilité fait plus que contre-balancer une augmentation de la conductivité. L'acier idéal est celui qui posséderait une grande conductivité, mais une très faible perméabilité.

III. Essai de théorie. — La tentative des auteurs pour échafauder une théorie capable de rendre compte de l'augmentation de résistance de rails d'acier sous l'action du « skin effect », ou de la pénétration imparfaite des courants alternatifs qui semblent confinés dans une coque mince, suivant l'image de M. Boucherot, cette tentative, disons-nous, est bien plutôt une adaptation des formules établies antérieurement par lord Rayleigh pour le cas d'un barreau droit indéfini. Il faut alors introduire quelques hypothèses complémentaires pour passer au cas d'un rail. 1° La surface du rail a une courbure nulle, au moins au degré de précision demandé. Quant à la courbure le long du contour du rail, on en tiendra compte en admettant, en première approximation, que les densités de flux et de courant sont réparties dans des couches ayant même courbure au voisinage de la surface. 2° La perméabilité magnétique de la substance est considérée, en gros, comme constante quelle que soit l'intensité du courant qui traverse le rail. En réalité, le flux magnétique diminue à mesure que l'on s'enfonce dans la masse et la perméabilité est essentiellement variable, mais ces variations n'ont plus d'importance dès qu'on la considère à 2 mm au-dessous de la surface.

Sans reproduire le détail de la théorie de lord Rayleigh, les auteurs indiquent tout de suite que la densité de courant i_x en un point situé à la distance x du plan médian est donnée par la relation

$$i_x = i_X e^{-a\xi};$$

i_X représente la densité de courant à la surface même ; e, la base des logarithmes népériens et ξ la distance du point considéré à la surface ; cela revient à dire que la densité de courant décroît suivant une loi exponentielle avec la profondeur de pénétration ξ. Comme autres formules intéressantes nous citerons :

$$\delta = X\frac{R}{R'} = \frac{X}{\frac{R'}{R}} = \frac{1}{a_2} = \frac{1}{\sqrt{2\pi\gamma\mu\omega}},$$

qui donne l'épaisseur équivalente du skin-effect ou épaisseur de la coque. X est la demi-épaisseur du barreau indéfini ; puis enfin

$$R' = \frac{2\pi}{p}\sqrt{\frac{\mu f}{\gamma}},$$

qui donne la résistance effective du rail en courant alternatif, avec une approximation de 30 pour 100 seulement, ce qui nous a paru trop insuffisant pour accorder à la susdite théorie de plus longs développements.

Nous rappellerons la théorie que M. Brylinski a proposée dans deux communications à la Société internationale des Électriciens, juin 1906, p. 255 et mars 1912, p. 129. Cet auteur arrive à l'expression suivante pour la résistance effective R',

$$R' = \frac{2\pi}{p}\sqrt{\rho\mu f} = \rho\frac{2\pi}{p}\sqrt{\frac{\mu f}{\gamma}}$$

et pour la profondeur de pénétration du courant alternatif dont la définition est un peu arbitraire.

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{4\pi\gamma\mu\omega}}.$$

On voit que les formules sont semblables.

Aux premiers auteurs on peut reprocher une lacune essentielle, dans l'élaboration de leur théorie, c'est d'avoir raisonné sans tenir compte des phénomènes d'hystérésis, qui ont cependant une part importante dans l'effet pelliculaire puisqu'elle s'élève à environ 17 pour 100.

M. Brylinski a bien voulu attirer notre attention sur ce point particulier, et il a eu l'amabilité de nous communiquer la note suivante qui vient encore corroborer ses idées antérieures sur le rôle capital dévolu à l'hystérésis.

« J'adopte pour l'hystérésis la première approximation indiquée par Potier, c'est-à-dire, que pour un champ

$$\mathcal{H} = \mathcal{H}_m \sin \omega t,$$

l'induction correspondante sera

$$\mathcal{B} = \mu\,\mathcal{H}_m \sin(\omega t - \varphi).$$

L'énergie dissipée par cycle et par unité de volume étant W, on a

$$\sin\varphi = \frac{4\,W}{\mu\mathcal{H}^2_m}$$

et, si on admet la loi de Steinmetz, la valeur de W sera :

$$W = \eta\,\mathcal{B}^n_m,$$

et on aura

$$\sin\varphi = 4\,\eta\,\mu^{n-1}\,\mathcal{H}_m^{n-2}.$$

Si dès lors on pose [1]

$$\beta = \sqrt{1 - \sin\varphi}$$

$$\gamma = \sqrt{1 + \sin\varphi}.$$

[1] Le coefficient γ n'a aucun rapport avec la conductivité.

Digitized by Google

» On a pour la réactance en courants alternatifs

$$R_1 = \gamma \times \frac{2\pi l}{\lambda} \sqrt{\mu \rho f},$$

et pour la réactance interne du conducteur,

$$\omega L_1 = \beta \times \frac{2\pi l}{\lambda} \sqrt{\mu \rho f}.$$

» En un mot, la résistance qu'on obtient est celle qu'on aurait sans hystérésis, multipliée par γ et la réactance, celle qu'on aurait sans hystérésis, multipliée par β.

» J'ai voulu appliquer ces formules aux résultats de M. Kennelly. J'ai été arrêté par ce fait qu'au lieu de donner des tableaux numériques de leurs résultats, les auteurs n'ont donné que des courbes qui parlent aux yeux, mais sont beaucoup trop incertaines de tracé pour permettre des calculs basés sur leurs indications.

» Je n'ai trouvé qu'un tableau de calculs (tab. II, p. 145 de l'original) pour le rail n° 174. Malheureusement, ce rail est un de ceux pour lesquels on n'indique pas de résultats de mesures magnétiques directes, ce qui empêchera certaines comparaisons. Toutefois, les résultats sont assez intéressants pour que je vous les donne. Je signalerai en passant que ce rail apparaît comme assez analogue à celui qu'a employé M. Villiers au Laboratoire central, mais un peu plus dur.

» Les résultats de mes calculs sont résumés dans le tableau III, dans lequel j'ai dû déduire, des self-inductances indiquées, la valeur 9,47 microhenrys pour la self-inductance externe résultant de la formule $L_e = 2 \operatorname{Log}_e \frac{2l}{e\rho_1}$; l représente la longueur du rail, e, la base des logarithmes népériens et ρ_1, le rayon équivalent du rail, grandeur assez difficile à définir pratiquement.

» Les résultats sont d'une régularité tout à fait extraordinaire si l'on songe à l'extrême délicatesse des mesures nécessaires. Ils font ressortir que, pour ce rail, la correction d'hystérésis seule atteint 17 pour 100 alors que la conclusion 8 de Kennelly admet que la correction totale ne doit pas dépasser 30 pour 100 [1]. La correction d'hystérésis apparaît donc, non pas comme négligeable, mais bien au contraire comme prédominante.

» Il reste à faire une vérification particulièrement délicate, qu'on ne peut réussir que lorsqu'on est loin au-dessous du maximum de perméabilité, c'est celle de Steinmetz.

» On a, pour deux champs $\mathcal{H}$ et $\mathcal{H}'$,

$$\frac{\sin\varphi'}{\sin\varphi} = \left(\frac{\mu'}{\mu}\right)^{n-1} \left(\frac{\mathcal{H}'_m}{\mathcal{H}_m}\right)^{n-2},$$

d'où l'on déduit n.

» En prenant les courants de :

94 et 150 A, on a $n = 1,64$;
94 et 202 $n = 1,73$;
94 et 250 $n = 1,78$;

les résultats sont tout à fait satisfaisants.

» Enfin, du courant de 94 A on déduit $\eta = 0,00246$, donnée qui, malheureusement, ne peut être comparée à des résultats absents dans la brochure originale, mais qui ne paraît pas anormale. »

B. C.

TABLEAU III.

AMPÈRES	R_1 EN $\mu\Omega$	L_1 EN μh	$\mu\gamma^2$	$\mu\beta^2$	μ	SIN φ	γ
767,5	3 775	6,77	798,4	364,9	581,6	0,398	1,17
732,5	3 714	6,64	772,8	351 »	561,9	0,375	
680 »	3 762	6,80	792,9	368,2	580,5	0,366	
615,4	3 788	6,90	803,9	379,1	591,5	0,359	
562,6	3 841	6,94	826,6	383,5	605,0	0,366	
505,2	3 857	7,01	833,5	391,3	612,4	0,361	1,17
459,8	3 838	6,92	825,3	381,3	603,3	0,368	
411,2	3 830	6,84	821,8	374,2	598 »	0,374	
366,2	3 762	6,88	793,9	376,9	584,9	0,355	
302,0	3 593	6,55	723,3	341,6	532,5	0,358	
249,7	3 292	6,41	607,2	327,1	467,1	0,300	
202,6	2 775	5,81	431,4	268,8	350,1	0,232	1,11
150,7	2 363	5,19	312,8	214,5	263,7	0,186	1,08
94,1	1 865	4,30	194,9	147,2	171 »	0,168	1,07

[1] Textuellement : d'après les résultats rapportés ci-dessus, il semble que l'augmentation de résistance d'un rail par l'effet pelliculaire, pour un courant alternatif d'intensité et de fréquence données, peut être déduite, avec une approximation suffisante, des mesures de la conductivité γ et de la perméabilité μ, à la condition de multiplier la valeur calculée par un facteur déterminé expérimentalement pour tenir compte de l'effet de bord et autres influences. Ce facteur, que l'on peut appeler « coefficient de l'effet de bord » ne paraît pas être supérieur à 1,3.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

La grosse traction aux États-Unis d'Amérique

Au cours d'un voyage aux Etats-Unis d'Amérique, notre distingué collaborateur a pu se procurer une abondante documentation relative à la traction électrique des trains de chemins de fer. — Un grand nombre d'électrifications de lignes exploitées à la vapeur sont ou en service, ou en construction, ou encore en projet. Parmi elles, les plus remarquables concernent les grandes lignes ferrées, sur lesquelles le service des marchandises est particulièrement important. — Les plus intéressantes et qui, à l'heure actuelle, paraissent le mieux pouvoir servir d'exemples, sont celles du « Norfolk and Western Ry », du « Chicago, Milwaukee and St-Paul Ry » et du « Pennsylvania Railroad ». Ces trois électrifications sont l'objet de courtes descriptions, pour éviter des redites, mais elles permettent à l'auteur de faire des réflexions et certaines remarques à leur sujet, notamment en ce qui concerne le côté bénéficiaire de la question.

Avant-propos. — Parmi les exemples si féconds d'enseignement que nous donnent les électrifications américaines, il y en a, en particulier, trois qui méritent d'attirer plus spécialement l'attention des ingénieurs européens.

Ce sont :

1° Celle du Norfolk and Western Railway, dans la « West Virginia » de Bluefield à Vivian, sur une longueur de route de 29,4 miles (47 km) de voie principale, valant 94,82 miles (152 km) de voie simple ;

2° Celle du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway, sur la grande ligne transcontinentale située entre les grands lacs et la côte du Pacifique, entre Harlowton et Avery, dont la longueur de route est de 440 miles (708,300 km) ;

3° Celle du Pennsylvania Railroad, sur la grande ligne de Philadelphie à Pittsburg, entre les villes d'Altoona et de Johnstown, dont la distance est de 37,4 miles (60,200 km approximativement). Avec les lignes auxiliaires, l'électrification comporte environ 67 miles de route (109,500 km approximativement) et 287 miles (462 km environ) de voie simple.

Le but des Compagnies, en faisant la substitution, est évidemment le profit ; si, cependant, il y a des différences considérables entre les systèmes d'électrification utilisés par elles et, principalement, en ce qui concerne les types de locomotives, cela tient, non seulement à ce fait que actuellement les deux systèmes ; continu et monophasé, peuvent résoudre tout problème de traction quel qu'il soit, avec plus ou moins d'avantages en faveur de l'un ou de l'autre des systèmes, mais aussi et surtout aux conditions particulières de chacune des lignes ferrées à électrifier.

La plus grande électrification du monde, de 708 km de route, sur la ligne de Chicago au Pacifique, prouve que le courant continu dont la tension n'est cependant pas si élevée (3 000 v) a su, également et avec avantages, accaparer les électrifications à grande distance qui semblaient être, jusqu'à présent, presque uniquement réservées au courant monophasé.

Dans la lutte des systèmes de traction, le monophasé défend de plus en plus ses positions par des améliorations du côté des moteurs. On a effectué, en effet, à titre d'essai, l'application des moteurs continus en redressant le courant monophasé provenant de la ligne d'adduction au moyen d'une soupape Cooper-Hewitt, portée par la locomotive. D'autres fois, on a appliqué le convertisseur de phases de façon à pouvoir utiliser des moteurs triphasés, robustes et à bon rendement. Enfin, certains ont également songé à redresser le courant monophasé au moyen d'un convertisseur rotatif, en vue de l'alimentation de moteurs à courant continu.

Quant au système entièrement continu, dont l'application à des tensions relativement basses est devenue tout à fait classique, il est fait encore constamment des progrès pour ce qui concerne la construction des moteurs et des génératrices. Bientôt les tensions de 1 500 v, actuellement courantes, feront place à d'autres plus élevées en facilitant et en perfectionnant d'autant les applications du continu. A ce moment-là, le monophasé se défendra-t-il par l'introduction d'un nouveau progrès ? C'est possible, bien qu'il paraisse assez difficile de faire beaucoup mieux qu'il est fait actuellement.

L'intérêt de ce qui va suivre ne réside pas, d'ailleurs, dans la discussion des systèmes, mais bien dans l'influence économique que l'électrification des lignes exploitées précédemment à vapeur a sur leur rendement financier.

I. Les raisons de la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur.

— Elles résident essentiellement dans l'augmentation de l'« activité » des lignes et dans la diminution des dépenses « variables ».

Lorsqu'une électrification n'est pas « imposée » par la nature même de la ligne qu'elle est appelée à desser-

Digitized by Google

vir : exploitation dans les villes, les tunnels, etc..., l'administration de la Compagnie ne perd jamais de vue le côté financier de la question. Le but principal d'une entreprise de chemin de fer est le profit de cette entreprise, profit qu'il lui faut faire afin que le « capital investi » rapporte d'une manière satisfaisante aux détenteurs d'actions et d'obligations.

En différentes circonstances, cette question de relation entre le profit financier et l'électrification des lignes, précédemment exploitées à la vapeur, a été agitée. M. Mailloux, ingénieur-conseil à New-York, notamment, a fait des communications très claires à ce sujet, en 1908 au Congrès d'Électricité de Marseille, en 1910 au Railroad Club de New-York, en 1912 à Turin, au Congrès international des applications électriques, etc...

Il importe d'insister sur l'importance de ces considérations d'ordre financier, beaucoup plus même que sur le système de traction électrique lui-même. Il faut se rendre compte, en effet, nous l'avons déjà fait observer ([1]), que plusieurs systèmes peuvent répondre au même but avec plus ou moins d'avantages. A côté de la grosse question du résultat financier, le choix du système devient, pour ainsi dire, un détail dont on ne s'occupe minutieusement qu'en seconde analyse.

Si R représente les revenus bruts de la ligne (recettes);

$D =$ dépenses (frais totaux);

$C =$ capital investi;

le taux d'intérêt de l'affaire sera exprimé par la formule :

$$\frac{R - D}{C} \times 100 = T. \qquad (1)$$

Dans cette équation, R représente les revenus de toutes sortes et D représente les dépenses et frais de toutes espèces, qui résultent de l'exploitation de l'affaire. On peut tenir compte séparément des diverses sortes de revenus, en posant :

$$R = R' + R'' + R''', \text{etc.}$$

La quantité D se partage, ordinairement, en deux sortes de débours, soit les dépenses « fixes » et les dépenses « variables ».

On peut alors poser : $D = D' + D''$.

Les dépenses fixes comprennent les sommes que la Compagnie devra payer quand même — que l'affaire marche bien ou mal — pour l'intérêt des actions et des obligations, l'amortissement, les fonds de réserve, l'assurance, les impôts, les salaires et dépenses des bureaux de direction et d'administration et, en général, pour toutes dépenses qui restent fixes.

Les dépenses variables comprennent les sommes que coûtent la main-d'œuvre, le combustible, la manutention, les réparations, le nettoyage et, en général, tous les frais d'exploitation, grands et petits, qui varient avec le régime d'exploitation et avec l'importance des affaires que l'entreprise fait.

C représente tous les capitaux soit fictifs, soit réels, sous la forme de titres de toutes sortes que la Compagnie est tenue de rémunérer et d'amortir.

La formule (1) indique le « mérite financier » de l'entreprise. Son numérateur ($R - D$) représentera un profit si R est plus grand que D et un déficit dans le cas contraire. Le signe de T sera positif s'il y a un profit et négatif s'il y a un déficit.

La valeur numérique de T variera avec l'importance du profit ou du déficit, puisque C est constant pour chaque cas donné.

L'électrification d'une ligne de chemin de fer à vapeur comporte, de toute nécessité, une augmentation considérable du capital investi, c'est-à-dire du facteur C, qui figure au dénominateur de l'équation (1).

Pour maintenir la valeur T au même niveau qu'auparavant, ou pour la faire monter plus haut — ce que l'électrification promet — il faudra que les revenus nets de l'entreprise, représentés par le numérateur : $R - D$ augmentent. Ceci veut dire, évidemment, que l'électrification ne se justifiera, au point de vue financier, que si elle conduit soit à une augmentation des revenus bruts R, soit à une diminution des frais totaux d'exploitation D, soit à ces deux résultats à la fois.

L'augmentation du capital investi entraînant un accroissement forcé des dépenses fixes : intérêts, amortissements, etc., ce sont donc les dépenses variables qui devront diminuer.

Pour les trois électrifications dont il est question ici, c'est bien l'augmentation des revenus bruts en même temps que la diminution des frais d'exploitation que l'on a visées. A s'en rapporter, d'une part, aux résultats déjà acquis et, d'autre part, à ceux en perspective, le but est complètement atteint ([1]).

Sur la ligne du Norfolk and Western Railway (Vivian à Bluefield), le trafic moyen journalier, en 1914, était de neuf trains pesant **2900** t (1 016 kg = 1 t) chacun.

([1]) Voir *La Lumière électrique* du 21 octobre 1916, l'article de l'auteur : « Traction monophasée et traction continue à haute tension ».

([1]) M. Mailloux, au Congrès de Turin en 1912, insistait sur la nécessité qu'il y avait d'appliquer l'équation (1) du résultat financier au réseau *entier* d'un chemin de fer.

En appliquant la formule à une partie seulement du réseau, on pourrait arriver à des résultats négatifs ($-T$), indiquant en apparence que la Compagnie a fait une mauvaise affaire. Ce cas se rencontrera partout dans les électrifications « imposées », coûtant très cher comme celles des terminus à New-York, du « Pennsylvania » et du « New-York Central ». Ces électrifications comportent chacune une augmentation de capital investi, dépendant de nombreux travaux d'art et de constructions spéciales, de 250 millions de francs.

Cependant, ces électrifications se trouvent être justifiées par le fait que l'équation (1), appliquée à chacun des réseaux, donne pour T une valeur meilleure qu'auparavant.

Digitized by Google

Au total, par vingt-quatre heures, il était remorqué **26 100** t (1 016 kg = 1 t). Chaque train était remorqué, d'après le profil, par deux ou trois locomotives compound Mallet à huit essieux moteurs chacune. Pour assurer la remorque de tous les trains, il fallait **20** locomotives de l'espèce. Avec les moteurs de réserve et en réparations un total de **34** locomotives était nécessaire.

Le service électrique, inauguré en mai 1915, assurait en février 1916, après huit mois d'exploitation, la remorque de **3 500** t (1 016 kg = 1 t) par jour, avec un tonnage moyen par train de **3 250** [1]; et cela, au moyen de **neuf** locomotives électriques, d'un contingent de **douze**, dont trois en réserve ou en réparations.

Chaque locomotive est en service pendant environ vingt-deux heures.

L'activité de la ligne a pu être considérablement augmentée. Auparavant, un seul voyage aller et retour demandait douze heures; et il constituait la journée de travail du personnel du train. Actuellement, un voyage aller et retour prend sept heures, de telle sorte qu'il est possible de faire faire deux fois par jour ce trajet au personnel du train.

La longueur de ligne en exploitation sur le « Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway », depuis avril 1916, est de 220 miles environ, de Harlowton à Deer Lodge. La section entière de 440 miles (708,300 km) d'Avery à Harlowton doit être en exploitation régulière à l'heure actuelle.

C'est, comme on le voit, une *grande* électrification; la distance de New York à Buffalo ou de Boston à Washington est approximativement la même.

Durant l'hiver 1915-1916, l'exploitation a été faite régulièrement sur une longueur de route de 115 miles, à la plus grande satisfaction de la Compagnie, malgré les froids excessifs, qui occasionnèrent bien des difficultés aux locomoteurs à vapeur, tandis que les locomotives électriques y furent insensibles.

Ce n'est que, quand l'exploitation sera devenue entièrement électrique, et après quelques mois d'observations, que des chiffres comparatifs absolus pourront être connus. Mais, dès à présent, on a observé de tels avantages en faveur de cette traction, tant en ce qui concerne l'augmentation de l'activité de la ligne que la diminution du nombre de locomoteurs et leurs consommations, qu'on semble ne pas douter du résultat [2].

D'Altoona à Johnstown, la ligne du Pennsylvania est très accidentée et le trafic de marchandises considérable. La ligne est en rampe quasi continue de 18,8 pour 1000 sur une distance d'environ 12 miles (19,500 km), pour s'incliner ensuite, vers Johnstown, en pente de 10,2 pour 1000 à 11,4 pour 1000.

Le trafic de marchandises, actuellement effectué à la vapeur, est d'environ 9 000 wagons par jour, de 70 t de charge utile.

Par la traction électrique, l'activité de la ligne sera augmentée; des trains pourront être organisés à cinq minutes d'intervalle chacun, et les locomoteurs électriques sont étudiés de telle manière que deux d'entre eux, un à chaque extrémité du train, puissent remorquer une charge de 6 400 t (1 016 kg = 1 t) sur la rampe de 10,2 pour 1 000 à 11,4 pour 1 000 (Johnstown à Altoona et de 3 800 t (1 016 kg = 1 t) sur la rampe de 18,8 pour 1 000 à 19,2 pour 1 000 d'Altoona vers Johnstown.

On peut se rendre compte de l'importance que doit avoir, aux yeux de la Compagnie, le bénéfice *brut* de l'exploitation à l'électricité, si l'on sait que le coût des locomotives est estimé, en moyenne, à 70 000 dollars (près de 350 000 fr) par unité, alors qu'une locomotive à vapeur, un peu moins puissante il est vrai, mais appliquée au même service ne coûte, en moyenne, que 23 000 dollars (115 000 fr environ)! — Environ 60 locomotives électriques seront affectées à ce service.

Ajoutant à cette énorme dépense de locomoteurs, le capital investi dans l'équipement de la voie ferrée et dans l'usine électrique, ainsi que dans les lignes de transmission d'énergie, on pourra se faire la conviction que l'économie des frais de traction doit être grande par rapport à la vapeur, pour permettre de payer les charges financières d'un capital engagé si important, ainsi que les amortissements, tout en laissant encore à la Compagnie de gros avantages d'ordre économique.

Les trois types de locomotives. — Le caractère du trafic de ces trois lignes, sur lesquelles circulent principalement des trains de marchandises et quelques trains de voyageurs de transit, est tel que l'emploi d'automotrices ne saurait être mis en question.

A. Norfolk and Western Railway. — L'étude de cette électrification fut faite par MM. Gibbs et Hell, ingénieurs-conseils de la Compagnie [1].

On trouva que le troisième rail était inapplicable, à raison des conditions locales, et, conséquemment, qu'il y avait lieu d'installer une ligne aérienne d'adduction. A raison de cette obligation, il ne pouvait plus être ques-

(1) La composition de ces trains consiste ordinairement en [illegible] wagons à six essieux de 130 t, lorsqu'ils sont chargés. Sur chaque essieu pèse un poids de 21,750 t.

(2) Ce n'est pas que l'augmentation de l'activité de la ligne ait été jugée ici *indispensable*, et, partant, que l'électrification se soit imposée péremptoirement; car le nombre total de trains dans chaque sens n'est que neuf, et, bien qu'il y ait des sections à simple voie, la ligne était loin d'être congestionnée. Le tonnage pourtant, à cause du système d'exploitation par trains lourds est élevé et est d'environ [illegible] t par jour dans chaque sens. Mais, d'une part, la [illegible] d'avoir l'énergie électrique à assez bon compte (houille blanche) d'autre part, des réductions considérables dans les dépenses d'exploitation sur ce profil extrêmement difficile étaient envisagées en même temps que les multiples avantages inhérents à la traction électrique, dont notamment celui très important d'une grande diminution dans la durée du transport, tout cela a décidé la Compagnie à faire l'électrification immédiatement, laquelle ménage plus, de cette manière, une grande capacité de trafic sur la ligne considérée.

(1) De nombreux journaux techniques, notamment *La Lumière électrique* des 30 octobre et 6 novembre 1915, ont donné des descriptions complètes de cette électrification. En conséquence, ce qui est dit ici n'est qu'un rappel de certains points particuliers, en vue d'établir plus facilement des comparaisons entre la vapeur et la traction électrique.

Digitized by Google

tion que de faire choix entre le courant continu à haute tension et le courant monophasé.

Les ingénieurs-conseils décidèrent en faveur du monophasé, parce que la puissance énorme, demandée à certains moments par les locomoteurs, pouvait être plus facilement livrée par le fil de trolley à 11 000 v que par le fil à courant continu à tension relativement faible 1 500 à 2 000 v.

Mais ils remplacèrent les moteurs monophasés ordinaires de rendement inférieur à ceux à courant continu ou triphasé et plus lourds qu'eux, par des moteurs triphasés, en interposant un convertisseur de phases, entre la ligne de prise de courant et les moteurs.

Le grand avantage du moteur triphasé est, outre son bon rendement et son faible poids relatif, sa propriété de renvoyer automatiquement à la ligne d'adduction de l'énergie lorsque la voie est en pente et d'être d'une construction excessivement simple et robuste. Par contre, sa vitesse constante peut être un inconvénient sérieux pour certains railways.

On remarquera que le soi-disant choix du système ne fut pas un « choix », mais bien un « sort » déterminé

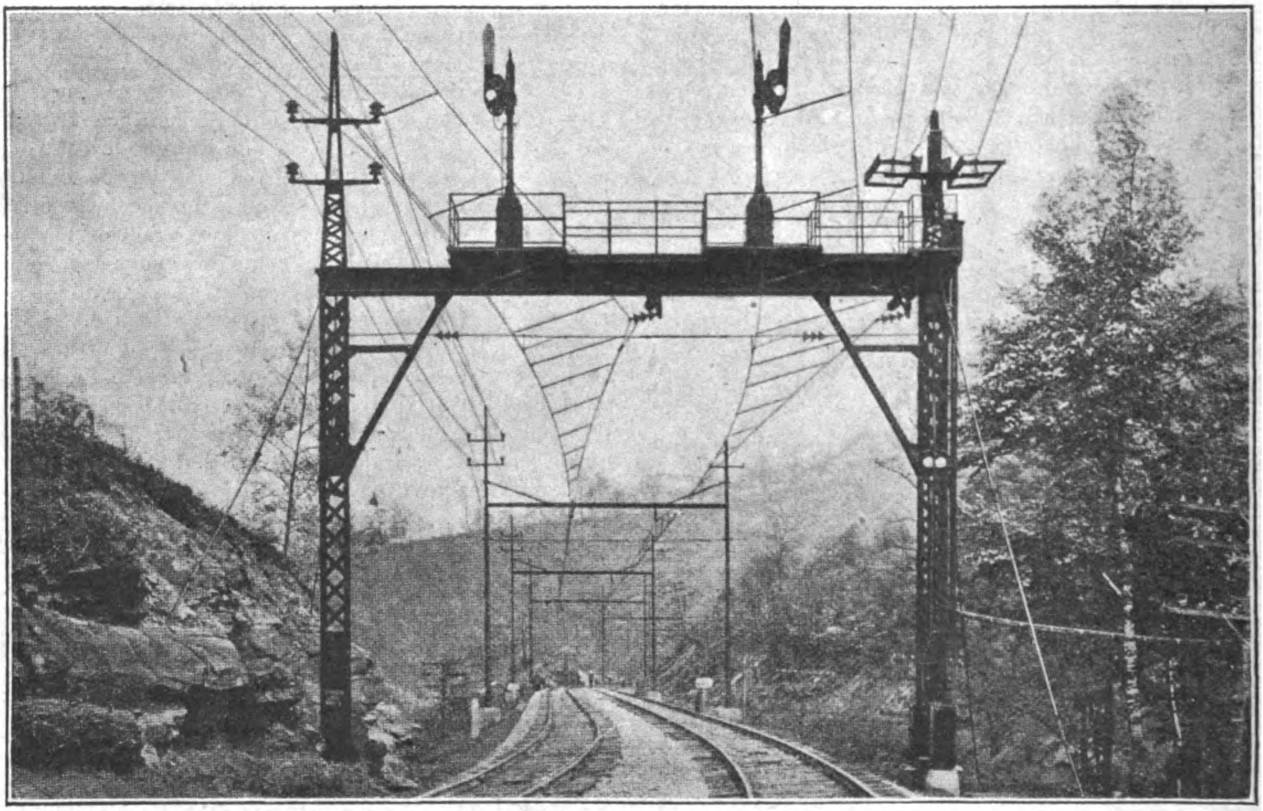


Fig. 1. — Vue de la ligne d'adduction du Norfolk and Western Railway.

par des conditions arbitraires. Comme, à cette époque, les progrès techniques n'avaient pas encore porté la tension du courant continu à 3 000 et même à 5 000 v [1], il s'ensuivait, du même coup, l'adoption du courant monophasé pour la ligne d'adduction. « Il est des cas où il existe des facteurs péremptoires. » Ainsi, au sujet de l'électrification du « New-York Central », à New-York, M. Wilgus, vice-président de la Compagnie, a déclaré que le choix du système de traction à courant continu était pratiquement inévitable et devait se faire quand même, indépendamment des autres avantages qu'il présentait, parce que : 1° il n'y avait pas de place dans les tunnels pour des lignes d'adduction aérienne; 2° ces lignes étaient absolument interdites par les règlements de la ville de New-York.

D'autre part, pour l'électrification du réseau du Brighton Railway, dans les environs de Londres, l'ingénieur-conseil très distingué de la Compagnie, M. Philip Dawson, a déclaré dans un mémoire présenté à l'« Institution of civil Engineers » que l'installation du troisième rail aurait entraîné la reconstruction des stations et des plates-formes et peut-être, même la nécessité de modifier les voitures. Les conclusions des trois experts :

(1) Système de traction en usage sur le « Michigan United Traction Company » près du lac Michigan, entre Jackson et Grass et Wolf Lakes, sur une longueur de ligne de 12 miles environ (19,4 km). Le système est en service depuis le 1er juin 1915.

Digitized by Google

MM. Cardew, Morgan et Aspinall, citées par M. Dawson ne laissent aucun doute sur ce point.

Mais, il est intéressant d'observer le progrès qu'on a cherché à réaliser, en substituant au moteur à répulsion ordinaire le moteur triphasé. Le point faible de la traction monophasée, qui consiste surtout dans son équipement ambulant, est corrigé de la sorte dans une assez bonne mesure.

La même amélioration du système monophasé se produirait, avec tous les avantages qu'a pour lui le moteur continu, en interposant entre la ligne d'adduction et les moteurs à courant continu un convertisseur. On ne voit cependant pas bien où est alors l'avantage de transformer le courant sur la locomotive même, plutôt qu'en sous-station, de façon à envoyer directement le courant redressé à une tension de 3 000 ou même de 5 000 v à la ligne d'adduction.

Du côté de la conversion du courant, le fonctionnement en série de plusieurs génératrices ne présente pas de difficultés. La soupape à mercure devient, d'autre part, pratique, pour atteindre le même but.

Du côté des moteurs, le fonctionnement en série de plusieurs induits à une tension de 1 500 v chacun, pour

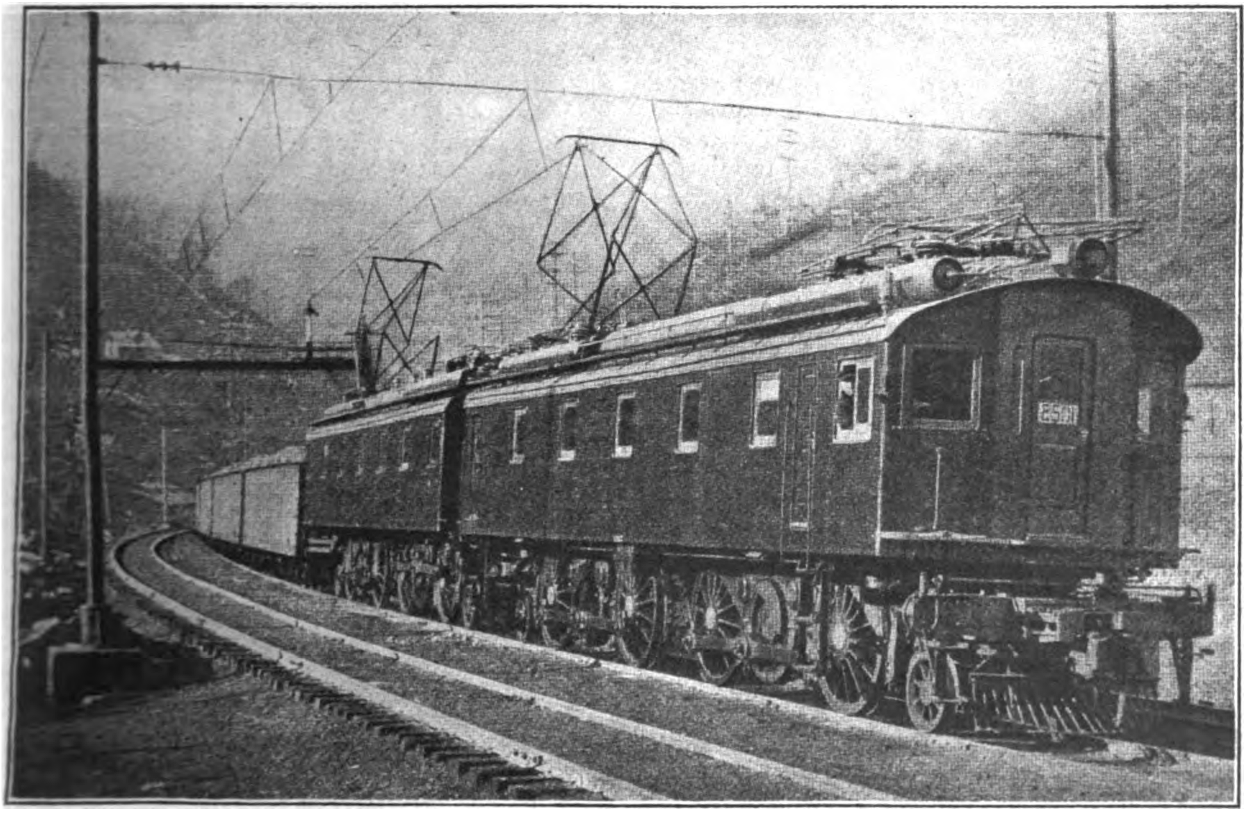


Fig. 2. — Locomotive du Norfolk and Western Railway remorquant un train de marchandises.

parfaire la tension du courant d'adduction, est déjà d'usage courant [1].

La ligne d'adduction est représentée sur la figure 1. Elle se compose d'un fil de travail, à une hauteur uniforme de 24 pieds (7,25 m) au-dessus des rails, suspendu de part en part, à un premier fil, lequel à son tour est suspendu au fil principal, de façon à former la suspension caténaire bien connue.

[1] Sur la ligne de la « Michigan United Traction Company » citée plus haut, la tension d'alimentation de 5 000 v est partagée, lors du couplage en parallèle, entre quatre induits, deux par moteur, de 1 250 v chacun. Par voiture, il y a quatre moteurs à deux induits chacun.

Des poteaux tubulaires réunis par une poutre transversale forment des portiques au-dessus de la voie, extrêmement simples, servant à la fois à la ligne d'adduction et au transport de l'énergie. Aux endroits de signalisation, le portique est, de plus, gréé en passerelle, à laquelle sont fixés les signaux.

La ligne d'adduction est alimentée par du courant monophasé à 25 p : sec et sous une tension de 11 000 v. A l'usine centrale, le courant est engendré sous une tension de 11 000 v, mais cette tension est relevée jusqu'à 44 000 v au sortir de l'usine pour être abaissée à 11 000 v, dans les quatre sous-stations qui alimentent les fils de travail.

C'est une construction d'apparence légère, tout en

Digitized by Google

étant robuste, et, n'ayant pas l'inconvénient d'embarrasser trop la superstructure de la voie.

Les locomotives sont composées chacune de deux unités de 135 t (1 016 kg = 1 t) comportant quatre essieux moteurs et deux bissels porteurs, un à chaque extrémité (fig. 2).

Chaque unité est alimentée par deux pantographes.

Les dimensions de la locomotive, en unités anglaises, peuvent être relevées au diagramme de la figure 3.

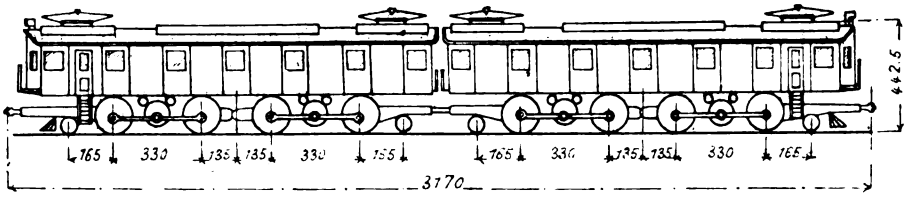


Fig. 3. — Locomotive du Norfolk and Western Railway.

Ce qui constitue la nouveauté la plus intéressante, c'est le système monophasé-triphasé de la locomotive.

Le courant monophasé est collecté au fil de trolley sous une tension de 11 000 v et amené au transformateur principal, dont le secondaire est relié à un transformateur de phase.

Celui-ci consiste en un moteur à induction monophasée avec rotor, en cage d'écureuil, court-circuité ou secondaire et avec deux enroulements primaires dans le stator. Un de ces deux enroulements est connecté avec le secondaire d'un transformateur, et, quand le rotor tourne, une force électromotrice décalée à 90°, par rapport à celle du secondaire du transformateur statique, est engendrée dans le second enroulement du stator. Le schéma des connexions est indiqué sur la figure 4.

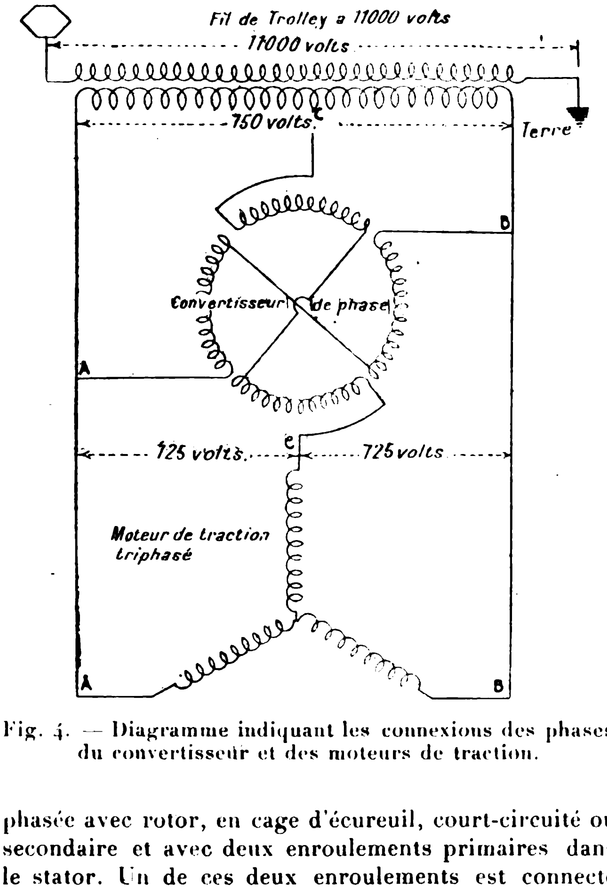


Fig. 4. — Diagramme indiquant les connexions des phases du convertisseur et des moteurs de traction.

Le convertisseur de phases à deux enroulements est schématiquement représenté sans rotor, qui ne présente, d'ailleurs, aucune particularité.

Une extrémité de l'enroulement en quadrature est connectée en un point C situé au milieu de l'enroulement scondaire du transformateur statique. L'enroulement du convertisseur est disposé de telle sorte que les tensions aux deux points C soient sensiblement égales et que les décalages entre A et C, C et B et entre B et A soient les mêmes. De cette manière, on obtient du courant triphasé pour les moteurs de traction.

Grâce à cette disposition, il est nécessaire de ne convertir qu'une partie du courant utilisé dans les moteurs, la plus grande partie venant directement des transformateurs principaux.

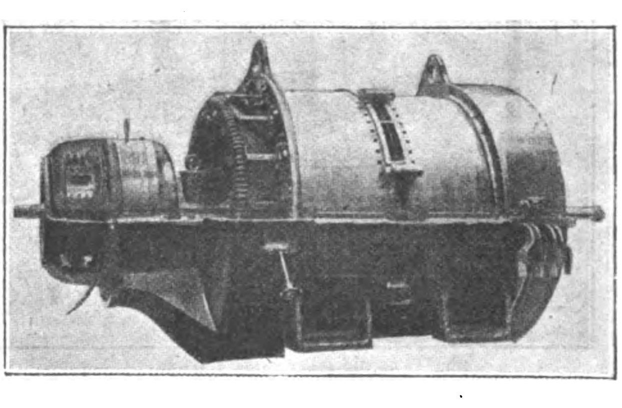


Fig. 5. — Convertisseur de phase du Norfolk and Western.

Le démarrage du convertisseur est assuré par un moteur monophasé série à collecteur, calé sur l'arbre (fig. 5).

Comme on le voit à la figure 2, chaque locomotive comporte huit essieux moteurs, accouplés deux par deux, avec un faux essieu et avec lequel sont en relation (fig. 6) deux moteurs triphasés. Ces moteurs sont à ventilation forcée, leurs enroulements de stator sont disposés de façon à permettre leur répartition en quatre

ou huit pôles, correspondant à des vitesses de 22,5 et 45 km : h.

Sur chaque demi-locomotive, il y a quatre rhéostats de démarrage, un par moteur, qui sont manœuvrés par paire, ayant un réservoir d'alimentation unique, une

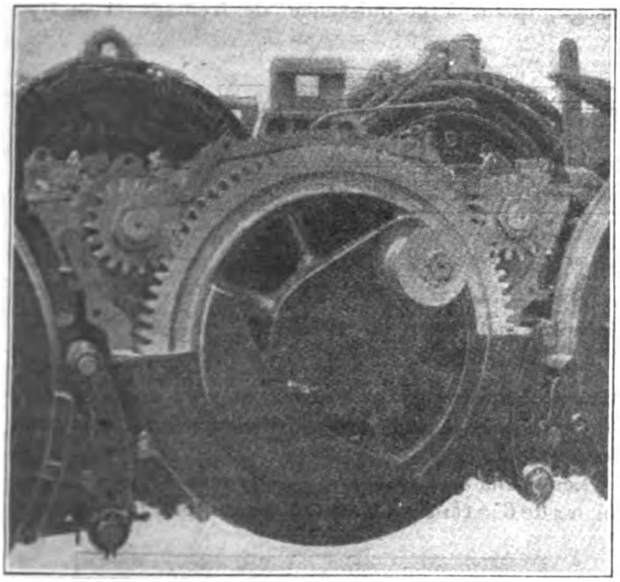


Fig. 6. — Moteurs, engrenages et faux essieu de la locomotive du Norfolk and Western Railway.

pompe de circulation et un seul mécanisme de commande. Un plongeur creux placé au centre du réservoir régularise la hauteur du liquide, qui est élevé ou abaissé mécaniquement et dont la circulation continuelle en vue du refroidissement est assurée par une pompe centrifuge.

L'énergie récupérée par les locomotives sur les pentes est renvoyée aux barres de l'usine centrale, en passant par les transformateurs interposés.

Pour éviter que l'énergie récupérée puisse éventuellement faire tourner les alternateurs comme moteurs, on a disposé aux barres du tableau des relais et des interrupteurs automatiques, qui mettent en circuit un ou plusieurs rhéostats liquides d'absorption.

Une caractéristique importante de ce système de locomotive est sa possibilité d'exercer, en toute sécurité, pour un temps assez long, tout en étant arrêtée, l'effort de traction maximum dont elle est capable. Les moteurs ont été calculés de manière à pouvoir supporter sans dommage, pendant cinq minutes, l'intensité maximum du courant, qui correspond à la pleine charge, bien qu'ils ne tournent pas.

On conçoit l'intérêt de cette propriété, si on se rappelle que les trains chargés ont, habituellement, une longueur de plus d'un demi-mile (plus de 800 m), et trois quarts de mile (1 200 m environ) lorsqu'ils sont composés de wagons vides. Lors du démarrage de ces longs trains, il est, en effet, difficile d'obtenir la coïncidence parfaite des mouvements entre la locomotive de tête et celle de queue; et il résulte de l'application par les deux locomotives, de l'effort de traction maximum, une rapidité de départ qui compense les retards provenant de la non-simultanéité de manœuvre au démarrage.

B. Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway (1). — La contrée extrêmement accidentée, qui

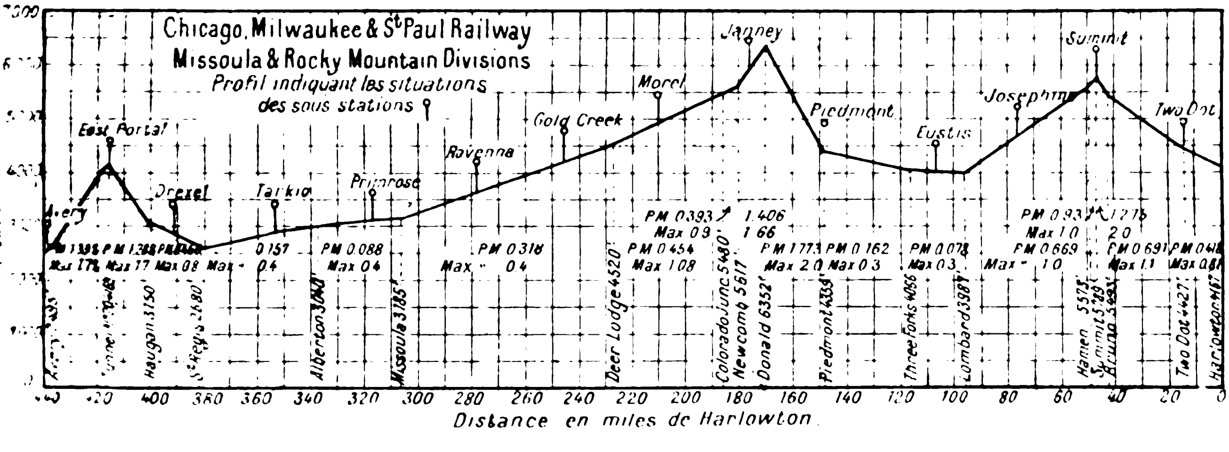


Fig. 7. — Profil de la ligne du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway.

s'étend des grands lacs américains à la côte du Pacifique est traversée par un chemin de fer dont le profil est particulièrement difficile, et les conditions climatériques très dures, mais dont le paysage est de toute beauté.

Sur la section électrifiée actuellement, ou près de

(1) Plusieurs descriptions ont été publiées : par exemple dans la *R. G. E.* des 14 avril, 2 et 23 juin 1916 ; *The Electrician* du 15 décembre 1916, etc. Nous n'y reviendrons pas. Au surplus, le Bulletin n° 44013 de la General Electric Company de Schenectady de juillet 1916, donne des renseignements extrêmement précis.

Nous ne faisons ici que rappeler des particularités

l'être, de 440 miles (708,300 km), circulent dans chaque sens deux trains transcontinentaux de voyageurs offrant le plus grand confort : l' « Olympian « et le « Columbian », ainsi qu'un train de voyageurs local, mais de Deer Lodge à Harlowton seulement (225 miles environ). Quatre à six trains de marchandises circulent également tous les jours, dans chaque direction. Le trafic marchandises est principalement constitué par des wagons en transit pesant de 11 à 25 t (1 016 kg — 1 t) à vide et 70 t (1 016 kg = 1 t) en charge. Ces wagons, appartenant à différentes Compagnies sont équipés avec des freins à air réglés différemment, suivant les conditions d'exploitation particulière à chacune, et d'après les données en usage, quant à la puissance de freinage et le type

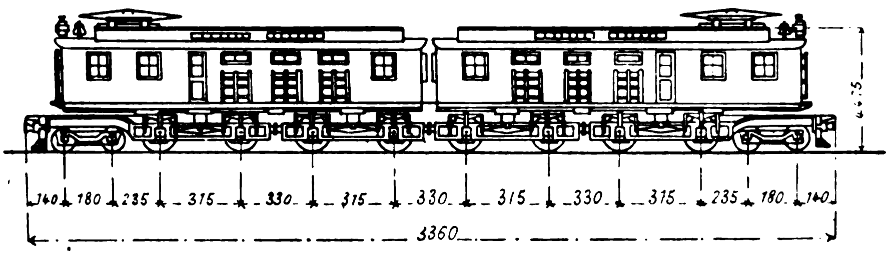


Fig. 8. — Locomotive du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway.

d'équipement. Il en résulte que le problème du freinage des longs trains sur les longues pentes par l'air comprimé est l'un des plus délicats à résoudre.

Le profil (fig. 7) est des plus difficiles, et, à cause de cela même, il offre tant d'avantages pour l'électrification comparée à la vapeur. Il comporte plusieurs rampes de 1 pour 100 et plus ; la plus difficile d'entre elles est celle de 2 pour 100, entre Piedmont et Donald, s'étendant sur une longueur de 21 miles (près de 34 km) ; la plus longue s'étend sur une longueur de 49 miles (66 km environ), sur le versant Ouest des « Belt Mountains », et a une inclinaison de 1 pour 100.

Des courbes nombreuses et très raides existent aussi, ainsi que plusieurs tunnels, 36 en tout, dont le plus long a plus d'un mile et demi (2,400 km).

Avantages de l'électrification. — L'électrification a permis de diminuer considérablement les allocations de temps nécessaires pour l'exploitation à la vapeur. Des dix à douze heures nécessaires aux trains à marchandises à vapeur pour parcourir les 115 miles (185 km environ) de la première division électrifiée, on a passé à sept et huit heures. Les rampes et les nombreuses courbes ainsi que les froids intenses occasionnèrent bien des difficultés dans l'exploitation à la vapeur, en engendrant de nombreux retards et de grandes irrégularités.

Des trains de marchandises de 3 000 t (1 016 kg = 1 t) de poids remorqué, sont aisément remorqués par une seule locomotive, sauf à avoir l'assistance d'une locomotive d'allège aux plus fortes rampes. Et sur les parties de la ligne où les rampes sont inférieures à 1 pour 100, des trains comportant 130 wagons et d'un poids total de 4 000 t (1 016 kg = 1 t) sont remorqués par une seule locomotive.

Les trains de voyageurs : « Olympian » et « Columbian » de 650 t (1 016 kg = 1 t) de poids total, partagé entre huit grandes voitures métalliques sont remorqués par une seule locomotive à voyageurs.

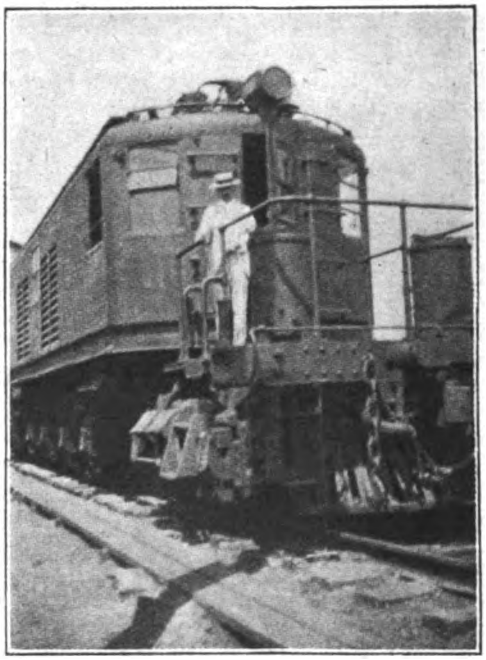


Fig. 9. — Locomotive du New-York Central Railroad à huit essieux moteurs, vue de l'avant.

Tonnage. — Bien que le nombre de trains soit assez restreint, le tonnage total à remorquer, dans les deux directions de la ligne, est assez élevé, et il ne semble pas devoir s'écarter beaucoup de 38 à 40 000 t par 24 heures

propres à chacune des trois électrifications de grosse traction, mises en quelque sorte en comparaison avec la vapeur et mises en comparaison entre elles.

Cette électrification-ci est la plus importante du monde entier, puisqu'elle est établie sur une longueur de route de 708,300 km. Cette longueur est à peu près six fois celle de la plus grande voie principale, actuellement exploitée à l'électricité.

Digitized by Google

12 trains de marchandises de 3 000 t environ, soit 3 600 t et 4 trains rapides de voyageurs de 650 t, soit 2 600 t, et 2 trains ordinaires de 500 t, soit 1 000 t).

Par heure, le tonnage moyen ressort à 1 650 t, ce qui est déjà un beau chiffre, rapporté à nos lignes européennes, où l'habitude est de faire des trains moins lourds, partant plus nombreux pour un même tonnage à transporter, et dont les frais d'exploitation sont comparativement plus élevés.

Les poids des wagons chargés, entrant dans la composition de ces trains, ne sont pas très différents de ceux utilisés en Europe qui, chargés, varient de 30 à 60 t; le wagon chargé, pesant 20 t, devient assez exceptionnel.

Le poids moyen d'un wagon chargé sur le « Chicago, Milwaukee and Saint-Paul » est, à peu près, 31 t de poids total, résultant d'un poids total de train remorqué de 4 000 t, partagé entre 130 wagons.

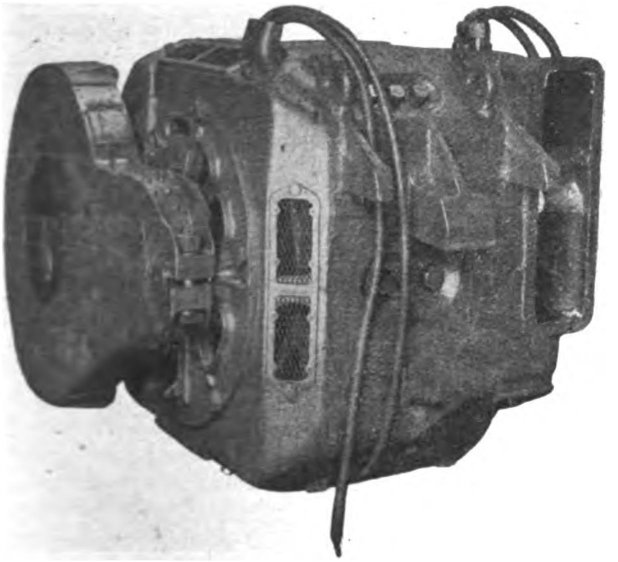


Fig. 10. — Moteur GE 253 A, 1 500/3 000 v.

Les trains américains sont généralement très lourds et très longs, formés de wagons de 30 à 40 t de charge utile, mais en grand nombre, de façon à rencontrer des conditions d'exploitation très économiques. L'exemple donné par le « Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Ry », pour la composition des trains avec des wagons à peu près analogues à ceux employés maintenant assez généralement dans nos pays et sur une ligne à profil très difficile, mérite d'être signalé et suivi.

Il est vrai que les attelages ne sont pas lâches, c'est-à-dire que les wagons sont plus ou moins serrés à bloc (attelage automatique) et que le freinage est à l'air comprimé, bien que réglé différemment par les diverses Compagnies de transport, de façon à rendre son usage plutôt difficile, mais la locomotive a une adhérence suffisante pour démarrer, d'une traite, un train entier. Dans les rampes fortes, il y a, de plus, une locomotive d'allège en queue du train, et, grâce au freinage électrique de la locomotive, ou plutôt, à sa faculté de récupération électrique, les ralentissements et les arrêts sont faits en faisant peu ou point usage du frein à air.

Ces conditions d'exploitation sont acceptables également pour nos lignes européennes de grand trafic et de profil accidenté avec du matériel quelconque, ne possédant même pas d'équipement de freinage. Il suffirait

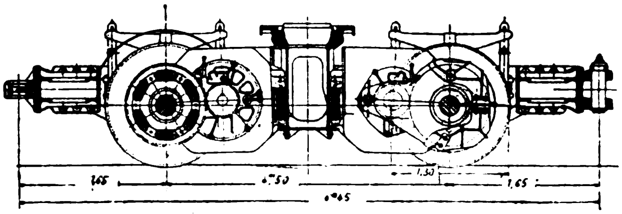


Fig. 11. — Vue d'un des quatre bogies-moteurs.

notamment de serrer à bloc les buttoirs des wagons et d'utiliser en guise de freinage la régénération électrique des locomotives, lors des fortes pentes.

Locomotives. — La figure 8 montre, par un schéma coté en unités anglaises, la locomotive du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Ry. Sa construction mécanique rappelle celle de la locomotive du New-York Central

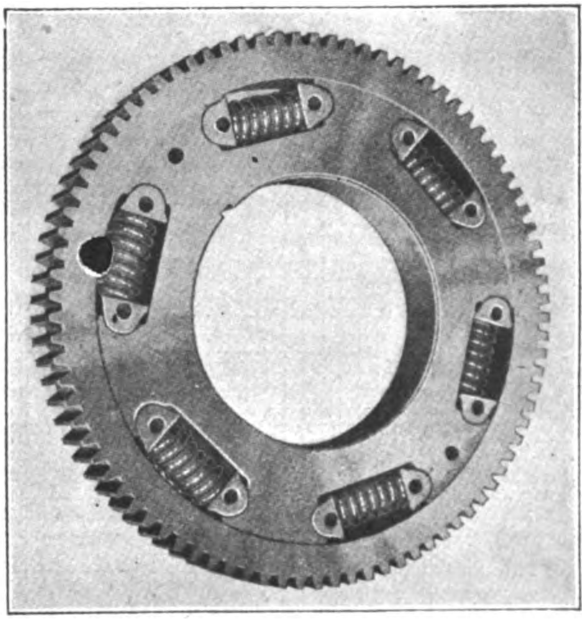


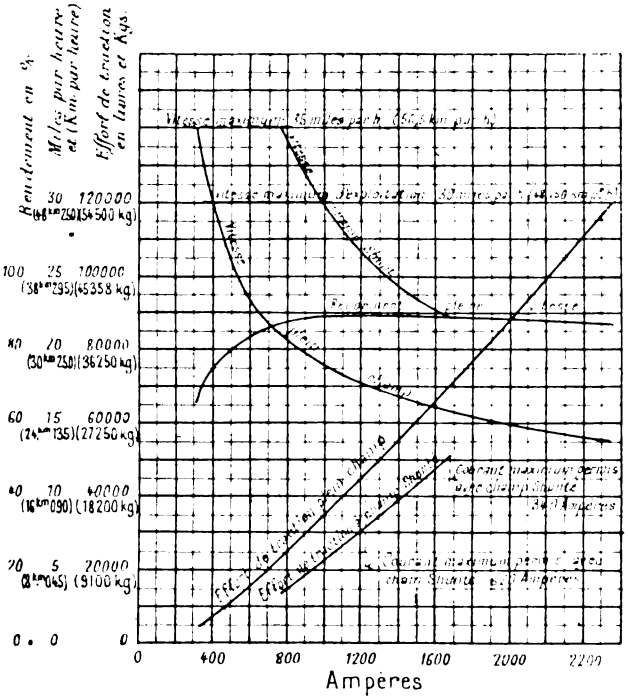
Fig. 12. — Engrenage à ressorts.

Railroad (fig. 9), qui est bien connue, à huit essieux moteurs, partagés en plusieurs bogies. Cependant ici, on a ajouté deux bogies d'extrémité porteurs et l'abri partagé en deux parties symétriques s'étend jusqu'au-dessus des bogies.

Au point de vue électrique, la différence avec les locomotives des lignes d'approche de New-York du

Digitized by Google

New-York Central Railroad équipées également par la « General Electric Company » est importante. Le calage



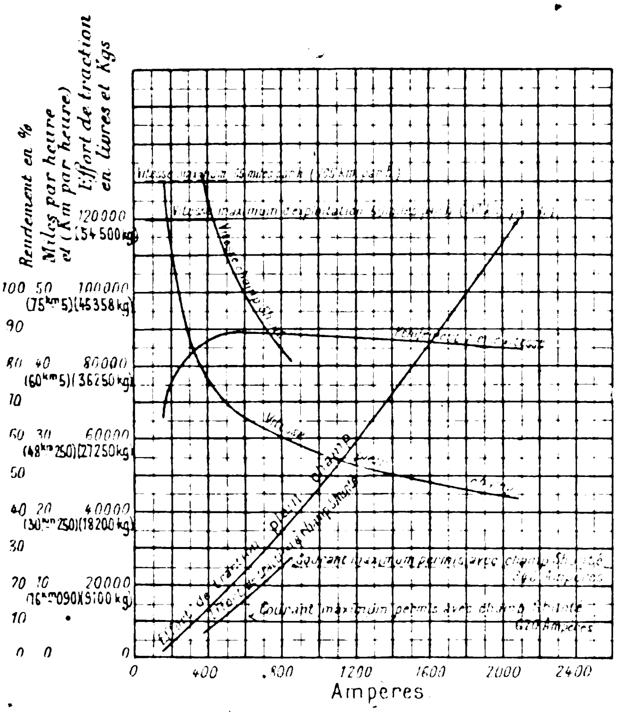


Fig. 13. — Courbes caractéristiques des locomotives : 1° à voyageurs ; 2° à marchandises.

direct des induits sur les essieux a été abandonné, sans doute tant pour motifs d'ordre mécanique, à cause de la nécessité qu'implique cette disposition de rouler sur une voie très ferme, qu'en raison du volume plus grand des moteurs résultant notamment de la tension plus élevée du courant d'alimentation.

L'attaque d'un essieu par l'induit d'un moteur se fait par une double paire d'engrenages, une de chaque côté, avec interposition élastique (fig. 12).

Voici quelques données se rapportant à la locomotive :

Poids total, 260 t (1 016 kg = 1 t).

Poids sur les essieux moteurs, 200 t (1 016 kg = 1 t).

Effort de traction, 85 000 livres (38 500 kg), qui, au démarrage, monte à 136 000 livres (62 000 kg), avec 30 pour 100 d'adhérence.

Au total, *pendant une heure*, les huit moteurs peuvent développer une puissance de 3 440 ch.

Longueur totale de la locomotive, 112 pieds (34 m).

Empattement total des roues, 103 pieds (31 m).

Base rigide des roues, 10 pieds 6 pouces (4,50 m).

Diamètre des roues motrices, 52 pouces (1,30 m).

Puissance continue développée par les moteurs, 3 000 ch.

Tension d'alimentation de la locomotive, 3 000 v.

Tension d'alimentation et d'un moteur, 1 500 v.

Charges remorquées à la vitesse approximative de 16 miles par heure (à peu près 26 km), sur rampes de 20 pour 1 000, 1 250 t (1 016 kg = 1 t) ; de 1 pour 1 000, 2 500 t (1 016 kg = 1 t).

Effort de traction, en régime continu (vitesse de 15,75 miles par heure, soit 25,500 km), 71 000 livres (32 000 kg).

Adhérence pour l'effort de traction en régime continu, 17,75 pour 100; pour l'effort de traction maximum (38 590 kg), 21,20 pour 100.

Chaque moteur (fig. 10) a une puissance horaire de 430 ch, et une puissance continue de 375 ch; il fonctionne sous une tension normale de 1 500 v, mais le circuit sous courant est isolé de manière à pouvoir supporter sans inconvénient une tension de 3 000 v par rapport à la masse.

La suspension d'un moteur est assurée par l'intermédiaire de ressorts interposés entre nez et châssis (fig. 11). D'autre part, un accouplement élastique (fig 12), existe entre l'essieu et chacun des engrenages qui commandent les pignons calés sur l'arbre d'armature. Des pôles auxiliaires assurent la commutation régulière et des canaux longitudinaux sont pratiqués dans l'armature pour assurer sa ventilation énergique, grâce à un ventilateur mécanique, placé dans la cabine (1).

(1) *The Electrician* du 15 décembre 1916 donne des détails fort précis sur la conception et la construction de ces moteurs, qui sont les plus grands moteurs à engrenages utilisés jusqu'à présent dans l'électrification de chemins de fer à vapeur. Notons les points suivants :

1° Moteurs à quatre pôles principaux et à quatre pôles de commutation.

2° Le poids d'un moteur complet avec ressorts, pignons, carter d'engrenages, etc., est de 14 860 livres (6 750 kg).

Par cheval-vapeur de puissance continue, le *moteur étant appliqué à la locomotive*, le poids ressort ainsi à $\frac{6\,750}{375} = 18$ kg.

La puissance horaire du moteur seul, sans ses pertes de trans-

Digitized by Google

Quarante-deux locomotives de ce type sont en service : 30 pour trains de marchandises et 12 pour trains de voyageurs ; les moteurs de celles-ci sont équipés avec un rapport d'engrenages permettant la remorque de trains de 800 t (1 016 kg = 1 t) de poids, à des vitesses de 60 miles par heure (97 km à l'heure approximativement) sur une ligne de niveau. Ordinairement, les trains de voyageurs pesent de 650 à 700 t ; et, sur les rampes de 20 pour 1 000 même, ils sont remorqués sans locomotive d'allège.

Les courbes caractéristiques de la locomotive, suivant qu'elle est destinée au service à voyageurs ou à marchandises sont indiquées à la figure 13. Elles montrent d'une manière très suggestive comment se comportent les locomoteurs aux différents régimes de traction. Le rendement, notamment, est remarquable, en ce qu'il ne s'écarte pas beaucoup de 88 pour 100, une fois la locomotive lancée.

L'intérêt du rapprochement de ces courbes avec celles de la locomotive mono-triphasée du « Pennsylvania Railroad » (fig. 18) est évident. Il est toutefois à noter que ces dernières étant seulement calculées ne peuvent être considérées comme tout à fait définitives.

Ligne d'adduction. — La ligne d'adduction est aérienne et d'un type caténaire flexible, nouvellement étudié par la General Electric Company. Elle assure aux pantographes de la locomotive un contact parfait, sans aucune étincelle, aussi bien dans le cas du service à marchandises que pour celui à voyageurs.

La ligne d'adduction comporte deux fils de travail en cuivre, situés côte à côte et flexiblement suspendus à un même fil en acier, par l'intermédiaire de pendules indépendants et qui, alternativement, sont reliés à chacun des deux fils de travail. Des bras sont appliqués aux endroits où l'alignement de la voie y oblige et, la ligne, ainsi constituée, est supportée transversalement par des fils d'acier maintenus par des poteaux en bois, convenablement espacés (fig. 14).

Quand la portée transversale devient trop grande, le fil de suspension simple fait place à une construction caténaire, formée d'un fil de suspension auxiliaire auquel est attaché le fil d'acier longitudinal et d'un fil de suspension principal ; les deux fils sont, de part en part, reliés entre eux.

Sur toute la longueur de la ligne s'étend un feeder qui est relié électriquement aux fils d'adduction, à chaque septième poteau, c'est-à-dire, approximativement, tous les 1 000 pieds (305 m). Un feeder supplémentaire existe à l'endroit des fortes rampes.

De même, un fil négatif relié électriquement au point milieu de chacun des secondaires des joints à réactance court le long de la ligne. Ces joints à réactance sont utilisés pour isoler le circuit des signaux à 60 périodes du circuit du courant de retour.

Adduction du courant. — La locomotive collecte le courant au moyen de deux pantographes portant chacun deux lames de contact. Grâce à ces quatre surfaces, la captation des courants de forte intensité, nécessaires au service, se fait sans difficultés : on ne remarque aucune étincelle, même aux vitesses de 60 miles à l'heure

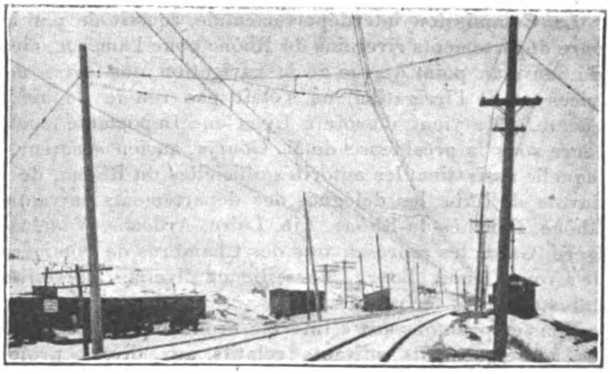


Fig. 14. — Vue de la ligne.

(97 km) et lorsque chaque demi-locomotive prend une intensité de courant de 840 A.

Récupération électrique. — Pour des trains de marchandises, circulant sur lignes accidentées et composés de wagons dont les poids morts et les chargements sont différents et dont les moyens de freinage sont également variables, le freinage électrique, qui est la conséquence de la récupération d'énergie électrique, est notamment des plus importants. Outre l'économie dans l'énergie électrique dépensée, il y a encore la réduction dans les usures des roues, des sabots de frein et des rails.

Le freinage électrique permet aussi d'aborder de plus grandes vitesses lors des pentes, et, pour les voyageurs, il ajoute au confort en effectuant le freinage plus graduellement que par l'air comprimé. Il constitue, encore, une garantie de plus au freinage à air comprimé.

Avec le très simple moteur à courant continu, réversible par lui-même, le conducteur, s'il veut freiner, opère certaines connexions, de telle sorte qu'une augmentation de tension aux bornes du moteur en soit la conséquence. Le courant passe alors à la ligne d'adduc-

mission jusqu'aux roues est de 452 ch, soit de $\frac{6\,750}{452} = \mathbf{14{,}9}$ kg sensiblement.

(3) A pleine vitesse, le champ inducteur est diminué de 5 pour 100.

(4) L'armature comporte 49 encoches, avec 7 bobines par encoche, et le collecteur comporte 343 barres. L'isolement des spires est assuré au moyen de mica et d'asbeste.

(5) La vitesse de l'induit, au régime de la puissance horaire, est de 446 t : min.

(6) La commutation d'après les expériences, s'est montrée parfaite. A une tension de 50 pour 100 supérieure à la tension normale, aucun étincellement dangereux existe. Même à [illegible] de tension, pendant des périodes courtes, l'étincellement n'est pas dangereux.

(7) Pour les locomotives à marchandises, le nombre de dents des engrenages est 18 (pignon) et 82 (engrenage) et pour les locomotives à voyageurs, il y a 29 (pignon) et 71 dents (engrenage).

(8) La ventilation d'un moteur en régime continu exige, par minute, 2 500 pieds cubes (71 m³ environ).

tion et le couple résistant sur l'armature constitue le couple retardateur ou de freinage.

L'obtention d'une tension supérieure à celle qui est naturellement opposée par la ligne, pour des vitesses de locomotive, relativement peu élevées, est le résultat d'une surexcitation des inducteurs des moteurs.

Transmission de l'énergie électrique. — L'énergie électrique est produite en plusieurs endroits au moyen de chutes d'eau, toutes aux mains d'une grande Compagnie d'électricité la « Montana Power Company » avec laquelle le « Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railroad » a contracté.

L'énergie est transmise au chemin de fer en sept points sous une tension de 100000 v. Elle est reprise de ces sept points par une ligne de transmission qui longe à peu près la voie ferrée et répartie entre quatorze sous-stations équipées pour convertir le courant de la forme alternative à 100000 v de tension, sous la forme continue à 3000 v.

L'intervalle moyen entre deux sous-stations est de 32 miles (51,500 km).

L'équipement consiste en des transformateurs qui abaissent la tension de 100000 à 2300 v, tension d'alimentation de moteurs synchrones. Ceux-ci font tourner deux génératrices à courant continu sous 1500 v, connectées en série de façon permanente, de manière à alimenter la ligne d'adduction sous 3000 v.

(*A suivre.*)

J. Carlier,
Ingénieur répétiteur des chemins de fer à l'Université de Liége.

Revues, analyses et informations

L'utilisation des forces motrices du Rhône.

La Commission interdépartementale, constituée par les onze départements riverains du Rhône pour l'aménagement du fleuve au point de vue de la navigation, des forces motrices et de l'irrigation, ne s'était pas réunie depuis la guerre. Elle vient d'avoir à Lyon une importante conférence sous la présidence de M. Gourju, ancien sénateur, à laquelle assistaient les autorités officielles du Rhône, de la Savoie, de l'Ain; les délégués des départements suivants : Rhône, Bouches-du-Rhône, Ain, Loire, Ardèche, Vaucluse, Isère, Gard; les représentants des Chambres de commerce de Lyon, Vienne, Bourg, Marseille et diverses notabilités industrielles et techniques.

Nous empruntons aux « Intérêts économiques » de Lyon les renseignements suivants relatifs aux divers projets d'aménagement du Rhône qui ont été soumis à la réunion du 16 juin 1917.

Le problème du Rhône se fait de plus en plus pressant au moment où s'achève le canal souterrain de Rove, destiné à relier le port de Marseille à l'étang de Berre et au Rhône. Une solution définitive s'impose d'urgence sur l'aménagement du fleuve entre Lyon et Arles, où commence le Rhône maritime. Jusqu'ici, cette question de l'aménagement du Bas-Rhône avait seule fait l'objet des études de la Commission interdépartementale. Mais ces dernières années le problème du Haut-Rhône s'est posé à son tour; il fut soulevé d'abord par la création d'usines hydro-électriques sur le fleuve, entre la frontière française et Genève, projet qui comportait la canalisation du Rhône et la création de quatre écluses assurant la navigation aux chalands de 500 à 600 t.

Puis d'autres projets plus grandioses furent présentés pour l'aménagement du fleuve dans la région de Bellegarde en vue de la production de la force motrice.

Le plus important de ces projets comportait l'établissement, à Génissiat, en aval des gorges de Bellegarde, d'un gigantesque barrage de 70 m de hauteur. C'est le projet Blondel, Harlé et Mähl. Le second projet, au lieu d'un barrage unique, en prévoyait deux, l'un en amont, l'autre en aval, à Bellegarde et à Malpertuis.

Les deux projets firent l'objet de vives controverses, qui continuent. Celui de Génissiat trouva de nombreux partisans. Un ingénieur, désigné comme arbitre par l'administration des Ponts et Chaussées, se prononça en faveur de Génissiat qui devait fournir une quantité considérable d'énergie électrique et assurer aussi le service de la navigation. La guerre suspendit toute décision, et il fallut la nomination du maire de Lyon au ministère des Travaux publics pour activer l'étude de ce problème, d'une si haute importance pour l'avenir économique de toute la vallée du Rhône et en particulier de Lyon.

Mais, à l'heure actuelle, les promoteurs du projet Génissiat subordonnent sa réalisation à la condition que ce soit l'État, sous sa responsabilité, qui exécute les fondations du barrage. Cette clause imprévue nécessite une nouvelle et définitive enquête prescrite par le ministre des Travaux publics qui aura à se prononcer sur le projet Génissiat ou sur celui des deux barrages Malpertuis-Bellegarde.

La solution du problème du Haut-Rhône semble donc retardée. Celle du Bas-Rhône est, au contraire, complètement étudiée. Des projets ont été soumis au ministre, mais la guerre en a retardé l'examen et l'acceptation.

Il n'en est pas moins vrai que les deux questions, celle du Haut-Rhône et celle du Bas-Rhône, se lient étroitement, la création d'une puissante usine d'énergie électrique pouvant faciliter le remorquage sur tout le fleuve. La question de l'aménagement intégral du Rhône, de Genève à la mer, se posait donc devant la Commission interdépartementale.

A la demande des représentants du Midi, sur l'urgence d'aménagement du Bas-Rhône, au moment où le canal de Rove va s'ouvrir à la navigation, le projet suivant de résolution fut adopté à l'unanimité :

« La Commission interdépartementale rappelle ses précédentes délibérations et les confirme;

» Demande que soient poursuivies sans attendre la fin de la guerre, par les moyens les plus rapides, l'étude et l'exécution du canal latéral du Rhône qui doit assurer la régularité de la navigation et de l'irrigation en aval de Lyon;

» Demande l'utilisation intégrale des forces motrices du Rhône;

» Demande, en même temps, l'achèvement des études entreprises et l'exécution des travaux qui seront décidés pour l'utilisation du Haut-Rhône, sous conditions qu'aucune concession de force motrice ne soit accordée pendant le cours des travaux relatifs à la navigation à assurer sur le Haut-Rhône, si elle ne réserve la quantité d'énergie électrique nécessaire à la navigation. »

J. N.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 18 JUIN 1917.

La recette voyageurs s'est élevée, pour l'exercice, à 11626044 fr contre 9417893 fr en 1915. En y ajoutant le montant des recettes diverses, ce chiffre s'élève à 12013382 fr contre 9576753 fr précédemment, d'où ressort une augmentation de 22 pour 100. Cette importante plus-value est due en partie à l'ouverture du prolongement Place-Jules-Joffrin-Porte-de-La-Chapelle, mais aussi à la rareté des autres modes de transport à Paris. Nous trouvons, en contrepartie, une considérable augmentation des dépenses d'exploitation causée par la crise générale sur les matières premières qui a porté celles-ci de 4691103 fr à 6822825 fr, soit en majoration de 45 pour 100. Malgré la diminution du produit net qui en résulte, les redevances à la Ville se sont élevées à 866067 fr contre 546509 fr en 1915.

Le compte profits et pertes présente comme recettes totales un chiffre de 12271673 fr comprenant, outre les recettes voyageurs ci-dessus, les produits divers et intérêts des fonds disponibles et comme dépenses globales un chiffre de 11550639 fr. Il en résulte un solde créditeur de 721033 fr qui a été porté au compte provision, lequel atteint ainsi le chiffre de 2448802 fr.

En dehors des travaux nécessités par l'achèvement de la prolongation jusqu'au terminus de la Porte-de-La-Chapelle, il n'a pas été entrepris au cours de l'exercice d'autres travaux que ceux d'entretien des voies et du matériel, dont l'état demeure satisfaisant malgré l'augmentation considérable du trafic.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Caisses et banques	5 075 664,32
Cautionnements	480 000 »
Valeurs en portefeuille	1 113 288 »
Terrains et immeubles à réaliser	596 750,46
Approvisionnements	406 000,59
Débiteurs divers	767 628,86
Comptes de premier établissement	144 527 573,57
	152 966 905,80

Passif.

	fr
Capital actions	75 000 000 »
Obligations 4 pour 100 (1909)	34 996 800 »
— — (1913)	34 999 800 »
Réserve légale	299 465 »
Créditeurs divers	3 241 358,84
Coupons actions à payer	1 050 478,31
Obligations à rembourser	738 136,55
Report à nouveau antérieur	64 835,14
Compte provision	1 727 769,07
Solde du compte profits et pertes	721 033,57
	152 966 905,80

Compagnie Continentale Edison.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 13 JUIN 1917.

Les recettes totales de l'exercice ont été de 1569729 fr, comprenant les intérêts des fonds disponibles et le produit des valeurs de portefeuille ainsi que les bénéfices résultant de la cession de l'ancien Secteur Edison.

Sur le solde disponible, après défalcation des frais généraux, une provision de 400000 fr a été constituée au passif pour tenir compte des fluctuations éventuelles du portefeuille et une autre provision de 600000 fr pour créances douteuses afin de faire face au compte débiteur.

Le bénéfice net de l'exercice ressort à 451179 fr, auquel il faut ajouter le report de l'exercice 1915, soit 122852 fr. Les actions ont reçu un dividende de 4 pour 100 et le solde, soit 151473 fr, a été reporté à nouveau.

La situation générale des entreprises de la Compagnie ne s'est pas sensiblement modifiée pendant l'exercice. La Société hydro-électrique de Lyon a mis en route une usine provisoire ainsi que nous en avons déjà rendu compte. La Société normande de distribution d'Électricité a achevé son usine centrale de Rai-Aube.

Enfin, la liquidation de l'ancien Secteur Edison a été continuée.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Banques et caisses	405 933,12
Valeurs de portefeuille	10 798 730,10
Débiteurs divers	1 410 991,14
Magasins	444 »
Immobilisations : terrains, bâtiments, usines et installations d'électricité	1 493 062,70
Loyers d'avance, installation et mobilier du siège social	4 751 »
Impôts et droits de transmission à recouvrer	73 863,61
	14 187 775,67

Passif.

	fr
Capital social	10 000 000 »
Fonds d'amortissement du capital	11 342,70
Réserve légale	2 138 369,63
Provision pour fluctuations du portefeuille	400 000 »
Provision pour créance douteuse	600 000 »
Créditeurs divers	464 030,48
Profits et pertes :	
Report de l'exercice 1915	122 852,87
Bénéfice net de l'exercice 1916	451 179,99
	14 187 775,67

Compagnie des Tramways de Nice et du Littoral.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 5 AVRIL 1917.

Les recettes totales de l'exercice se sont élevées à 3460934 fr et les dépenses à 2376983 fr, laissant un pro-

Digitized by Google

duit brut d'exploitation de 1083951 fr contre 916963 fr en 1915.

En ajoutant à cette somme le report de 1915, soit 92675 fr, on obtient un total de 1176626 fr.

Les frais généraux et amortissement ont absorbé 1143580 fr, dont 55769 fr en amortissement partiel des charges spéciales à la guerre qui se sont élevées pour l'exercice à 205769 fr.

Le solde disponible de 33045 fr a été reporté à nouveau.

Pour le prochain exercice, les charges spéciales résultant de la guerre, notamment celles du personnel, ne seront pas inférieures à 250000 fr.

Aussi la Compagnie est-elle en instance auprès de l'Administration pour obtenir une majoration générale de 15 pour 100 de ses tarifs.

Les travaux de réfection des voies et du matériel roulant ont été réduits au remplacement indispensable de quelques voies; quelques travaux d'extension aux frais du département ou de la Compagnie P.-L.-M. ont seuls été exécutés pendant l'exercice.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Dépenses d'établissement (retour aux autorités concédantes)	24 263 493,70
Dépenses d'établissement (propriété de la Compagnie)	11 501 405,23
Caisses et banquiers	132 633,36
Cautionnements	101 409,92
Débiteurs divers	196 091,14
Fonds de réserve des tramways départementaux	13 713,20
Approvisionnements	938 466,44
Comptes d'ordre	28 586,43
Charges spéciales de la guerre	150 000 »
	37 360 799,42

Passif.

	fr
Capital actions	15 000 000 »
Obligations 4 pour 100 en circulation	18 784 793,25
Rachat du réseau de Monaco	450 000 »
Réserve légale	259 549,86
Fonds d'amortissement du capital	196 224,98
Amortissement par remboursement des obligations	761 956,75
Provision pour dépréciation. Amortissements. Renouvellement et accidents	1 349 492,84
Dépôts divers	9 284,35
Créanciers divers	1 239 513,09
Coupons ou obligations restant à payer ou à rembourser	494 669,90
Profits et pertes	33 045,99
	37 360 799,42

Compagnie des Chemins de fer départementaux de la Haute-Vienne.

Assemblée générale ordinaire du 16 juin 1917.

Les recettes de la Compagnie provenant de l'exploitation de la voie ferrée se sont élevées en 1916 à 816810 fr et celles de la distribution d'énergie électrique à 102405 fr; les recettes totales comprenant celles de publicité, défalcation faite de ce compte des dépenses relatives à la contre-partie de certaines recettes, se montent à 875765 fr, en augmentation de 106274 fr par rapport à l'exercice 1915.

Le compte profits et pertes se présente avec une perte de 16528 fr contre un bénéfice de 89998 fr en 1915. Cela résulte des amortissements et des réserves de l'exercice qui ont été de 122763 fr.

En retranchant ces pertes du report de l'exercice 1915, soit 89990 fr, il reste un solde créditeur de 73461 fr, qui a été reporté à nouveau.

Les recettes par kilomètre pour la voie ferrée ont été, comparativement aux années précédentes, de 2554 fr en 1913, de 2517 fr en 1914, de 2083 fr en 1915 et de 2376 fr en 1916.

Le Conseil général, après avoir fixé le montant des majorations de traitement à donner aux agents de la Compagnie, a admis les relèvements provisoires suivants de tarifs : 20 pour 100 sur les voyageurs, 50 pour 100 sur la grande vitesse, 35 pour 100 sur la petite vitesse.

Les sommes, portées au bilan ci-dessous en compte d'attente, représentent les insuffisances de recettes à présenter au département d'après la Convention. Le premier chiffre des insuffisances d'exploitation est définitivement approuvé par la Commission d'approbation des comptes. Le second chiffre, se montant à 153472 fr, représente l'insuffisance calculée par la Compagnie pour l'exercice 1916. Enfin, le troisième correspond aux insuffisances de recettes de la distribution d'énergie; il est réduit par les bénéfices de l'exercice. Ces deux derniers comptes sont provisoires jusqu'à vérification du service du contrôle.

La contre-partie de ces comptes se retrouve au passif comme réserve pour insuffisance d'exploitation de la voie ferrée et dans la vente d'énergie.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Propriétés particulières de la Compagnie, terrains, bâtiments, mobilier et agencements, embranchements industriels	54 198,86
Participation dans les dépenses d'établissement remboursable sous forme d'annuités par le département de la Haute-Vienne (art. 9 de la Convention)	3 831 172,20
Participation supplémentaire dans les dépenses d'établissement et de mise en exploitation	2 166 838,97
Insuffisance des recettes des exploitations partielles	123 588,14
Installation de Force-Lumière (art. 15 de la Convention)	443 759,55
Cautionnement	20 000 »
Part du cautionnement remboursable en fin de travaux par le département et provisions d'avances	131 092,87
En caisse et en banques	103 465,81
Stocks	465 827,71
Débiteurs divers	788 358,03
Compte d'attente voie ferrée (art. 12 de la Convention) :	
Exercices antérieurs	104 545,55
Exercice 1916	153 472,78
Distribution d'énergie (art. 15 de la Convention)	19 556,04
	8 405 876,51

Passif.

	fr
Capital	3 750 000 »
Réserve légale	24 139,01
Fonds de renouvellement (art. 14 de la Convention)	60 003,90
Réserve pour insuffisance d'exploitation de la voie ferrée	258 018,33
A reporter	4 092 161,24

Digitized by Google

Report.....	4 092 161,24
Réserve pour insuffisance sur vente d'énergie.....	19 556,04
Réserve pour amortissement du capital..........	45 111,08
Réserve pour remise en état de la voie et du matériel roulant..............................	55 000 »
Coupons restant à payer..........................	81 837,75
A reporter.....	4 293 666,11

Report.....	4 293 666,11
Dividende 1914 à distribuer.....................	150 000 »
Cautionnements de tiers.........................	13 484,20
Créditeurs à long terme.........................	3 618 130,40
Fournisseurs et créanciers divers................	257 133,88
Solde du compte profits et pertes................	73 461,92
	8 405 876,51

Revues, analyses et informations

A propos des récentes prohibitions à l'importation et à l'exportation.

Dans le « Bulletin de la Chambre de commerce française de Genève » du 20 mai, M. C. Augier publie sur ce sujet les remarques qui suivent :

Un décret du 22 mars a prohibé l'importation des marchandises étrangères en France.

La mesure était radicale. Il n'était pas cependant dans les intentions du gouvernement français d'interdire l'entrée de toutes les marchandises, et le décret prévoyait que les dérogations nécessaires seraient accordées soit à titre général, soit à titre particulier. Dès le 27 mars, au surplus, une décision suspendait l'effet du décret : les importations, sauf pour les marchandises ayant fait l'objet de prohibitions antérieures audit décret, étaient permises par mesure transitoire.

La Commission, chargée d'établir les dérogations, a dressé des listes qui ont fait l'objet d'arrêtés du ministre du Commerce, en date du 13 avril. Ces listes, au nombre de trois désignent les marchandises qui peuvent être importées sans autorisation préalable, celles qui ne peuvent l'être qu'à titre exceptionnel sous le couvert d'autorisations spéciales, enfin celles qui, pour être importées, devront faire l'objet d'un arrêté spécial. Les opérations d'admission temporaire et de transbordement, celles de transit régies par des accords spéciaux restent en dehors de la réglementation. Quant aux marchandises non requises aux listes susindiquées, elles feront l'objet de contingents.

En l'état donc, c'est-à-dire depuis la publication de ces arrêtés, les importations en France sont l'objet de restrictions très étendues. Les produits de consommation courante et les matières premières, voire même quelques objets fabriqués, peuvent être introduits sans formalités ; pour le reste, des autorisations seront nécessaires et des contingents seront déterminés. Exception est cependant faite pour le cacao, le café et les vins.

La mesure a donné lieu à des discussions qui ont eu leur écho à la Chambre des députés, le 3 avril. Évidemment, le commerce français et étranger a passé par des émotions pénibles, dont quelques-unes auraient pu être évitées si on avait publié en même temps le décret de prohibition et les listes des dérogations. Comme l'a dit M. Puech, quoi qu'il en soit, on devait s'attendre à ce que des restrictions intervinssent. L'Angleterre avait donné l'exemple et chacun reconnaissait qu'il était nécessaire d'appliquer plus largement la politique de resserrement et que l'on ne pouvait plus se contenter d'empêcher seulement l'entrée des produits de luxe comme il avait été précédemment convenu.

L'esprit public ne paraît pas s'être suffisamment plié aux exigences de la situation. Nous avons, il est vrai, rencontré trop de facilités, dès la première heure, pour nos approvisionnements. Nous nous sommes habitués dès lors à ne pas nous priver de produits que nous savions cependant venir maintenant uniquement de l'étranger.

Or, outre que notre découvert à l'extérieur augmentait sans cesse, le change subissait des fluctuations fâcheuses ; le fret s'élevait et une crise des transports se produisait. Cette crise s'accentuait sous l'effet de la guerre sous-marine.

« Nous avons voulu, a dit le ministre du Commerce, libérer le tonnage, donner du fret aux marchandises indispensables, en restreignant les choses utiles et en supprimant les superflues. Nous avons voulu restreindre par contre-coup les consommations inutiles. Nous avons voulu éviter une surcharge nouvelle dans le déficit de notre balance commerciale et l'accroissement des difficultés de notre change. Nous avons voulu améliorer notre production intérieure en utilisant tous nos moyens. Avec le contrôle des importations, nous dirigerons l'ensemble de nos productions. Nous nous efforcerons, dans toute la mesure de nos moyens, de développer les productions encore négligées.

» Je ne veux pas citer de produits déterminés, mais je puis dire qu'il en est plusieurs, ayant représenté à l'importation des centaines de milliers de quintaux l'an dernier, qui se trouvent en quantité suffisante dans le pays et ne sont pas suffisamment utilisés. »

Le programme est vaste, comme on le voit. Tout dépendra de son application. Il est évidemment fâcheux que, comme l'a indiqué le ministre, les importations qui, en 1913, s'élevaient à 8 421 332 000 fr, aient passé, en 1915, à 11 035 794 000 fr, et, en 1916, à 15 159 412 000 fr. Mais la plus grande partie des achats ont été pour la guerre.

Dans ces conditions, toute mesure qui tendra à réduire la consommation des denrées que le pays ne peut fournir lui-même ne peut qu'être favorablement accueillie. De même, on ne saurait admettre que la spéculation amenât la constitution de stocks, et ici le système des contingents peut avoir des résultats intéressants s'il est habilement pratiqué.

L'Italie a adopté des mesures identiques dès le lendemain de la publication du décret français. La formule va devenir, semble-t-il, générale dans tous les pays : n'admettre que les importations nécessaires, restreindre les exportations. C'est, à n'en pas douter, la négation du commerce. Mais la nécessité fait loi. Nous voilà, en somme, revenus au régime des prohibitions du siècle dernier. Des industries et des productions en retireront des avantages ; l'essentiel est qu'elles n'en abusent pas et que, dans la suite, elles sachent ne pas en faire la condition de leur existence.

Pour les Alliés, il y a la matière, semble-t-il, à des ententes qui pourront servir de prélude aux accords de grande envergure que l'on prévoit pour l'après-guerre. Il

Digitized by Google

appartient aux gouvernements d'étudier quels sont les produits qui peuvent être échangés entre les pays de l'Alliance, afin de dispenser les autorisations d'importation et d'exportation de manière à favoriser ces échanges. Et même il serait bon de chercher à répartir certaines fabrications, jadis du domaine exclusif de l'Allemagne, entre ces pays, de manière à ne point se faire une concurrence inutile.

L'entrée en scène de l'Amérique complique, il est vrai, quelque peu le problème. Pour les États-Unis, notamment, les faits ont été plus forts que les intentions. Les statistiques fédérales ont montré que, pendant les derniers mois, 76 pour 100 des exportations américaines ont pris le chemin des pays de l'Entente. Les restrictions que le gouvernement de Washington a décidées relativement aux ventes pour les neutres, ajoutées à la prohibition générale des exportations pour l'Allemagne et ses alliés, conduiront au résultat que la presque totalité du commerce extérieur de l'Union s'effectuera désormais avec l'Entente et ses colonies.

En terminant, je crois qu'il convient de noter les observations que le ministre du Commerce, M. Clémentel, a présentées au sujet de l'utilité du groupement des industriels ou des producteurs, dans chaque catégorie, pour obtenir une affectation rationnelle des matières et surtout des matières réclamées à l'étranger. L'organisation de l'industrie à cet égard est incontestablement à désirer. L'Allemagne avait retiré des profits remarquables de la solidarité industrielle. Tout ce qui tend à associer les efforts des fabricants et des producteurs est une garantie de succès.

Chambres de commerce.

Chambre de commerce de Nancy. — Sur la proposition de son président, M. Vilgrain, la Chambre de commerce a décidé de nommer un Comité composé des représentants de toutes les industries, dans le but de rechercher les moyens de préparer l'après-guerre pour la région nancéenne.

Chambre de commerce d'Orléans. — Dans sa séance du 4 mai, la Chambre a discuté, outre diverses questions d'intérêt local, plusieurs questions d'intérêt général : reconstitution des industries atteintes par la guerre, législation des chèques, les chèques et les comptes courants postaux, la crise du charbon.

Sur la « législation des chèques », la Chambre adopte sur la proposition de M. Méré, rapporteur, un vœu approuvant la réforme, soumise au Sénat, de l'article 6 de la loi du 19 février 1874 et demandant que « la pénalité pour les chèques en banques irréguliers soit renforcée à l'imitation des législations étrangères ».

La question « chèques et comptes courants postaux » avait déjà été examinée par la Chambre qui, l'an dernier, avait émis un vœu tendant au rejet de la proposition de loi de M. Amiard. Après avoir rappelé sommairement les motifs de ce vœu, le rapporteur de la question, M. Méré, demande à la Chambre de se rallier à la proposition nouvelle présentée au Sénat par M. Dupont, sénateur de l'Oise; la Chambre adopte cette conclusion du rapporteur et le vœu qui l'exprime.

Chambre de commerce de Clermont-Ferrand. — Dans l'une de ses dernières séances, la Chambre de commerce de Clermont-Ferrand a émis un vœu favorable à l'utilisation des forces hydrauliques avec les considérants suivants :

« Constatant les besoins croissants de la guerre, la crise des charbons et celle des transports; estimant que l'emploi de la houille blanche va transformer prochainement l'industrie mondiale; considérant l'inégale répartition de la force vapeur sur le territoire français; l'estimation de la force hydraulique à 10 millions de chevaux-vapeur; l'utilisation des forces des Alpes, des Pyrénées, du Massif Central, du Jura et des Vosges; considérant aussi que, grâce à l'emploi de cette formidable réserve de forces, plus de 200 000 mineurs pourront être rendus, progressivement, à l'industrie et à l'agriculture, émet le vœu que le Parlement reprenne sans délai, à titre d'amendement, le projet de loi de 1906, dans le sens des conclusions du rapport présenté par le Président de la Chambre de commerce de Lyon.

Chambre de commerce de Neuchatel (Suisse). — La Chambre de commerce de Neuchâtel a examiné, dans sa dernière séance, l'opportunité de remplacer le bétail comme article de compensation par des produits électro-chimiques et électro-métallurgiques : carbure, aluminium, ferro-silicium.

La consommation indigène de carbure était excessivement restreinte avant la guerre, et presque toute la production était consacrée à l'exportation; mais depuis les hostilités, les prix du carbure ont triplé et il devient de plus en plus rare, en raison d'abord du manque de matières premières et par suite de son emploi pour la soudure autogène, etc.

Cependant, une Société de Lausanne et les Usines électro-chimiques Reichenbach ont obtenu l'autorisation d'établir des usines de carbure pour essayer de parer à cette crise.

La Suisse exportait annuellement en Allemagne 40 000 à 50 000 t. de carbure, chiffre de la production allemande avant la guerre. Aujourd'hui, cette production est de 50 000 t, de sorte que la compensation devient insignifiante pour la Suisse.

Par contre, l'exportation de l'aluminium en Allemagne présente un intérêt considérable en raison de son emploi dans la fabrication du matériel de guerre. Avant les hostilités, les deux importantes fabriques d'aluminium suisses, Neuhausen et Chippis, recevaient de France les matières premières nécessaires à la production de ce métal. Le gouvernement français ayant interdit l'exportation de la bauxite, l'administration de Neuhausen s'entendit avec l'Allemagne pour les fournitures de cette matière, à condition que 80 pour 100 de l'aluminium produit retournât dans l'empire.

Le ferro-silicium est fabriqué en quantités à Bodio; il est à supposer que les matières premières nécessaires à sa fabrication sont fournies par l'Allemagne.

La Chambre de commerce neuchâteloise, estimant que l'aluminium et le ferro-silicium peuvent être d'un grand secours comme articles de compensation, auprès de l'Entente, pour l'obtention de produits indispensables à la vie économique du pays, réclame la liberté du commerce et demande si la Suisse est liée par contrat à l'Allemagne.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Les marques collectives de fabrique et de commerce [1]

Nous avons publié, dans le n° 1 du tome II de la R. G. E., 7 juillet 1917, p. 29, un article de M. Taillefer sur les modifications à apporter à la législation sur la protection des indications d'origine des produits. Un projet de loi avait été déposé à ce sujet par le gouvernement 6 juin 1916. Nous analysons ci-dessous le rapport présenté au Parlement par la Commission du commerce et de l'industrie chargée d'examiner ce projet. Cette analyse se divise en deux parties : la première comporte une étude préliminaire sur la législation actuelle et les marques collectives; la seconde, qui sera publiée dans un prochain numéro, comportera l'examen du projet proprement dit.

Principales dispositions du projet de loi du 6 juin 1916. — L'article premier conserve le principe facultatif des marques de fabrique, tel qu'il avait été établi par l'article premier de la loi de 1857 et repousse le système des marques de fabrique et d'origine obligatoires, employé dans plusieurs pays et préconisé par M. Lémery dans le projet de loi qu'il avait déposé le 10 février 1916. L'article premier de la proposition de loi de M. Lémery était ainsi conçu : « Les objets manufacturés, fabriqués ou travaillés qui seront produits, importés, mis en circulation, détenus dans un but commercial ou industriel, ou admis à l'entrepôt sur le territoire français, devront porter l'indication précise, exacte et sincère du nom du producteur, du lieu et du pays d'origine. »

Il était inspiré de la législation des États-Unis, il a l'avantage d'éviter toute tromperie mais présente de graves inconvénients.

Les alinéas 4 et 5 de l'article premier sont nouveaux et n'intéressent que très indirectement les électriciens; ils assimilent la dénomination de fantaisie de certains produits chimiques et pharmaceutiques à une marque, et devient ainsi objet de propriété exclusive.

Une autre innovation très importante concerne le mode d'acquisition de la propriété des marques. Dans la législation actuelle (art. 2 de la loi de 1857 modifié par la loi du 3 mai 1890) le droit de propriété naît du premier usage, mais sa production juridictionnelle est soumise à la procédure du dépôt. Le dépôt *n'attribue* donc pas la propriété, mais ne fait que la *déclarer* à l'égard des tiers. Ce régime présente de graves inconvénients; l'ignorance dans laquelle se trouvent les usagers de marques sur la priorité de l'usage qu'ils en font cause de graves abus et permet souvent de nombreux chantages. Il fallait donc remédier à cette situation. Deux solutions se présentaient ou bien décider que la priorité de l'usage ne constitue plus un titre de propriété si la marque a été déposée par un tiers, ce qui oblige tout usager de marque à en faire le dépôt s'il ne veut pas que la marque lui soit ravie, c'est la loi allemande ; ou bien conserver le principe que la propriété de la marque s'acquiert par le premier usage, mais limiter dans le temps le privilège du premier usage, en décidant qu'à l'expiration d'un certain laps de temps à courir après la date du dépôt, ce dépôt devient attributif d'une propriété exclusive : c'est le système de la loi anglaise.

C'est également ce dernier système qui est adopté dans le projet de loi. L'article 2 inscrit dans son alinéa 1 le principe de l'acquisition de la propriété par le premier usage, soumet (alinéa 2) l'exercice des actions protectrices de la propriété des marques à la formalité du dépôt et ajoute (alinéa 3) que : « lorsqu'une marque régulièrement déposée n'a donné lieu, pendant cinq ans au moins, à aucune action reconnue fondée, la propriété de cette marque ne peut plus être contestée, du fait de la priorité d'usage, au premier déposant, à moins qu'il ne soit établi qu'au moment du dépôt le déposant n'ignorait pas l'appropriation de la marque par un premier usager. » Enfin l'alinéa 4 repousse la preuve par témoin et exige la preuve par écrit en matière de propriété d'usage.

La loi du 23 juin 1857 n'avait organisé aucune procédure spéciale pour le transfert des marques; l'article 7 comble cette lacune en décidant qu'aucune transmission de propriété, aucune cession ou concession de droit d'exploitation ou de gage, relativement à une marque déposée, n'est valable à l'égard des tiers qu'après avoir été déclarée à l'Office national de la Propriété industrielle et transcrite sur des registres mis à la disposition du public.

De même, la loi de 1857 était muette sur la possibilité de la saisie des marques, l'article 8 du projet organise cette saisie.

L'article 7 de la loi de 1857 ne faisait aucune distinction entre le contrefacteur de bonne foi et de mauvaise foi. L'article 11 du nouveau texte réserve expressément le cas de la bonne foi, par contre, il érige en délit le fait de livrer au client un article similaire de l'article demandé lorsque cet article demandé porte couramment une certaine marque, ou encore le fait de faire usage de la marque d'autrui sans autorisation, même en la faisant précéder de mentions telles que : « façon, recette, imitation, genre, etc. ».

L'article 12 du projet complète le délit défini par le 2° de l'article 8 de la loi de 1857 consistant dans l'usage d'une marque portant des indications propres à tromper l'acheteur sur la nature du produit. L'article 12 du projet ajoute : « sur la qualité ou l'origine des produits » la loi devient donc par là une loi de protection des indications d'origine.

Enfin, le titre V de la loi de 1857 devient un titre VI, il est remplacé par un titre V absolument nouveau et relatif aux marques collectives.

[1] Rapport fait au nom de la Commission du commerce et de l'industrie chargée d'examiner : 1° le projet de loi sur les marques de fabrique et de commerce (titre V; marques collectives); 2° la proposition de loi de M. Albert Hauet concernant les marques collectives de fabrique et de commerce; la proposition de loi de M. Henry Lémery et plusieurs de ses collègues, ayant pour objet la protection des produits d'origine française : 1° sur le territoire national; 2° sur les marchés étrangers (titre II), par M. Paul Ribeyre, député.

Digitized by Google

Telles sont, en dehors des dispositions de détail — durée des effets du dépôt portée de quinze à vingt ans; création de taxes de dépôt; procédures du transfert — les grandes lignes du projet du gouvernement.

Détachement du titre V du projet (marques collectives) en vue d'obtenir un vote distinct. — Le titre V, sur la demande de la Commission du commerce et de l'industrie a été détachée du projet en vue d'un vote distinct. L'importance de ce titre V est en effet considérable. Il est certain, qu'après la guerre tous les pays actuellement en lutte feront de violents efforts d'expansion économique ; il est donc nécessaire de mettre dès maintenant entre les mains des industriels et des commerçants français un moyen de défense puissant contre la concurrence déloyale et l'absence de scrupules de leurs concurrents. Nous allons examiner en détail ce titre V.

PREMIÈRE PARTIE

I. — Généralités sur les marques collectives.

Définition des marques collectives. Critérium. — La marque collective est un signe conventionnel uniforme appliqué sur des produits d'entreprises juridiquement indépendantes les unes des autres.

De plus, pour qu'il y ait marque collective véritable, il faut qu'il y ait à la fois : uniformité du signe conventionnel et usage par des entreprises distinctes quant à la propriété dont elles sont l'objet.

Le critérium de la marque collective peut être le suivant : propriété d'une collectivité dont le droit de propriété ne s'étend pas aux produits marqués ou aux entreprises productrices des articles marqués.

Il résulte de là que les marques des Sociétés anonymes, des coopératives, des trusts, etc..., ne constituent pas des marques collectives dès que le lien qui unit les entreprises est un lien de copropriété de leur capital. Mais, si les cartels de producteurs se bornent à un contrôle de la production ou de la vente, les marques possédées par ces cartels doivent être considérées comme marques collectives.

Classification des marques collectives. — On peut classer les marques collectives de trois façons différentes, soit d'après la nature juridique des collectivités propriétaires, soit d'après la nature des activités économiques qui donnent lieu à l'apposition de la marque, soit d'après la nature des faits que la marque collective est destinée à symboliser.

Si nous considérons la première classification on peut diviser les marques collectives en deux catégories : les marques collectives privées qui appartiennent à des personnes morales de droit privé, associations créées en vue de l'application d'un emblème commun sur les produits d'entreprises indépendantes ; les marques collectives publiques qui sont créées par des entités juridiques de droit public à l'effet d'être apposées sur les produits d'entreprises indépendantes.

Si on considère la deuxième classification, on peut diviser les marques collectives en quatre catégories :

a) Marques collectives de fabrique, portant sur les marchandises, au sortir de la fabrication ou de la culture ;

b) Marques collectives de commerce apposées sur les marchandises en cours de translation ;

c) Marques collectives du travail, apposées non plus par l'entrepreneur, mais par les salariés ;

d) Marques collectives d'intérêt social, toujours apposées sur des marchandises fabriquées ou négociées, mais apposées à la diligence du public, des consommateurs, et non plus par l'initiative patronale ou ouvrière.

En ce qui concerne les faits qui peuvent servir à certifier les marques collectives on peut distinguer :

a) Marques collectives destinées à certifier la qualité ou la conformité à certains procédés techniques de production : marques de fabriques, de commerce, d'intérêt social ;

b) Marques collectives destinées à certifier l'origine des produits : marques de fabriques, de commerce, d'intérêt social, de travail même, en ce qui concerne la nationalité de la main-d'œuvre ;

c) Marques collectives destinées à certifier la conformité de la production à une réglementation légale ou conventionnelle de l'emploi de la main-d'œuvre : marques de travail, marques d'intérêt social ;

d) Marques collectives destinées à certifier la conformité de la production à un ensemble de principes d'hygiène, de morale sociale : marque d'intérêt social.

Enfin les marques collectives, publiques ou privées, peuvent être obligatoires ou facultatives.

CHAPITRE PREMIER

Rôle économique et juridique des marques collectives.

Nous allons montrer quels sont les avantages des marques collectives au point de vue économique et juridique.

1. — Garanties données par les marques collectives quant a la qualité des marchandises.

La marque et le nom commercial individuels ne sont pas par eux-mêmes une garantie vis-à-vis de la qualité de la marchandise, ils n'ont de valeur que pour les établissements déjà connus et pour ceux qui, abondamment pourvus de capitaux, peuvent faire une grande publicité et se livrer à une énorme débauche d'échantillons. Mais les moyennes et petites entreprises, qui constituent la plus grande partie de l'industrie française, n'ont pas le moyen de faire de tels frais, si elles veulent se créer de nouveaux débouchés en dehors de leur clientèle habituelle et exporter à l'étranger. Et il semble que la marque collective est le meilleur moyen pour développer le crédit à l'exportation, en même temps qu'elle est un précieux instrument de défense, sur le marché intérieur, contre la camelote étrangère ou non.

En effet, la marque collective est par elle-même attestatrice d'une certaine qualité, car les trafiquants de marchandises frelatées ne cherchent ordinairement pas à unir leurs procédés de vente et à leur donner une grande publicité. Généralement les associations pour marques collectives sont faites avec un désir de faire le mieux possible. De plus, les marques collectives ayant un caractère quasi officiel, les pouvoirs publics ne peuvent se désintéresser de leur emploi et veillent à l'observation du règlement de fabrication ou de négociation des objets qu'elles recouvrent. C'est ce règlement d'ailleurs qui fait la valeur de la marque collective, aussi les groupements propriétaires des marques collectives font à la fois la publicité de la marque et des produits marqués.

De plus, la publicité en commun sera, à frais égaux, beaucoup plus productive que la publicité divisée ; il en sera de même pour la lutte contre la fraude qui sera plus efficace et moins coûteuse.

Enfin, sur le marché intérieur, les marques collectives permettent l'élimination de la production médiocre.

Digitized by Google

II. — Garanties données par les marques collectives quant a l'origine des produits.

A. — *Intérêt qu'a le consommateur à connaître la véritable origine des produits.* — Cet intérêt est double. Il y a d'abord l'intérêt de patriotisme économique; mais la préférence accordée aux articles nationaux ne saurait, toutefois, s'exercer à la longue qu'à égalité de prix et de qualité, le guide des échanges étant malgré tout l'intérêt de l'acheteur. L'État peut, il est vrai, dans certains cas, aider les producteurs contre la concurrence étrangère par une politique douanière appropriée, mais ce système peut se retourner contre eux, les autres nations pouvant prendre des mesures analogues. En second lieu, acheteurs et producteurs ont intérêt à ce que l'origine de la marchandise soit connue avec certitude et à ce que l'origine réelle de la marchandise soit conforme à l'origine apparente marquée sur son enveloppe, car la provenance est synonyme de qualité chaque fois que l'article tire du sol ses particularités, ou que la marchandise bénéficie de qualités héréditaires de la main-d'œuvre locale (goût, sentiment artistique, fini, etc.) ou enfin que l'article provient d'une localité ou d'une région depuis longtemps spécialisée dans sa fabrication.

B. — *Insuffisance de la protection légale des indications d'origine.* — Il importe de montrer qu'actuellement la législation tant française qu'internationale n'assure pas une protection suffisante aux indications de provenance; nous allons examiner quelles sont les sanctions qu'elle prend pour réprimer les fausses indications de provenance, tant en France qu'à l'étranger.

I. — SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS

La législation française réprime la fausse indication de provenance à l'aide de deux sortes de sanctions.

a) Sanctions pénales. — Les lois des 28 juillet-4 août 1824 et 1er août 1905 frappent de sanctions pénales la fausse indication d'origine.

Loi des 28 juillet-4 août 1824. — Voici le texte de cette loi : « Quiconque aura soit apposé, soit fait apparaître... sur des objets fabriqués le nom d'un lieu autre que celui de la fabrication sera puni... » Cette loi ne s'applique donc qu'aux objets fabriqués; d'ailleurs cette loi de 1824 faisait suite à une loi du 22 germinal an XI intitulée « Loi relative aux manufactures, fabriques et ateliers ». La loi de 1824 ne s'appliquant pas aux produits naturels est donc complètement insuffisante. Un projet de loi deposé en 1911 par M. Klotz, ministre des Finances, et M. Pams, ministre de l'Agriculture, remédiait en partie à cette situation.

De plus, une loi du 1er juillet 1906 appliquait aux Français, en France, les conventions internationales pour la protection de la propriété industrielle signées à Paris le 20 mars 1883. l'article unique de cette loi est le suivant : « Les Français peuvent revendiquer l'application à leur profit en France, en Algérie, et dans les colonies françaises des dispositions de la Convention internationale pour la protection de la propriété industrielle signée à Paris le 20 mars 1883, ainsi que les arrangements, actes additionnels et protocoles de clôture qui ont modifié ladite convention, dans tous les cas où ces dispositions sont plus favorables que la loi française pour protéger les droits dérivant de la propriété industrielle. » Or l'article premier de la Convention de Paris porte : « Les contractants sont constitués à l'état d'union pour la protection de la propriété industrielle » et le protocole de clôture ajoute : « Les mots propriété industrielle doivent être pris dans leur acception la plus large; ils s'étendent à toute production du domaine des industries agricoles et des industries extractives. »

La Convention de Paris s'occupe bien, dans ses articles 9 et 19, des fausses indications d'origine et de nom commercial fictif et les punit, mais la sanction est une simple saisie et non une peine correctionnelle, comme c'est le cas pour la loi de 1824, elle est donc moins efficace.

Loi du 1er août 1905. — Cette loi, sur la répression des fraudes dans la vente des marchandises et des falsifications des denrées alimentaires et des produits agricoles, comble en partie les lacunes des lois précédentes, mais reste encore incomplète et inefficace. L'article premier dispose : « Quiconque aura tenté de tromper le contractant... soit sur leur espèce ou sur leur origine (des marchandises), lorsque, d'après la convention ou les usages, la désignation de l'espèce ou de l'origine, faussement attribuées aux marchandises, devra être considérée comme la cause principale de la vente... sera puni.. »

D'autre part, les éléments constitutifs du délit sont élargis : « Quiconque aura tenté de tromper le contractant sur l'origine ». L'indication d'un nom de lieu, l'apposition directe sur la marchandise ne sont pas formellement exigées, la loi semble surtout viser toute manœuvre destinée à tromper sur l'origine. Mais par contre, la loi présente vis-à-vis de l'accomplissement du délit deux conditions singulièrement restrictives qui la rendent presque inefficace. En effet, d'après elle, le délit de tromperie n'existe qu'à l'égard du contracteur et non à l'égard des concurrents, il n'y a répression que si l'acheteur a été trompé. Bien plus, le troisième alinéa spécifie que la tromperie à l'égard de l'acheteur ne pourra être invoquée que si elle a été la cause principale effective de la vente. Ces deux restrictions rendent l'application de la loi de 1906 fort délicate et quelque peu illusoire.

b) Sanctions a l'importation. — *Lois du 23 juin 1857 et du 11 janvier 1892.* — L'article 19 de la loi du 23 juin 1857 dispose : « Tous produits étrangers portant soit la marque, soit le nom d'un fabricant résidant en France, soit l'indication du nom ou du lieu d'une fabrique française, sont prohibés à l'entrée et exclus du transit et de l'entrepôt et peuvent être saisis, en quelque lieu que ce soit, soit à la diligence de l'Administration des douanes, soit à la requête du ministère public ou de la partie lésée. » Le défaut de ce texte était de supposer que la seule façon de tromper l'acheteur sur l'origine consistait à inscrire sur le produit le nom ou le lieu d'une fabrique française.

L'article 15 de la loi du 11 janvier 1892 élargit sensiblement le système de la prohibition à l'entrée : « Sont prohibés à l'entrée, exclus de l'entrepôt, du transit et de la circulation tous les produits étrangers, naturels ou fabriqués portant soit sur eux-mêmes, soit sur des emballages, caisses, ballots, enveloppes, bandes ou étiquettes, une marque de fabrique ou de commerce, un nom, un signe ou une indication quelconque de nature à faire croire qu'ils ont été fabriqués en France ou qu'ils sont d'origine française. Cette disposition s'applique également aux produits étrangers fabriqués ou naturels, obtenus dans une localité de même nom qu'une localité française, qui ne porteraient pas en même temps que le nom de cette localité le nom du pays d'origine et la mention « importé » en caractères manifestement apparents. »

Loi du 1er juillet 1906. — La loi du 1er juillet 1906, que nous avons rappelée plus haut, étend la procédure de la

Digitized by Google

saisie aux hypothèses de l'Arrangement de Madrid du 14 avril 1891 concernant la répression des fausses indications de provenance. L'article premier de cet Arrangement est le suivant : « Tout produit portant une fausse indication de provenance, dans laquelle un des États contractants, ou un lieu situé dans l'un d'entre eux, serait directement ou indirectement indiqué comme pays ou comme lieu d'origine, sera saisi à l'importation dans chacun desdits États. » Cet article permet donc la saisie de toute marchandise portant une fausse indication de provenance quelle qu'elle soit.

c) Appréciation. — L'exposé qui précède montre que la législation française qui réglemente l'emploi des indications de provenance n'est ni claire, ni uniforme, ni concordante dans toutes ses parties, ni suffisamment efficace.

On peut remarquer, en outre, que l'importation des produits étrangers n'étant soumise à aucune restriction tant que ces produits sont anonymes, rien n'empêche le commerçant d'apposer sur ces marchandises une marque de commerce française que le client ne saura distinguer d'une marque de fabrique. On a vu des articles importés entièrement de l'étranger par pièces détachées porter ensuite un nom et un lieu de fabrication française. On a vu également, aucune loi francaise n'ayant prévu le cas, des commerçants allemands introduire en France des produits allemands portant une marque anglaise ou autre ayant une certaine vogue. Enfin, l'emploi d'un signe susceptible de constituer une marque en France, mais qui n'aurait été l'objet d'aucune appropriation, ne semble pas devoir entraîner saisie à l'importation.

II. — A L'ÉTRANGER.

Si la concurrence déloyale, quelquefois entre concurrents français, mais surtout de la part de l'étranger, jouit sur le marché national d'une certaine impunité, cette impunité est encore plus grande sur les marchés étrangers.

a) Importance économique particulière de la protection des appellations d'origine française a l'étranger. — L'indication d'origine française est certainement la meilleure arme de conquête économique que nous possédions. Cela est dû à la probité traditionnelle de nos fabricants, au goût universellement reconnu de nos producteurs, à la bonne qualité de nos produits. Et, comme après la guerre, il sera indispensable de rétablir l'équilibre de nos créances et de nos dettes internationales, il faut, dès maintenant, assurer, à l'étranger, une protection efficace à notre propriété industrielle. Cette protection est assurée actuellement par deux conventions internationales : la Convention de Paris du 20 mars 1883 et l'Arrangement de Madrid du 14 mars 1881 ; nous allons examiner ces deux Conventions et montrer les lacunes qu'elles présentent.

b) La Convention de Paris. Ses lacunes. — La « Convention de Paris du 20 mars 1883 pour la protection de la propriété industrielle » a été signée à des époques différentes par les diverses nations, les signataires étaient avant la guerre : la Belgique, le Brésil, l'Espagne, la France (y compris l'Algérie, la Tunisie et les colonies), l'Italie, les Pays-Bas, le Portugal (avec les Açores et Madère), la Serbie, la Suisse, la Grande-Bretagne, la Norvège, la Suède, les États-Unis d'Amérique, les Indes néerlandaises, Curaçao, la République dominicaine, la Nouvelle-Zélande, le Danemark avec les îles Féroé, le Japon, l'Allemagne, le Mexique, Cuba, Ceylan, la Fédération australienne, l'Autriche et la Hongrie, etc...

L'article 14 de la Convention dispose que le document sera revu périodiquement « en vue d'apporter des améliorations de nature à perfectionner le système de l'Union ». Des revisions eurent lieu à Rome en 1886, à Madrid en 1891 ; mais elles n'y apportèrent aucune modification importante. Ce ne fut qu'en 1900 à Bruxelles et en 1911 à Washington que la Convention de Paris fut modifiée.

Ce sont les articles 9, 10 et 10 *bis* de la Convention de Paris qui organisaient la protection internationale.

Voici le texte de l'article 9 dont les deux derniers paragraphes ont été ajoutés en 1900 à Bruxelles : « Tout produit portant illicitement une marque de fabrique ou de commerce, ou un nom commercial, pourra être saisi à l'importation dans ceux des États de l'Union dans lesquels cette marque ou ce nom commercial ont droit à la protection légale.

» La saisie aura lieu à la requête, soit du ministère public, soit de la partie intéressée, conformément à la législation de chaque État.

» Dans les États dont la législation n'admet pas la saisie à l'importation, cette saisie pourra être remplacée par la prohibition d'importation.

» Les autorités ne seront pas tenues d'effectuer la saisie en cas de transit. »

Ce texte prêtait encore à équivoque ; les autorités douanières ne s'estimaient pas autorisées à exercer la saisie motu proprio et il en résultait que le jour où le parquet entrait en action, la marchandise était dédouanée et ainsi soustraite aux poursuites.

D'autre part, l'article 9 ne disait pas si la saisie était possible dans le pays où avait été accomplie l'apposition frauduleuse et dans le pays où le produit frauduleux avait été introduit.

La Conférence de Washington en 1911, après observations de la délégation française, modifia l'article 9, dont voici le texte actuellement en vigueur :

» Art. 9. — Tout produit portant illicitement une marque de fabrique ou de commerce, ou un nom commercial, sera saisi à l'importation dans ceux des pays de l'Union dans lesquels cette marque ou ce nom commercial ont droit à la protection légale.

» Si la législation d'un pays n'admet pas la saisie à l'importation, la saisie sera remplacée par la prohibition d'importation.

» La saisie sera également effectuée dans le pays où l'apposition illicite aura eu lieu, ou dans le pays où aura été importé le produit.

» La saisie aura lieu à la requête soit du ministère public, soit de toute autre autorité compétente, soit d'une partie intéressée, particulier ou société, conformément à la législation intérieure de chaque pays.

» Les autorités ne seront pas tenues d'effectuer la saisie en cas de transit.

» Si la législation d'un pays n'admet ni la saisie à l'importation, ni la prohibition d'importation, ni la saisie à l'intérieur, ces mesures seront remplacées par les actions et moyens que la loi de ce pays assurerait en pareil cas aux nationaux. »

Cet article est inspiré de l'Arrangement de Madrid dont nous parlerons plus loin. Il est suivi de l'article 10 qui s'y réfère et dispose :

» Art. 10. — Les dispositions de l'article précédent sont applicables à tout produit portant faussement, comme indication de provenance, le nom d'une localité déterminée,

Digitized by Google

lorsque cette indication sera jointe à un nom commercial fictif, ou emprunté dans une intention frauduleuse.

« Est réputée partie intéressée tout producteur, fabricant ou commerçant, engagé dans la production, la fabrication ou le commerce de ce produit, et établi soit dans une localité faussement indiquée comme lieu de provenance, soit dans la région où cette localité est située. »

La simple lecture montre l'insuffisance de cet article, et il faut que le commerçant déloyal accumule toutes les fausses indications possibles pour tromper sur l'origine de sa marchandise, pour que l'article 10 soit efficace.

Dans le désir de remédier à cette situation, la Conférence de Washington en 1911 avait inséré un article 10 *bis* qui dispose :

« Art. 10 *bis*. — Tous les pays contractants s'engagent à assurer aux ressortissants de l'union une protection effective contre la concurrence déloyale. »

Ceci est trop vague pour combler effectivement les lacunes de l'article 10.

On voit par tout ce qui précède que la protection donnée par la Convention de Paris aux produits français à l'étranger est loin d'être très réelle.

De plus, il est à remarquer que plusieurs pays où les transactions sont importantes : la Russie, la Chine, la Turquie, la Grèce, la Roumanie, le Canada, l'Amérique centrale, l'Amérique du Sud, sauf le Brésil, ne sont pas signataires de la Convention de Paris.

c) L'Arrangement de Madrid. Ses lacunes. — L'inefficacité de la Convention de Paris a poussé certains de ses signataires à conclure, à Madrid, le 14 avril 1891, un Arrangement revisé à Washington le 2 juin 1911, « concernant la répression des fausses indications de provenance sur les marchandises » ; malheureusement, le champ d'action de cet Arrangement est limité aux pays signataires dont le nombre est faible : France (avec l'Algérie et ses colonies), la Grande-Bretagne, le Portugal (avec les Açores et Madère), la Suisse, la Tunisie, le Brésil et Cuba.

Voici les principaux articles de cet Arrangement sous leur forme actuelle.

« Article premier. — Tout produit portant une fausse indication de provenance dans laquelle un des pays contractants, ou un lieu situé dans l'un d'eux, serait, directement ou indirectement, indiqué comme pays ou comme lieu d'origine, sera saisi à l'importation dans chacun desdits pays.

« La saisie sera aussi effectuée dans le pays où la fausse indication de provenance aura été apposée ou dans celui où aura été introduit le produit muni de cette fausse indication.

« Si la législation d'un pays n'admet pas la saisie à l'importation, cette saisie sera remplacée par la prohibition d'importation.

« Si la législation d'un pays n'admet pas la saisie à l'intérieur, cette saisie sera remplacée par les actions et moyens que la loi de ce pays assure en pareil cas aux nationaux.

« Art. 2. — La saisie aura lieu à la requête, soit du ministère public, soit de toute autorité compétente, par exemple l'Administration douanière, soit d'une partie intéressée, particulier ou société, conformément à la législation intérieure de chaque pays.

« Les autorités ne seront pas tenues d'effectuer la saisie en cas de transit.

« Art. 3. — Les présentes dispositions ne font pas obstacle à ce que le vendeur indique son nom ou son adresse sur les produits provenant d'un pays différent de celui de la vente ; mais, dans ce cas, l'adresse ou le nom doit être accompagné de l'indication précise, et en caractères apparents, du pays ou du lieu de fabrication ou de production.

« Art. 4. — Les tribunaux de chaque pays auront à décider quelles sont les opérations qui, à raison de leur caractère générique, échappent aux dispositions du présent Arrangement, les appellations régionales de provenance des produits vinicoles n'étant cependant pas comprises dans la réserve spécifiée par cet article. »

Ce texte montre que des améliorations considérables sont apportées à la Convention d'union générale ; la fausse indication de provenance est considérée comme fraude principale et indépendante, et est étendue à toute indication pouvant induire en erreur sur l'origine du produit.

Les sanctions sont les mêmes que celles prévues par la Convention de Paris, mais la saisie peut se faire soit à l'intérieur du pays exportateur, soit à l'intérieur du pays importateur.

Un point sur lequel l'accord n'est pas encore fait est celui des appellations génériques prévu à l'article 4, la question présentant de graves difficultés. Les indications : cuir de Russie, blanc d'Espagne, eau de Cologne par exemple, qui sont plus ou moins transformées en termes génériques, tomberaient-ils dans la définition des produits « tirant du sol et du climat ou de procédés locaux de fabrication leurs qualités essentielles ? » La seule solution admissible pour lever les difficultés paraît être de dresser une liste des appellations d'origine que les pays adhérents à l'Union reconnaîtraient échapper au pouvoir d'appréciation des tribunaux.

C. — ***Mesures qui peuvent être envisagées en vue d'améliorer la protection légale des indications d'origine.*** — Continuant son rapport, M. Paul Ribeyre étudie les moyens pour assurer une protection efficace aux produits français sur le territoire national et à l'étranger.

I. — SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS

Maintien et renforcement du système répressif des fausses indications d'origine. — Le grand défaut de la législation française sur les indications de provenance est son morcellement, son éparpillement, parfois ses contradictions et la diversité des sanctions qu'elle apporte. Il y a donc intérêt à grouper et à préciser les dispositions actuelles qui sont d'une interprétation juridique parfois fort délicate.

Les sanctions sont de deux sortes, les sanctions correctionnelles (prison, amende, affichage, saisie), applicables aux ressortissants nationaux et les sanctions ne frappant que les produits frauduleux au moment de leur entrée dans le territoire, l'exportateur étranger échappant à la loi pénale française ; mais les faits entraînant l'une ou l'autre de ces sanctions doivent faire l'objet d'une énumération et d'une définition identiques.

En dehors de l'apposition de marques de fabrique ou de commerce et de noms commerciaux usurpés ou imités, les faits répressibles paraissent à la Commission être les suivants :

Apposition, sur tout produit quelconque ou sur son enveloppe, d'un nom de lieu, de région ou de pays indiqué directement ou indirectement comme étant le lieu d'origine du produit, alors que son origine réelle est différente.

Apposition sur tout produit quelconque ou sur son enve-

Digitized by Google

loppe, de mots en une langue étrangère autre que la langue du lieu d'origine, d'emblèmes nationaux, régionaux ou communaux autres que ceux des lieux d'origine, de noms propres, noms de personnes ou termes géographiques, de nature à faire croire à une origine autre que la véritable.

Apposition des mêmes noms ou indications sur tous les prospectus, circulaires, pancartes, affiches, annonces, factures, feuilles de correspondance, dont est accompagnée la circulation du produit.

Enfin, l'apposition des marques de commerce sur des produits anonymes ne paraissant pas pouvoir être radicalement interdite sans de très graves inconvénients, il conviendrait d'exiger des marques de commerce un minimum d'indication les distinguant nettement des marques de fabrique et de subordonner leur apposition sur des produits d'origine étrangère à l'adjonction de la mention « importé ».

Les sanctions naturellement resteraient les mêmes. D'autres dispositions énuméreraient les autorités administratives et les parties intéressées à la répression sur l'initiative desquelles les sanctions pourraient être mises en œuvre.

Système de l'apposition obligatoire sur tous les produits, du nom du producteur, du lieu et du pays d'origine. Objections possibles. — Pour M. Léméry et un certain nombre de ses collègues, il est non seulement nécessaire de punir la fausse indication d'origine mais encore d'imposer que chaque produit porte l'indication de son origine; ce serait, d'après eux, la meilleure protection, à l'intérieur, pour les produits français, car pour les consommateurs français, produit anonyme ou produit français, c'est la même chose. C'est cette pensée qui a conduit à la rédaction des articles 1 et 2 du titre Ier de la proposition de loi :

« Article premier. — Les objets manufacturés, fabriqués ou travaillés, qui seront produits, importés, mis en circulation, détenus dans un but commercial ou industriel, ou admis à l'entrepôt sur le territoire français, devront porter l'indication précise, exacte et sincère du nom du producteur, du lieu et du pays d'origine.

» Art. 2. — Tout autre objet produit, importé, mis en circulation, détenu dans un but commercial ou industriel ou admis à l'entrepôt sur le territoire français, qui portera sur lui-même, sur son enveloppe ou sur son emballage, soit une marque de fabrique ou de commerce, soit un nom de lieu, de producteur ou de commerçant, ou sera débité dans des paquets, boîtes, vases ou autres contenants, étiquetés et scellés à l'avance, devra porter l'indication exacte et sincère du pays d'origine. »

Tout séduisant que puisse paraître ce système, il présente de graves inconvénients.

En premier lieu, si un produit est fabriqué en France par de la main-d'œuvre française et composé de pièces dont une partie vient de l'étranger soit terminées, soit demi-ouvrées, devra-t-il porter une marque française? Chaque pièce venant de l'étranger devra-t-elle porter l'indication du pays d'origine? Si un produit est fabriqué en France avec du matériel français et par une main-d'œuvre étrangère, devra-t-il porter une marque française? Si un produit est fabriqué en France avec du matériel français par de la main-d'œuvre française, mais le capital de l'entreprise étant étranger, devra-t-il être considéré comme français?

On voit ainsi à quelles difficultés inextricables on aboutit quand on veut rechercher la nationalité réelle d'un produit. On ne pourrait les surmonter que par une réglementation minutieuse et absolument insupportable.

D'autre part, la proposition n'atteint que certains produits, les objets manufacturés fabriqués ou travaillés et les autres objets lorsqu'ils sont enveloppés, les autres qui peuvent cependant faire l'objet de fausses indications de provenance sur les avis, annonces, etc., qui accompagnent leur vente ne sont pas protégés.

Enfin, il ne semble pas à la Commission qu'il soit avantageux de forcer certains concurrents étrangers à signer les articles qu'ils importent.

Système des marques collectives. — Ce dernier système évite la plupart des difficultés présentées par les deux autres tout en faisant preuve d'une réelle efficacité. Il n'exclurait en rien la revision de la législation répressive des fausses indications de provenance ; au contraire, la répression combattrait les fausses origines et les marques collectives publieraient les origines effectives. Mais les marques collectives n'auraient aucune raison d'être comme indices d'une certaine origine si le système de l'indication d'origine obligatoire était appliqué.

Le système des marques collectives serait très efficace. En effet, l'emploi des marques collectives est toujours accompagné de la publication d'un règlement d'emploi adopté par la collectivité propriétaire, et l'acheteur et le consommateur n'auront qu'à se référer à ce règlement pour connaître l'origine exacte de la marchandise. Et ce règlement élaboré par les industriels intéressés sera forcément plus judicieux que s'il avait été fixé par l'autorité législative ou administrative. En outre, les industriels et commerçants ayant intérêt à ce que la marque collective ne recouvre que des produits d'une bonne qualité, le consommateur trouvera une garantie dans la marque collective et les produits médiocres ou d'origine bâtarde se trouveront éliminés du marché.

D'un autre côté, les marques collectives apporteraient une solution à la délimitation géographique des appellations d'origine. On se souvient, en particulier, des difficultés rencontrées par la législation quand elle a délimité les régions vinicoles; le rapport étudie cette question, expose toutes les difficultés qu'elle présente et montre comment les grandes marques collectives donneront aux vins, avec beaucoup de souplesse, une garantie d'origine de premier ordre, suppléeraient à tout ce que la délimitation administrative a de rigide et à tout ce que la délimitation judiciaire a de rigide et de fragmentaire.

Les marques collectives rendraient également de précieux services dans la détermination des appellations d'origine qui ne doivent légitimement pas être assimilées aux appellations génériques et même, bien soutenues par une publicité efficace, elles pourraient rendre à certaines appellations topographiques en train de dégénérer en appellation générique leur rôle primitif qui est d'indiquer l'origine véritable du produit. On peut renvoyer sur cette question à l'intéressante publication de M. Lucien Coquet sur les indications d'origine et la concurrence déloyale.

En résumé, un puissant réseau de libres marques collectives doit arriver à englober la généralité de la production française et fournir à chaque branche de l'activité économique un solide certificat de qualité et d'origine.

On peut, d'ailleurs, envisager une hiérarchie des marques collectives allant des moins générales aux plus générales : marques locales professionnelles, marques locales interprofessionnelles, marques régionales, professionnelles ou interprofessionnelles, marques nationales, professionnelles ou interprofessionnelles.

L'action des groupements professionnels ne se bornera pas à certifier l'origine française des produits et à démasquer les présentations fallacieuses des produits français, mais elle permettra aux propriétaires de marques collectives d'être beaucoup mieux outillés que les particuliers

Digitized by Google

pour reconnaître les fraudes, en organiser judiciairement la répression et créer une sorte de police privée chargée de rechercher les indications frauduleuses d'origine.

II. — A L'ÉTRANGER

La question alors est beaucoup plus délicate et, pour organiser la protection juridique directe des indications d'origine française sur les marchés étrangers, on ne peut guère compter que sur les conventions diplomatiques. La loi française pourrait exiger que tous les producteurs français apposent sur leurs produits une marque indiquant le lieu d'origine de leur marchandise et le nom de France, mais il faudrait alors que les indications exigées par la loi française ne puissent pas faire l'objet d'imitations impunies à l'étranger. Or, il est difficile de réprimer la fraude et l'imitation de marques françaises à l'étranger. Beaucoup de pays importants n'adhèrent pas à la Convention de Paris et même chez les signataires de cette convention, il faudrait, pour qu'il y ait répression, que le fraudeur imitât frauduleusement ou contrefît une marque française.

La Convention ne réprimant que les fausses indications de lieux accompagnées d'un nom commercial fictif, le fraudeur n'aurait qu'à faire figurer sur le produit son propre nom ou celui d'un prête-nom à consonance plus française, accompagné d'un nom de localité française et même du nom de la France. Le producteur français pourra bien invoquer pour sa protection l'article 2 de la Convention de Paris cité plus haut, mais il n'existe malheureusement pas dans le monde de législation complète contre les fausses indications de provenance.

Enfin, même chez les signataires de l'Arrangement de Madrid, la répression n'agit que s'il y a emploi illicite d'un nom de lieu ou de pays. Le fraudeur n'aura qu'à couvrir le produit étranger d'une marque de commerce française et l'opération sera licite si elle est faite pour le compte d'une maison à façade française située en France ; il pourra en outre employer des appellations plus ou moins génériques françaises, en langue française, et des emblèmes et noms patronymiques conventionnels français.

On voit donc que la protection des marques françaises à l'étranger ne peut s'appuyer que sur des accords internationaux, ce qui est très aléatoire, la guerre ayant développé chez presque tous les peuples l'esprit de nationalisme économique et de protectionisme intense.

Modes d'action des marques collectives sur les marchés étrangers. — Il résulte de ce que nous venons de voir que la protection efficace des appellations d'origine française à l'étranger ne pourra être obtenue qu'au moyen des marques collectives.

Ici encore, les associations de producteurs français, groupés en vue de faire respecter leurs droits privilégiés aux indications d'origine française, sont beaucoup mieux placées que les particuliers pour obtenir à l'étranger le respect de ces indications françaises ; elles possèdent la force financière nécessaire pour entreprendre et poursuivre les procès, pour entretenir sur place des agents d'information et des services d'études juridiques, et peuvent, ce que ne peuvent pas les particuliers, faire rendre aux législations étrangères et aux accords internationaux leur maximum d'efficacité pratique. Mais, pour qu'elles puissent agir dans un pays, il faudra que la législation de ce pays leur reconnaisse une existence juridique et légale.

Dans les pays adhérents à la Convention de Paris, les collectivités françaises de propriétaires de marques peuvent invoquer le paragraphe 2 de l'article 10 de cette Convention qui dispose : « Est réputée partie intéressée, tout producteur, fabricant, ou commerçant, engagé dans la production, la fabrication ou le commerce de ce produit, et établi soit dans la localité faussement indiquée comme lieu de provenance, soit dans la région où cette localité est située. »

Ce texte ne reconnaît pas un intérêt suffisant pour agir, aux associations françaises interprofessionnelles, elles devront donc s'entendre avec les syndicats qui les constituent pour que ceux-ci interviennent sur les instructions des autorités centrales du groupement intersyndical.

Dans les pays signataires de l'Arrangement de Madrid les collectivités propriétaires pourront invoquer l'article 2 de l'Arrangement : « La saisie aura lieu à la requête, soit d'une partie intéressée, particulier ou société, conformément à la législation intérieure de chaque pays. » Les associations interprofessionnelles propriétaires de marques collectives pourront donc intervenir à la condition qu'elles soient reconnues comme suffisamment intéressées, implicitement ou explicitement, par la loi du pays où la poursuite aura lieu.

La marque collective n'est pas seulement un solide certificat d'origine française, c'est un puissant moyen de publicité en faveur de la production française dans le monde. Les associations propriétaires de marques collectives pourraient également s'unir en vue de la vente commune des produits des divers producteurs qui en feraient partie et organiser ainsi une excellente représentation de l'industrie et du commerce français à l'étranger.

Enfin, on peut espérer que, dans un avenir prochain, les marques collectives bénéficieront des facilités accordées dans le premier arrangement en ce qui concerne l'enregistrement international des marques, ce qui réduirait à 11 au lieu de 33 le nombre des dépôts ou enregistrements à effectuer par les collectivités propriétaires de marques, 11 pays seulement de l'Union générale n'ayant pas adhéré à cet Arrangement.

CHAPITRE II

Le mouvement en faveur des marques collectives en France.

M. Paul Ribeyre fait alors un historique très intéressant des marques collectives, cet exposé étant déjà fort long, nous ne donnerons qu'un court résumé de cet historique.

Sous l'ancien régime, il y avait bien des marques appartenant à des collectivités, c'est-à-dire aux corporations, mais elles présentaient un caractère administratif obligatoire et, par conséquent, ne peuvent être en rien comparées avec les marques collectives.

Ce n'est qu'après la Révolution que les couteliers de Thiers obtinrent, le 23 nivôse an IX, sur un rapport de Chaptal l'autorisation d'apposer sur leurs articles un signe spécial. Les bonnetiers d'Orléans obtinrent la même autorisation par arrêté du 7 germinal an XI. Un décret du 25 juillet 1810 reconnaissait également aux fabricants de draps de la ville de Louviers le droit d'apposer sur leurs produits un signe local traditionnel et punissait les fraudeurs; de même, un décret du 22 décembre 1812 octroyait les mêmes privilèges aux fabricants de savons à l'huile d'olive de la ville de Marseille.

Ce n'est véritablement qu'après les lois de 1884 reconnaissant la légalité des syndicats professionnels et du 1er juillet 1901 que le mouvement en faveur des marques collectives a pris une extension sérieuse.

Digitized by Google

C'est alors que l'Association française pour la protection de la propriété industrielle, l'Association internationale pour la protection de la propriété industrielle, le Comité républicain du commerce, de l'industrie et de l'agriculture, les syndicats professionnels et les Chambres de commerce, étudièrent à plusieurs reprises la question des marques collectives dans de nombreux Congrès.

Ce mouvement en faveur des marques collectives ne fut pas seulement un mouvement d'opinion, mais aussi un mouvement de réalisation. Les marques collectives existant actuellement en France sont principalement des marques syndicales [1].

1° *Les marques syndicales.* — Le Syndicat des grands crus du Médoc a déposé, le 11 mars 1913, la marque collective de garantie « Médoc ». C'est l'Union des fabricants qui a été la première à entrer dans la voie des marques collectives privées en appliquant un timbre sur certains produits généralement d'un prix élevé tels que les produits pharmaceutiques et les articles de parfumerie.

La Chambre syndicale des fabricants de jouets et de jeux créa en 1897 une marque destinée à la protection du jouet français contre le jouet allemand, mais, faute de publicité, le résultat fut loin de ce qu'on attendait.

L'expression de marque syndicale a été employée pour la première fois pour la marque déposée le 8 mars 1912 par la Chambre syndicale du commerce et de la fabrication de la quincaillerie. Cette marque avait été créée, grâce à l'initiative de M. Rebattet, président de la Chambre syndicale de la quincaillerie, pour pouvoir lutter contre la concurrence déloyale des fabricants allemands. Sachant que les produits français étaient très recherchés pour leur solidité et leur goût, les commerçants de Hambourg n'hésitèrent pas à poser sur leurs produits des marques en français destinées à tromper la clientèle, ils cherchèrent même à discréditer nos produits en faisant passer pour français des produits allemands de qualité très inférieure et de goût plus que douteux,

Il importait donc de les démasquer et de faire connaitre les produits français authentiques. La marque utilisée est constituée par une double ellipse portant au centre le mot « France » et dans l'intervalle, entre les deux ellipses, en haut « Chambre syndicale », en bas « Quincaillerie », au-dessous et à droite se trouve le numéro spécial à l'industriel autorisé à se servir de la marque syndicale.

Pour pouvoir se servir de la marque, il ne suffit pas d'adhérer à l'organisation syndicale, il faut remplir des conditions déterminées et accepter un règlement spécial ; pour vulgariser la marque syndicale, chaque fabricant est invité à ajouter à toutes ses expéditions une notice-vignette rédigée en cinq langues donnant l'explication de l'emblème syndical.

En 1914, la Chambre syndicale des fournitures générales pour chaussures a adopté une marque identique ; récemment, il en a été de même pour le Syndicat des industries électriques, et de nombreux syndicats ont mis la question à l'étude.

2° *La marque intersyndicale.* — Depuis quelques années a pris corps en France l'idée d'une grande marque collective possédée par une Union des principaux groupements professionnels et destinée à certifier principalement l'origine française des produits.

Une Union intersyndicale des marques collectives a été fondée à Paris, 8, place de la Bourse, sous l'active, patiente et intelligente impulsion de son président M. Legouez, membre de la Chambre de commerce de Paris et de M. David-Mennet, président de la Chambre de commerce de Paris. La marque collective est lancée sous la dénomination conventionnelle fort heureuse : « U. N. I. S. » (Union nationale intersyndicale) ; elle possède deux qualités essentielles pour pouvoir soutenir la lutte : 1° elle est simple et facilement reconnaissable par l'acheteur le moins renseigné et le plus inattentif ; 2° elle donne toute garantie, car elle est apposée, surveillée, contrôlée par des hommes d'une compétence sûre.

L'Union nationale intersyndicale groupe les efforts et les ressources pour pouvoir faire une très large publicité et créer en France et à l'étranger un service de contentieux largement doté pour poursuivre efficacement les contrefacteurs, exercer un contrôle général, tout en laissant à chaque syndicat toute liberté dans ses rapports avec ses adhérents.

Après divers essais, le choix s'est porté sur les deux mots « Unis-France » et les différentes marques de l'Union nationale intersyndicale sont celles représentées sur la figure ci-jointe.

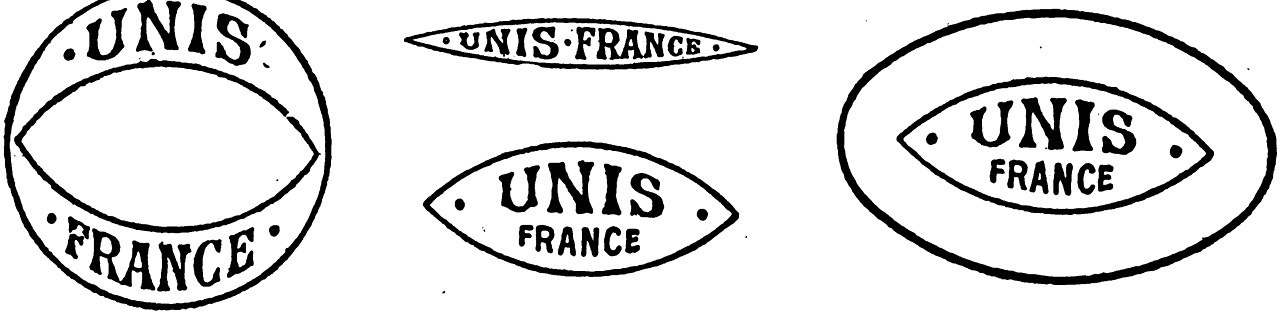


Fig. 1.

Pour répondre aux besoins d'industries très diverses, il a fallu autoriser des modes d'emploi différents les uns des autres. En outre, on a prévu que la marque intersyndicale pourrait être associée, soit à une marque syndicale, soit à une marque personnelle ou au nom de l'usager ; bien plus, on a prévu qu'elle pourrait être associée à la marque ou au nom d'un commerçant non usager, mais dans ce cas,

[1] Voir l'étude de M. Lucien Coquet sur les indications d'origine.

Digitized by Google

c'est le fournisseur affilié au syndicat adhérent et admis lui-même à l'usage de la marque qui l'appliquera sous sa responsabilité.

Pour pouvoir faire usage de la marque, il faut être Français ou naturalisé français depuis quinze ans au moins et industriel, c'est-à-dire fabriquer soit-même, ou faire fabriquer en France, sous sa responsabilité. Les Sociétés ne peuvent être admises à l'usage de marques intersyndicales que si on peut les considérer comme réellement françaises.

Tout usager de la marque devra, en outre, s'engager à se soumettre à toutes les clauses du règlement dont le principe est le suivant : tout fabricant français est tenu d'employer les produits nationaux sous réserve qu'il les trouve dans des « conditions marchandes » (1).

L'Union nationale intersyndicale a publié déjà de longues listes des articles revêtus de la marque « Unis-France » et se livre à une propagande de publicité des plus actives en France et surtout à l'étranger.

CHAPITRE III

Le mouvement des marques collectives à l'étranger.

Le mouvement en faveur des marques collectives ne s'est pas limité à notre pays, il est devenu mondiale depuis que la Conférence de Washington a fait une obligation aux signataires de la Convention de Paris de mettre leur législation intérieure en harmonie avec les nécessités de la pratique des marques collectives.

L'Allemagne, qui n'avait pas adhéré à l'Arrangement de Madrid en raison de la rédaction de l'article 4, car elle contestait le caractère d'appellation d'origine d'un certain nombre de nos vins, s'est montrée favorable à la protection internationale des marques collectives. Une loi d'empire du 31 mars 1913 pour l'application de la Convention de Paris revisée à Washington le 2 juin 1911 a les principales caractéristiques suivantes :

Libéralisme quant au nombre des groupements autorisés à posséder des marques ;

Autorisation de la création de marques collectives par des personnes juridiques de droit public ;

Dépôt du règlement d'emploi de la marque ;

Incessibilité des marques collectives ;

Liaison de la réparation du dommage individuel causé par l'emploi illicite de la marque collective et de la réparation du dommage collectif.

Au Danemark, la loi du 29 avril 1913, organisait également le statut des marques collectives. Les dispositions prises sont à peu près celles de la loi allemande, sauf que la loi danoise ne dispose pas que la réparation du préjudice individuel causé à un usager par un emploi illicite de la marque se confonde avec la réparation du préjudice social demandée par la collectivité.

La Grande-Bretagne a organisé (Trade Marks Act de 1905, sect. 62) l'enregistrement des marques collectives dans les termes suivants :

« Section 62. — Quand une association ou une personne se livrera à l'examen de marchandises quelconques, au point de vue de leur origine, de la matière dont elles se composent, de leur mode de fabrication, de leur qualité, de leur précision, ou de toute autre de leurs propriétés caractéristiques, et qu'elle certifiera le résultat de cet examen au moyen d'une marque apposée sur ces marchandises ou employée par rapport à elles, le Board of Trade pourra, s'il juge que c'est dans l'intérêt public, admettre cette association ou cette personne à faire enregistrer ladite marque comme marque de fabrique pour les marchandises dont il s'agit, et cela indépendamment de la question de savoir si l'association ou la personne en cause exercent un commerce ou possèdent un achalandage se rapportant au susdit examen ou à la certification y relative. Une telle marque de fabrique, une fois enregistrée, sera considérée à tous égards comme une marque de fabrique enregistrée, et l'association ou la personne dont il s'agit sera considérée comme le propriétaire de cette marque à la seule réserve que cette dernière ne pourra être transmise ou cédée qu'avec l'autorisation du Board of Trade. »

Il est à remarquer qu'il ne faut pas confondre avec des marques collectives les privilèges d'enregistrement des marques individuelles concédées par la loi anglaise à certains groupements de producteurs.

La Fédération australienne (loi sur les marques de fabrique, n° 20 du 21 décembre 1905), la Belgique (loi sur les unions professionnelles du 31 mars 1898), le Brésil (règlement du 10 janvier 1905), l'Espagne (loi du 16 mai 1902 sur la propriété industrielle), la Suisse (loi fédérale du 26 septembre 1890) se sont également préoccupés des marques collectives.

CHAPITRE IV

Nécessité de l'intervention législative.

L'organisation des marques collectives soulève naturellement un certain nombre de questions dont les principales sont les suivantes :

A quelles collectivités concéder le droit de créer et d'employer des marques collectives? Ce droit doit-il être réservé aux groupements de droit privé, ou doit-il être étendu aux personnes morales de droit public? Peut-on admettre que les autorités administratives créent des marques collectives obligatoires?

A quels types de groupement de droit privé reconnaitre le pouvoir légal de créer des marques collectives? Les marques collectives doivent-elles être accessibles à toutes les associations quelconques déclarées ou non déclarées? Faut-il admettre aux mêmes droits les unions de ces associations?

La possession de marques collectives par des syndicats professionnels est-elle contraire au statut actuel des syndicats? Faut-il reconnaitre aux unions de syndicats les mêmes droits qu'aux syndicats?

Comment définir les buts que les associations devront poursuivre pour être autorisées à posséder des marques collectives?

Doit-on étendre l'usage légal des marques collectives non seulement aux marques de fabrique mais aux marques de commerce et de travail?

Ne doit-on pas soumettre l'usage des marques collectives à certaines restrictions et prendre les dispositions nécessaires pour éviter que les marques collectives à allure française soient accaparées par des étrangers?

Ne faut-il pas prévoir dans la loi l'exercice des droits de la partie civile, tant par le groupement propriétaire que par les usagers de la marque collective? Faut-il organiser en justice une combinaison de l'intérêt collectif et des intérêts individuels lésés? La représentation des intérêts individuels lésés doit-elle être confiée exclusivement à la collectivité?

(1) Voir : LECOUEZ, *Œuvre économique*, 25 janvier 1917.

Digitized by Google

Telles sont les questions qui se posent et démontrent la nécessité d'une intervention législative.

D'un autre côté, le droit commun actuel n'apporte pas aux marques collectives le statut complet auquel elles ont droit, il y demeure trop d'incertitudes et de lacunes regrettables. Les lois actuelles permettent bien d'organiser l'emploi des marques collectives, mais n'accordent pas tous les pouvoirs susceptibles de faciliter cette organisation.

Aux termes de la loi de 1884, les unions de syndicats n'ont pas de personnalité civile. Il serait indispensable, vu le rôle très important qu'elles auront à jouer, de leur reconnaître formellement leur capacité. De plus, il serait nécessaire de déterminer dans quelle mesure les unions de syndicats et les syndicats peuvent représenter en justice les intérêts de leurs membres.

D'autre part, le droit commun est muet sur les garanties à exiger, dans l'intérêt public, des marques collectives.

Il faut donc qu'une loi résolve, une fois pour toutes, toutes ces questions et organise en France la protection des marques collectives pour tenir l'engagement pris par la France, à Washington en 1911.

(A suivre).

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret rattachant au ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre les services de l'importation des combustibles minéraux et du ravitaillement général en combustibles de toute nature.

Le « Journal officiel » du 5 juillet 1917 publie, p. 518, le décret suivant pris par le Président de la République, le 3 juillet 1917.

ARTICLE PREMIER. — Sont rattachés au ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre les services de l'importation des combustibles minéraux et du ravitaillement général en combustibles de toute nature, dépendant actuellement du ministère du Ravitaillement général et des Transports maritimes.

ART. 2. — Le sous-secrétaire d'Etat des Fabrications de guerre est chargé de diriger, au nom et par délégation permanente du ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre, en plus des services qui lui sont attribués par le décret du 3 janvier 1917, les services désignés à l'article premier ci-dessus.

En vertu de cette délégation, il a qualité pour passer tous les marchés concernant ces services, il en suit l'exécution et signe les ordonnances et ordres de paiement qui y sont relatifs.

ART. 3. — Le sous-secrétaire d'Etat des Fabrications de guerre est chargé, au nom et par délégation permanente du ministre des Travaux publics, de tous les services qui composent actuellement la direction des mines au ministère des Travaux publics et des Transports.

En vertu de cette délégation, il a l'administration de tous les crédits inscrits au budget du ministère des Travaux publics pour pourvoir à toutes les dépenses du service des mines.

Il a qualité pour passer les marchés concernant ce service, en suivre l'exécution et signer les ordonnances et ordre de paiement qui y sont relatifs.

ART. 4. — Tout le personnel affecté aux divers services de la direction des mines est placé sous l'autorité directe du sous-secrétaire d'Etat des Fabrications de guerre.

Les nominations, les avancements, les distinctions honorifiques de ce personnel sont accordés par le ministre des Travaux publics, après avis du sous-secrétaire d'Etat des Fabrications de guerre.

ART. 5. — Sont abrogées toutes les dispositions contraires au présent décret, notamment celles du décret susvisé du 19 juin 1917.

ART. 6. — Le président du Conseil, ministre des Affaires étrangères, les ministres des Finances, des Travaux publics et des Transports, de l'Armement et des Fabrications de guerre, du Ravitaillement général et des Transports maritimes sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Loi concernant la participation de l'Etat à l'établissement d'usines hydrauliques.

Le « Journal officiel » du 30 juin 1917 promulgue une loi concernant :

1° L'ouverture et l'annulation de crédits sur l'exercice 1916;

2° L'ouverture d'un compte spécial pour les frais de reconstitution des voies ferrées d'intérêt général dans les régions détruites par l'ennemi;

3° La participation de l'Etat à l'établissement d'usines hydrauliques;

4° Les suspensions de paiement ou remises d'impôts en faveur des propriétaires d'immeubles loués.

Nous ne publierons pas le texte entier de la loi, mais seulement l'article 4 qui intéresse seul les électriciens :

ART. 4. — Le paragraphe premier de l'article 13 de la loi du 28 septembre 1916 est modifié et complété comme suit :

« Est autorisée, dans la limite des crédits ouverts à cet effet, la participation financière de l'Etat à l'établissement d'usines hydrauliques appelées à vendre de l'énergie ou intéressant la Défense nationale et devant faire l'objet d'une concession de travaux publics. »

Arrêté relatif à l'unification des pas de vis utilisés par l'administration des Postes et des Télégraphes.

Le « Journal officiel » du 5 juillet 1917 publie l'arrêté suivant, pris en date du 3 juillet 1917, par le ministre du Commerce, de l'Industrie et des Postes et Télégraphes.

ARTICLE PREMIER. — Le système de visserie dit « international » et ses prolongements (série de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale) seront admis, à dater de ce jour, pour les vis d'assemblage, dans les fournitures d'appareils télégraphiques et téléphoniques faites à l'administration des Postes et des Télégraphes.

ART. 2. — Ce système de visserie sera exigé, à l'exclusion de tout autre, pour tous les appareils télégraphiques et téléphoniques qui seront commandés par l'administration des Postes et des Télégraphes après le 1er juillet 1918.

ART. 3. — Les étalons des pas utilisés par l'administration des Postes et des Télégraphes sont déposés au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

Directeur : J. BLONDIN, agrégé de l'Université.

1re Année. — Tome II. — N° 3. — 21 Juillet 1917.

Chronique. — Nécrologie : Emile Harlé (1849-1917). — Le féminisme dans l'industrie. — La semaine anglaise et les salaires en Angleterre, p. 81, 82, 83 et 84.

Section scientifique et technique. — Sur les alternateurs compound, par R.-V. Picou, p. 85. — Sur la résistance des conducteurs en courant alternatif (*suite et fin*), p. 90. — Revues, analyses et informations : La surface des indices et la surface de l'onde dans les courants magnétiques, p. 98.

Section industrielle. — La grosse traction aux Etats-Unis d'Amérique (*suite et fin*), par J. Carlier, p. 99. — Revues, analyses et informations : L'éclairage des groupes de rues à Chicago, p. 103 ; L'industrie électrique en Turquie, p. 104; Développement de la clientèle des stations centrales et réduction des tarifs, p. 105; La répartition des frais généraux des usines génératrices en tenant compte du facteur de diversité, p. 106.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Société anonyme immobilière des forces motrices du Vercors, p. 109 ; Compagnie des tramways électriques de Bordeaux-Pessac, p. 109; Société marseillaise de crédit industriel et commercial et de dépôts, p. 109; Compagnie universelle d'acétylène et d'électrométallurgie, p. 110. — Revues, analyses et informations : Les banques de l'Est, leur rôle, leur avenir, p. 111 ; Chambres de commerce, p. 112.

Section de législation. — Les marques collectives de fabrique et de commerce (*suite et fin*), p. 113. — La reconstitution industrielle des régions envahies, p. 119.

Nécrologie : Émile Harlé (1849-1917). — C'est avec un étonnement plein de tristesse que le monde des électriciens français a appris la mort prématurée d'Émile Harlé survenue le 28 mars 1917, et qu'il s'est pressé à ses obsèques, dont la « Revue générale de l'Électricité » a donné, peu de jours après, le compte rendu.

Sa verte vieillesse, qui ne permettait guère de lui attribuer son âge réel, son activité intellectuelle toujours éveillée, sa force morale qui avait résisté sans faiblir à de sérieuses épreuves, au travail et au souci des entreprises nouvelles que la guerre exigeait de sa part, avaient fait espérer jusqu'au dernier moment qu'il se remettrait de la légère attaque qui l'avait saisi en plein travail cinq jours auparavant, pendant qu'il présidait le Conseil d'administration de sa Société; mais, malgré tous les soins les plus éclairés, sa famille ne put l'arracher à la mort ; il s'éteignit doucement, gardant presque jusqu'au dernier moment sa connaissance et sa sérénité, au milieu des siens. Il laisse à ses enfants, dans leur inconsolable douleur, l'exemple d'une vie faite tout entière de travail, de foi, de loyauté et d'honneur, entourée de la sympathie, du respect et de l'estime de tous ceux qui l'avaient approché, et de leurs sincères regrets.

La « Revue générale de l'Électricité » s'est déjà faite l'interprète de ces regrets et a offert ses respectueuses condoléances à Mme E. Harlé, mais on permettra à un ami de près de 30 années de rendre ici plus complètement hommage à la carrière et au caractère du regretté défunt.

Né à Paris, le 12 mars 1849, Émile Harlé fit ses études au lycée Bonaparte, à l'École Monge dont il fut le

Émile Harlé (1849-1917).

premier élève, et à Sainte-Barbe. Entré à l'École polytechnique en 1869, il combattit comme sous-lieutenant

Digitized by Google

d'artillerie au siège de Paris, fut nommé ingénieur des Ponts et Chaussées en 1874.

Sa carrière d'ingénieur le conduisit pour peu de temps à Sainte-Affrique, puis, de 1875 à 1886, à Lure (Haute Saône), où il s'occupa avec succès des études des travaux du canal de Montbéliard à la Haute-Saône, des travaux de chemins fer de Lure à Loulans-les-Forges, etc... Après un court passage au service du département de la Seine, et au service hydrométrique du Bassin de la Seine, il quitta l'administration à 38 ans, déjà père de 8 enfants, pour entrer dans l'industrie; d'abord attaché à la direction de la maison Sautter-Lemonier en 1887, il devint, en 1890, gérant de cette maison (qui prit le nom de Sautter-Harlé), enfin, président du Conseil d'administration de la Société anonyme dans laquelle elle se transforma peu de temps avant la guerre.

Son activité industrielle dans cette maison (dont il partagea la gérance avec M. Gaston Sautter, jusqu'en 1907, puis ensuite avec M. Jean Rey), porta peu à peu, sur toutes les branches de la technique électrique qui venait de naître à l'Exposition de 1881 : la construction des machines électriques, l'éclairage, puis la transmission de l'énergie, enfin les applications de l'électricité à l'art militaire, l'outillage électrique des cuirassés, la commande des tourelles, la production de l'énergie électrique par les turbo-machines et les moteurs à pétrole, l'outillage des sous-marins, les mines sous-marines, les projecteurs électriques.

Toutes ces spécialités, dans lesquelles, sous son impulsion et sous sa judicieuse direction, de remarquables perfectionnements ou inventions firent connaître le nom de sa maison, non seulement en France, mais dans le monde entier, lui acquirent une réputation bien méritée ; elles furent consacrées par de hautes récompenses dans toutes les Expositions internationales, puis par la rosette d'officier de la Légion d'honneur, qu'Émile Harlé reçut à la suite de l'Exposition de Liége où il avait présidé la Classe d'Électricité.

Grâce à une instruction très étendue et au sens des idées générales, il put mener de front, avec sa lourde tâche de chef d'industrie, d'autres charges extérieures importantes. C'est ainsi qu'il accorda son précieux concours à de nombreux groupements professionnels, scientifiques et administratifs, qui le lui demandaient : il fut successivement président du Syndicat professionnel des Industries électriques, président de la Société internationale des Electriciens, membre du Comité de la Société d'Encouragement, président de la Section d'électricité à la Société des Ingénieurs civils de France, membre du Comité d'Electricité, depuis 1895, au ministère des Postes et Télégraphes, et, depuis 1906, au ministère des Travaux publics, membre du Comité des Arts et Manufactures au ministère du Commerce.

Dans ces divers groupements, il apporta de nombreuses et originales contributions personnelles, un sens remarquable de l'organisation, la clarté de l'analyse, la droiture du jugement; il s'intéressait aux questions traitées, non seulement au point de vue technique, mais aussi au point de vue économique et social.

Au Comité d'Electricité, il eut notamment à s'occuper des questions de réglementation de l'industrie électrique et des distributions d'énergie. Il fit, en 1906, aux environs de Grenoble, les premières expériences complètes sur le retour du courant par la terre, avec le concours de divers savants et spécialistes très distingués (1).

Sa double compétence, à la fois administrative et technique, l'avait fait souvent désigner pour présider des Commissions spéciales importantes; la veille encore du jour où il fut frappé, il préparait un travail en vue d'améliorer dans les distributions d'énergie les conditions de sécurité du public et du personnel de l'exploitation.

Parmi les questions sociales qui l'ont toujours beaucoup préoccupé, une de celles à laquelle il s'est le plus attaché est celle de l'apprentissage. Frappé des inconvénients que présentait la diminution du nombre des apprentis dans les différentes industries, il s'était employé à développer dans l'usine Sautter-Harlé le recrutement et la formation des apprentis, et à faciliter la création de cours du soir leur permettant de compléter leur instruction. Il assuma la charge de l'organisation de l'apprentissage par le Syndicat professionnel des Industries électriques, et la présidence du Comité de direction des cours de perfectionnement, qui rendent depuis lors de grands services aussi bien aux ouvriers qu'à l'industrie.

La question des caisses de secours et les mesures de défense contre la tuberculose ont été également l'objet de toute sa sollicitude.

Un des derniers travaux auxquels il s'est consacré pendant la guerre fut l'étude de la revision de notre tarif douanier qui lui avait été demandée par le Syndicat professionnel des Industries électriques; la solution de cette question intéresse tout notre régime économique de l'après-guerre.

En faisant un retour sur toutes ces œuvres qui lui survivront, il a pu se dire sur son lit de mort, comme le sage antique : « Non omnis morior », je ne mourrai pas tout entier.

En dehors de toutes ces occupations, Harlé avait assumé une autre initiative importante, pour laquelle il m'appartient de rendre particulièrement hommage à son heureuse et sage intervention : je veux parler du projet de captation des forces hydrauliques du haut Rhône et du transport de l'énergie ainsi rendue disponible jusqu'à Paris. Ayant conçu en 1903, M. Mähl et moi, ce projet qui devançait alors de plusieurs années les idées reçues en France en matière technique et économique, nous avions prié Emile Harlé de se mettre à la tête de cette grande entreprise; avec son esprit large, toujours ouvert au progrès, il avait su comprendre immédiatement la possibilité de la réalisation et le rôle capital que devaient jouer l'aménagement des forces hydrauliques et le transport d'énergie dans nos organismes nationaux. Il avait été heureux de saisir cette occasion de contribuer à la prospérité de son pays en sollicitant des

(1) Notamment MM. Pionchon, Barbillion, Brylinski.

Digitized by Google

pouvoirs publics la concession de cette entreprise, se faisant le défenseur éclairé et compétent, autant que persévérant et judicieux, des études que M. Mähl et moi avons successivement dressées, en tenant compte de ses judicieux conseils. Il n'a pas hésité, malgré l'état souvent précaire de sa santé, à poursuivre inlassablement la réalisation de cette œuvre, qui, s'il avait été écouté dès l'origine, aurait pu être terminée avant la guerre et aurait rendu à notre pays de grands services.

Pendant la guerre, convaincu que tout Français devait tous ses efforts au service de la Patrie, il a développé son œuvre industrielle pour la Défense nationale sans prendre le repos qui lui était nécessaire ; il a continué à se surmener, malgré les instances de sa famille et de ses amis, jusqu'au moment où il fut frappé au milieu de ses collaborateurs.

De tout ce qui précède, ressort l'impression qu'Émile Harlé a été une grande personnalité dans le monde électrique et plus généralement dans le monde industriel. Cette personnalité s'imposait à tous ceux qui ont pu l'approcher un peu longuement et subir la fascination de son caractère et de son intelligence.

Cette intelligence était remarquable par l'ouverture, la facilité de rajeunissement, le respect de la science qu'il avait puisé à l'École, l'absence de tout parti pris ou de ces idées préconçues qui arrêtent souvent en France le progrès.

Nul plus largement que lui n'ouvrait sa porte aux ingénieurs et aux collaborateurs qui venaient lui proposer de nouvelles applications de la science ; sa remarquable facilité d'assimilation lui permettait de saisir immédiatement l'intérêt des systèmes nouveaux, même quand il n'en approfondissait pas les détails techniques. Il avait à un haut degré les qualités de l'administrateur technique, le jugement sûr, et la rare propriété psychologique de pouvoir, pour ainsi dire, *projeter l'avenir sur le plan de la réalité*, en prévoyant, comme le joueur d'échecs expérimenté, les conséquences possibles de toute démarche qu'il entreprenait, les actions réflexes de l'adversaire, les risques d'insuccès, les moyens d'y parer en temps utile ; professant que le temps est le grand aplanisseur des difficultés (principe qu'il évitait cependant de trop généraliser) il restait persévérant et optimiste, en présence des difficultés et ne se laissait jamais abattre.

A ces qualités il joignait une droiture et une loyauté à toute épreuve, ne lui permettant pas même de soupçonner la mauvaise foi chez ses interlocuteurs ; il était un de ces hommes en qui l'on peut avoir une confiance absolue, qui sont au-dessus de tous les égoïsmes, de toutes les mesquineries et de toutes les compromissions. Pour lui, la franchise, le respect absolu de la justice et de sa parole étaient la suprême habileté en affaires. C'est à cela sans doute, ainsi qu'à sa courtoisie et à sa distinction, héritage d'une race ancienne [1], qu'il a dû de conquérir si complètement la confiance et la sympathie de tous, une haute autorité morale et une influence prépondérante dans tous les milieux où il a vécu.

Son cœur était à la hauteur de son caractère ; auprès de tout le personnel qui dépendait de lui, son équité, sa bienveillance et sa bonté lui avaient également conquis toutes les affections. Aussi sa disparition a-t-elle mis en deuil, non seulement ses collaborateurs, dont il était le mentor, et le personnel de l'usine dont il était le patron modèle, mais encore tous ceux qui l'ont approché, a fortiori ceux qui, comme moi, eurent en lui un éminent compagnon de travail et un ami inoubliable.

André BLONDEL.

Le féminisme dans l'industrie. — Sous ce titre, nous indiquions sommairement dans notre numéro du 26 mai, p. 802, les diverses mesures qui ont été prises récemment pour permettre aux femmes de remplir certaines fonctions jusqu'ici réservées aux hommes. Après avoir rappelé que, depuis plusieurs années déjà, l'Institut électrotechnique Montefiore délivre des diplômes d'ingénieur-électricien à ses élèves du sexe féminin, nous signalions, d'une part, que l'an dernier le ministre de l'Instruction publique en Russie décrétait que le titre d'ingénieur serait accordé aux étudiantes ayant, depuis 1902, passé par l'Institut polytechnique féminin de Pétrograd et, d'autre part, que, par des décrets ou délibérations tout récents, les jeunes filles seraient dorénavant admises, en France, à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, à l'Ecole de Physique et de Chimie et aux Ecoles nationales d'Horlogerie de Cluses et de Besançon. Nous avons à signaler aujourd'hui un décret du ministre de l'Agriculture d'après lequel, à partir de 1918, les femmes seront admises en qualité d'élèves régulières à l'Institut national agronomique aux mêmes conditions que les hommes, c'est-à-dire par voie de concours.

La semaine anglaise et les salaires en Angleterre. — Les renseignements complémentaires qui nous sont parvenus sur la « semaine anglaise » confirment en tous points ceux que nous avons publiés dans le numéro du 16 juin, t. 1, p. 922. Nous ne reviendrions donc pas sur cette question, si parmi les documents qui nous ont été envoyés d'Angleterre ne s'en trouvait un sur lequel nous croyons devoir appeler l'attention des chefs d'industrie.

Ce document est le fascicule VI du Report of an enquiry by the Board of Trade into the earnings and hours of labour of workpeople of the United Kingdom, c'est-à-dire du Rapport sur l'enquête faite par le minis-

(1) *Son père*, Auguste Harlé, était d'ancienne famille picarde, établie à Saint-Quentin. C'était un savant orientaliste, un peintre et un musicien. Il était lui-même fils d'Isaac Harlé, originaire de Saint-Quentin, négociant, député de l'Aisne à la Constituante.

Sa mère, Hélène Jauge, était petite-fille du banquier Théodore Jauge, guillotiné en 1794, et fille d'Amédée Jauge, banquier si désintéressé qu'il soutint de ses deniers la duchesse de Berry, Don Miguel et Don Carlos.

Emile Harlé avait épousé Mlle Engel, fille du grand industriel, M. Frédéric Engel, de Mulhouse et petite-fille de Jean Dolfus ; ils ont eu huit enfants, dont un est mort malheureusement au Tonkin au cours d'un voyage d'études.

Digitized by Google

tère du Travail sur les salaires et heures de travail des ouvriers et ouvrières du Royaume-Uni. Ce fascicule, d'environ 250 pages grand format, publié en 1911, renferme, principalement sous forme de tableaux, de nombreux renseignements sur les conditions du travail de 1 500 000 personnes qui, en 1906, étaient employées dans l'industrie métallurgique, les constructions mécaniques et les constructions maritimes.

Le tableau suivant indique, d'après les chiffres résultant de l'enquête, d'une part, le nombre moyen des heures de travail par semaine dans les divers corps de métiers, d'autre part, le salaire moyen hebdomadaire, exprimé en shillings (1,25 fr) et pence (0,10 fr), des ouvriers, abstraction faite des femmes et des apprentis

Industries.	Nombre d'heures de travail par semaine,	Salaire hebdomadaire.
	h	s d
Hauts fourneaux	55,2	33 4
Forges et aciéries	54,4	36 0
Tôles étamées	47,8	32 1
Constructions mécaniques	53,1	25 11
Constructions navales	52,9	30 7
Construction des wagons	53,6	27 3
Fonderies	53,8	24 7
Industries électriques	52,4	23 7
Tréfileries	54,8	26 4
Objets en cuivre et alliages	52,7	20 10
Objets en métaux précieux, argenture et dorure électrolytiques	53,2	22 8
Bijouterie, joaillerie	51,7	22 7
Petit outillage : limes, bêches	52,7	24 11
Fonderies de métaux autres que le fer	57,7	29
Cycles	53,4	26 1
Tubes	55,0	24 2
Clous, vis, écrous	53,0	18 1
Instruments de précision	50,0	26 7
Horlogerie	53,4	24 6
Industries métalliques diverses	53,0	23 4
Moyennes générales	53,2	27 4

On voit, par ce tableau, que le nombre d'heures de travail par semaine oscille entre 57,7 (fonderies de métaux autres que le fer) et 50,0 (instruments de précision) et a pour moyenne générale 53,2 pour tout le Royaume-Uni. Quant au salaire hebdomadaire moyen, il peut atteindre jusqu'à 36 shillings, soit environ 45 fr, pour les travaux pénibles tels que ceux des forges et aciéries, il se maintient le plus généralement entre 23 et 26 shillings, soit entre 30 et 33,50 fr, et a pour moyenne générale 27 s 4 d, soit 34,20 fr.

Pour les industries qui relèvent du domaine de l'électricité, le nombre moyen d'heures de travail par semaine est de 52,4 et le salaire moyen correspondant est de 23 s 7 d, soit 29,50 fr. L'examen des tableaux détaillés relatifs à ces industries indique que, dans cette dernière moyenne, sont compris les salaires des contremaîtres dont la moyenne atteint 66,80 fr ; il indique, en outre, que les ouvriers les mieux rétribués sont ceux qui fabriquent les outils et les instruments de mesure (53 fr par semaine), puis ceux qui fabriquent les modèles (50 fr) ; viennent ensuite ceux qui fabriquent les lampes à incandescence (51,25 fr), les tourneurs et ajusteurs travaillant aux pièces (49,6 fr), les conducteurs de machines-outils payés également aux pièces (42,6 fr), etc.

Deux remarques s'imposent au sujet des chiffres qui sont donnés ci-dessus. D'abord de ce que le nombre hebdomadaire moyen des heures de travail est de 53,2, il ne s'ensuit nullement que ce soit la moyenne des heures de travail réellement effectuées par chaque ouvrier. Dans la plupart des usines, il est effectué des « heures supplémentaires » non comprises dans ce nombre moyen, et qui augmentent notablement le nombre réel d'heures d'utilisation des machines par un même ouvrier. La preuve en est donnée par un rapport du Health of Munition Workers Committee (Comité d'hygiène des travailleurs des usines de munitions) qui se plaint que dans quelques usines la moyenne hebdomadaire des heures de travail atteigne 90 et que dans un grand nombre d'autres elle soit comprise entre 70 et 80.

D'autre part, il ne faut pas oublier que les chiffres donnés par les salaires se rapportent à l'année 1906. Par suite de la hausse continue qui, par une loi économique naturelle, s'est toujours manifestée sur les salaires, les chiffres relatifs aux salaires normaux en 1916 seraient nécessairement plus élevés. D'après les statistiques, l'accroissement pendant les vingt années de la période 1886-1906 a été de 25,7 pour 100 pour l'ensemble des salaires en Grande-Bretagne. En admettant la même progression pendant la période 1906-1916, il conviendrait donc d'augmenter d'environ 13 pour 100 les chiffres indiqués ci-dessus. Il ne semble pas toutefois que, du moins jusqu'au début de la guerre, la progression ait été aussi marquée, car dans une brochure, publiée en 1914, il est indiqué que le salaire moyen horaire des ouvriers employés dans les usines de constructions électriques, est compris entre 0,85 et 0,95 fr. Le nombre moyen hebdomadaire d'heures de travail pour ces ouvriers étant de 52,4, leur salaire hebdomadaire moyen varierait de 45 à 50 fr ; or, il était déjà de 44 fr en 1906.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur les alternateurs compound [1]

Nous avons donné récemment (R. G. E., 16 juin 1917, t. I, p. 923) une intéressante communication de M. Marius Latour sur le compoundage des alternateurs. M. Picou, comme suite et complément à l'article de M. Marius Latour, a fait à la séance du 7 juin de la Société internationale des Electriciens la communication que nous reproduisons ci-dessous et où il expose un système de compoundage dont il est l'inventeur et qui a donné dans la pratique des résultats des plus satisfaisants.

Dans sa remarquable communication [2] M. Marius Latour a rappelé les origines du compoundage des alternateurs, qu'il a très justement rapportées à la machine à réaction de M. Blondel. Il a d'ailleurs également signalé le caractère français de tous les travaux relatifs à cette question. Enfin il a décrit sommairement quelques procédés nouveaux et intéressants qui permettraient d'obtenir les variations d'excitation qui donnent aux alternateurs la qualité de compensation dite « compoundage ».

Ces procédés nouveaux, fondés sur les variations de la résistance du carbone, du bore ou du fer, en particulier, ne semblent être, pour le moment, que des possibilités et l'auteur s'est plus particulièrement étendu sur les combinaisons qui comportent l'emploi des machines.

Mais même parmi ces dernières, beaucoup sont restées à l'état d'ébauche, ou de brevets ; et il ne subsiste, en France tout au moins, qu'un bien petit nombre de systèmes qui aient reçu les sanctions d'une pratique industrielle un peu prolongée. Parmi ceux-ci, le procédé de M. Boucherot, par excitatrice à bobinage sinusoïdal, est de beaucoup le plus répandu.

Enfin, M. Latour a terminé en décrivant un système nouveau, appliqué par les Ateliers de Jeumont, et comportant l'emploi d'une commutatrice, qui aurait, paraît-il, donné satisfaction *absolue* à la clientèle.

Pour la production du courant continu qui est le seul agent d'excitation pratiquement employé, il faut recourir aux machines ; la difficulté se présente seulement pour en obtenir la variation proportionnelle au courant principal et au sinus du décalage. La solution par commutatrice paraît à M. M. Latour, la plus directe, et il a donné en détail les moyens de résoudre le problème avec le minimum de dimension des transformateurs accessoires.

Je voudrais signaler aujourd'hui qu'en dehors de l'emploi des commutatrices, il existe au moins une autre solution, qui présente les mêmes avantages, en ce qui concerne la réduction des transformateurs, et qui a acquis la sanction de l'expérience industrielle.

Dans une communication que j'ai eu l'honneur de faire à la Société en novembre 1913, sur quelques dispositions nouvelles de machines dynamo-électriques, j'ai signalé les excitatrices d'alternateurs compound comme l'une des applications possibles des machines à excitation interne par courants polyphasés, que je décrivais ; en fait, l'une d'elles était alors depuis longtemps en service dans l'usine du constructeur.

Je rappelle sommairement que cette machine excitatrice comporte (fig. 1) : un rotor identique à celui d'une commutatrice, avec bagues et balais ; un stator identique à celui d'un moteur asynchrone, c'est-à-dire à bobinage continu. Le courant alternatif lancé sur les bagues crée un champ magnétique fixe dans l'espace; l'excitatrice tournant au synchronisme.

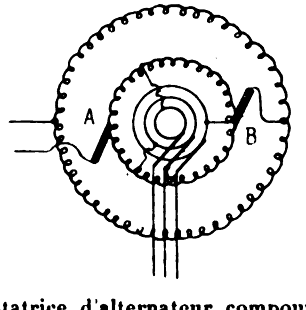


Fig. 1. — Excitatrice d'alternateur compound à excitation interne par courants polyphasés.

Dans les mêmes fils du rotor, ce champ crée une force électromotrice telle que l'on tire du courant continu des balais portant sur le collecteur. Le champ que créerait à son tour ce continu se trouve annulé par le bobinage du stator identique en principe à celui du rotor, et qui forme bobinage de compensation.

Tout cela est détaillé dans ma communication de

[1] Communication faite à la séance du 7 juin à la Société internationale des Electriciens, *Bull. de la Soc. intern. des Electriciens*, juin 1917, t. III, 3e série, p. 129-142.

[2] *Revue générale de l'Electricité*, 16 juin 1919, t. I, p. 923-931.

Digitized by Google

1913; je n'y insiste pas autrement qu'en rappelant combien est simple la construction de cette excitatrice. Elle est à excitation indépendante, avec en plus une excitation compound, et avec encore un bobinage de compensation complet; et cependant elle ne comporte qu'un seul bobinage sur chaque organe stator et rotor.

Parmi les avantages de ces excitatrices, deux sont particulièrement saillants : d'abord l'emploi de courants alternatifs pour leur propre excitation facilite singulièrement le compoundage. Portant sur une très faible puissance apparente, celui-ci ne met en jeu que des transformateurs de dimensions très réduites.

Mais il y a plus, et j'indiquais dans la même communication la possibilité de produire une forte part de la surexcitation par la désorientation du stator portant le bobinage compensateur, ce qui accentue encore la réduction dans la dimension des susdits transformateurs.

Les événements de 1914 sont venus paralyser complètement le développement des applications de cette invention et nombre de machines, en exécution dans les Ateliers Breguet, de Douai, en particulier, n'ont pu être achevées avant l'invasion. Cependant, pendant la courte période des premiers mois de 1914, deux applications industrielles ont été réalisées. Comme les résultats qu'elles ont donnés ont entièrement répondu à mon attente et m'ont permis de vérifier les propriétés prévues de ces machines, je crois pouvoir profiter de la communication de M. Latour pour signaler l'existence et la vitalité de ce procédé de compoundage dont il ignorait certainement les applications.

La première machine livrée a été un modeste turbo-alternateur de 150 kw sous 3 000 v à la fréquence 50 : sec, qui été installé dans la centrale que la Société Lebon et C^ie^ possède à Oran. Elle devait y assurer le service aux heures de faible charge totale. Installé dans les premiers mois de 1914, ce groupe fonctionne depuis lors sans qu'on ait eu à s'en occuper en aucune manière; il a maintenant plus de 12 000 heures de marche. Sa régulation automatique est bien supérieure à celle du turbo-alternateur de 500 kw, réglé à la main, qui lui succède dans l'ordre du service, ainsi qu'en font foi les diagrammes d'enregistreur qui sont sous vos yeux.. L'excitatrice fonctionne à calage de balais rigoureusement fixe, et son collecteur ne donne aucune préoccupation; un jeu de balais y dure six mois au régime de fonctionnement de vingt heures par jour. On peut signaler encore que parmi les charges de cette machine figure celle de démarrer presque journellement le moteur asynchrone d'un groupe convertisseur d'une puissance supérieure à la sienne. Le groupe a donc répondu absolument à ce qu'on attendait de l'application du compoundage, comme bon fonctionnement et régulation automatique.

L'autre application, un peu plus importante, a été faite aux mines de Rochebelle (Gard). Elle porte sur deux turbo-alternateurs de 375 kv-A chacun, à la fréquence de 15 p : sec. Ces groupes avaient été installés en 1911, en prévision d'un service comportant comme probable un facteur de puissance de 0,75 à 0,80. En fait, la valeur s'en est trouvée, en service, bien plus faible et voisine de 0,67; et les excitatrices tout d'abord installées s'accommodaient assez mal de ces conditions. Aussi, en 1913, après diverses autres tentatives, la Maison Breguet se résolut à leur substituer des excitatrices de mon système.

Le service à assurer est assez dur et des plus importants puisqu'il comprend l'exhaure de la mine. Deux pompes de 180 kw chacune; une pompe multicellulaire de 135 kw à marche intermittente; deux ventilateurs de 60 kw, enfin quelques appareils de plus faible puissance, dont un treuil de 18,5 kw, sont les principaux récepteurs.

La marche de l'usine est continue; sauf quelques heures le dimanche, une au moins des machines est en service; mais toutes deux le sont pendant la plus grande partie du temps.

La substitution des excitatrices a donc été faite en juin 1914, et cette fois la marche des groupes a donné entière satisfaction, sans restrictions. L'installation fonctionne sous la surveillance de l' « Association des propriétaires d'appareils à vapeur ou de moteurs électriques du Sud-Est », qui a bien voulu me communiquer les renseignements suivants, en date du 11 mai dernier :

« Quelque temps après la mise en marche, dans les derniers jours de juin 1914, nous avons vérifié les conditions de fonctionnement du compoundage, en faisant varier brusquement la charge de 200 kw d'un coup. Nous avons constaté que la tension ne variait que d'une quinzaine de volts (sur 1 050) soit de 1,4 pour 100 pour une variation de charge de 50 pour 100, les deux alternateurs étant en parallèle. Je sais que depuis lors les excitatrices continuent à fonctionner en donnant toute satisfaction; et, comme les peuples heureux, les machines qui fonctionnent bien n'ont pas d'histoire. »

A la date du 1^er^ mai dernier, ces machines avaient un total de 34 668 heures de marche; la moyenne annuelle étant de plus de 6 000 heures pour chacune d'elles, ce qui représente un service excessivement chargé : environ 17 heures sur 24.

Enfin, j'ai appris récemment qu'une usine voisine, ayant eu ces temps-ci à développer son exploitation, et bien informée de ce qui se passait à Rochebelle, avait passé commande d'un groupe, en spécifiant qu'elle le demandait identique en tous points à ceux de cette dernière installation.

Ainsi, bien que le nombre des applications de ces alternateurs compound soit encore restreint, par force majeure, je crois cependant que l'on peut considérer que l'invention est sortie du domaine expérimental, et qu'elle a fait ses preuves, elle aussi, à la satisfaction *absolue* de sa clientèle.

Les excitatrices de Rochebelle sont de 70 v et 80 A. Le courant continu nécessaire à l'alternateur varie de 35 à 77 A, chiffres relevés en exploitation. Avant leur livraison, j'ai pu faire quelques essais et vérifier en particulier l'effet de la désorientation du stator.

La machine a reçu, à cet effet, d'un alternateur auxi-

Digitized by Google

liaire un courant excitateur constant; on l'a fait débiter sur un rhéostat, d'abord en laissant le stator au calage supposé neutre, puis en lui donnant une avance, dans le sens du mouvement du rotor, d'environ 13° électriques sur la position première. Il s'est trouvé en fait que le calage supposé neutre était de 2° à 3° en arrière, ce qui réduirait à 9° ou 10° le calage avant, alors qu'on pourrait facilement utiliser 30°.

Les caractéristiques de la force électromotrice (calculée par $U + RI$ sans tenir compte de la chute dans les balais) en fonction du courant débité sont figurées ensemble (fig. 2). On voit que, au calage supposé normal,

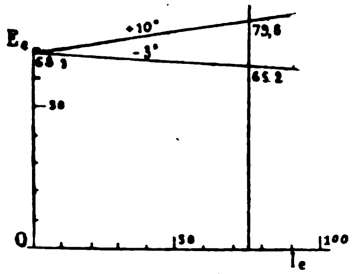


Fig. 2. — Caractéristiques calculées $E_e = f(I_e)$ d'une excitatrice système Picou des mines de Rochebelle, pour le calage normal et un calage en avant.

il y avait une chute de 3 v environ, tandis qu'au calage en avant, la montée était de 11,8 v le tout, pour le débit de 75 A continus.

Lors de l'essai, le décalage s'est trouvé limité à 13° seulement parce que les fentes prévues dans la carcasse pour le déplacement des boulons de fixation du paquet de tôles se sont trouvées trop courtes pour permettre une course plus grande. Mais le résultat obtenu permet d'affirmer que l'on aurait pu pousser à 30°; et il est alors facile de voir que les trois quarts au moins du compoundage auraient été obtenus ainsi, soit 28 v sur 39 nécessaires, entraînant ainsi une plus grande réduction encore du transformateur de compoundage.

Ajoutons que, lors de l'essai au calage neutre, le débit a pu être poussé à 115 A, c'est-à-dire 1,5 fois le courant maximum normal, sans avoir donné naissance à aucune étincelle aux balais, résultat évident de l'excellente action du bobinage compensateur réparti porté par le stator.

J'ai tout naturellement été amené, par ces études, à analyser d'assez près les conditions de fonctionnement des excitatrices en général. Dans sa communication, M. Latour a parlé de machines employées dans la partie rectiligne de leur caractéristique. Ce n'est là sans doute chez lui qu'une forme de langage un peu elliptique, destinée à rappeler simplement que de telles machines doivent avoir des caractéristiques à faible courbure; car, en fait, jamais on ne travaille sur la partie rectiligne initiale : sur l'alternateur parce que ce n'est pas économique ; sur l'excitatrice parce qu'elle est autoexcitatrice, soit directement, soit indirectement. La raison en est dans l'obligation d'avoir des allures de marche douées de stabilité suffisante.

On sait que la force électromotrice d'une machine est déterminée, en auto-excitation, par la rencontre de la caractéristique avec la droite d'excitation. Soit M le point figuratif (fig. 3). Avant le coude, la droite ne peut couper la caractéristique que grâce au magnétisme rémanent qui fait passer celle-ci un peu au-dessus de l'origine ; mais elle la coupe sous un angle si aigu que le point est très mal déterminé, et d'ailleurs variable par l'hystérésis, due aux régimes successifs. Le seul moyen d'échapper à cette condition défavorable est

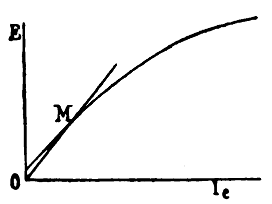


Fig. 3.

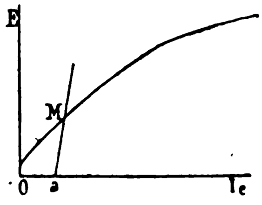


Fig. 4.

Fig. 3. — Détermination du point figuratif d'une machine à auto-excitation.

Fig. 4. — Détermination du point figuratif d'une machine à auto-excitation, mais possédant une excitation auxiliaire qui donne une petite excitation fixe OA, ce qui permet une détermination plus exacte du point figuratif M et une marche stable même dans la partie rectiligne de la caractéristique. (Système proposé par M. Blondel.)

d'employer, comme M. Blondel, une petite excitatrice auxiliaire qui donne une excitation indépendante et fixe de Oa ampères-tours (fig. 4). La droite d'excitation part alors de a et l'on aurait de la stabilité sur une caractéristique même rectiligne. En fait, l'étendue nécessaire de la variation de la force électromotrice doit amener, même dans ce cas, le point M dans le coude de la caractéristique.

Dans les machines bien calculées, ceci sera sans inconvénient ; mais il y a lieu de remarquer que, quoi que l'on fasse, les caractéristiques externes d'alternateurs compound sont condamnées à figurer non une droite, mais une courbe en dos d'âne. On peut le voir aisément au moyen de diagrammes très simples, qui illustrent bien les conditions de fonctionnement des alternateurs compound, et qu'il ne sera peut-être pas sans intérêt d'exposer sommairement.

Le but du compoundage est l'obtention d'une tension E_1 aussi constante que possible, en un point donné de la distribution, malgré les variations du courant et de sa phase. On peut considérer successivement l'aval et l'amont par rapport au point de tension fixe, et raisonner ainsi qu'il suit.

Soit OB la tension fixe à obtenir (fig. 5). En aval existe un courant I décalé de φ par rapport à elle. Traçant le cercle de diamètre OB, on représentera en OA la chute ohmique RI, la résistance fictive R étant le quotient de la puissance réelle par I_2. La ligne BC sera de même la chute inductive globale XI, où X est aussi la

Digitized by Google

réactance fictive définie par le quotient par I^2 de la puissance réactive.

Considérons maintenant l'amont. Il faudra ajouter respectivement aux vecteurs AO et à AB les longueurs représentatives des pertes ohmiques et inductrices de la ligne et des appareils générateurs ; soient BC et OD. Par suite, CD sera, en grandeur et en phase, la force électromotrice nécessaire de l'alternateur pour le régime défini par le point A et l'angle φ ; soit E.

Ceci posé, nous allons supposer d'abord I constant et φ seul variable ; puis inversement φ constant et I variable. L'étude couvrira ainsi tous les régimes possibles.

Dans le premier cas (fig. 5), I étant constant, les parties de vecteurs BC et OD le sont aussi. Le point A décrivant le cercle, les points C et D décrivent des courbes semblables, et les forces électromotrices varieront en CD, C'D', entre des limites faciles à déterminer.

Admettons maintenant φ constant et I variable (fig. 6).

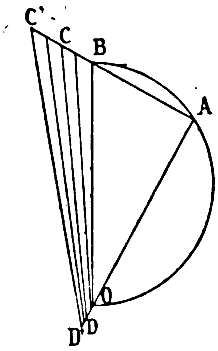


Fig. 5.

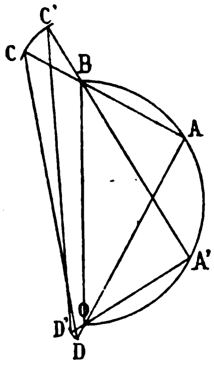


Fig. 6.

Fig. 5. — Diagramme montrant la façon de déterminer en grandeur et en phase la force électromotrice nécessaire de l'alternateur pour le régime défini par le point A et l'angle BOA $= \varphi$ et la variation de cette force électromotrice CD pour I constant et φ variable.

Fig. 6. — Diagramme montrant la variation de la force électromotrice CD pour φ constant et I variable.

Le même triangle OAB représente alors tous les régimes du réseau en aval du point à tension fixe, car les valeurs de R et X des appareils d'utilisation variant en sens inverse de I, leur produit reste invariable. Mais les valeurs R' et X' pour la partie amont sont fixes, et les produits $R'I$, $X'I$ varient comme I. Il suffit donc de diviser BC et OD proportionnellement à I pour obtenir les extrémités C' et D' des vecteurs de force électromotrice E_0.

Or, dans l'un comme dans l'autre cas, cette dernière augmente plus vite que le courant principal, comme cela résulte de l'inclinaison croissante des lignes CD. Les courants d'excitation qui seraient nécessaires pour produire ces forces électromotrices croîtront eux-mêmes encore plus vite, et la courbe figurant la relation entre le courant d'excitation I_e et le courant principal I_a aura forcément une allure à courbure négative analogue à celle de la ligne amb (fig. 7). Cette ligne amb figurerait donc la loi de variation nécessaire du courant I_e en fonction de I_a pour un régime déterminé. Voyons maintenant quelle sera la loi réalisable.

Le compoundage comporte l'emploi d'un transformateur série TS renforçant l'excitation de l'excitatrice. Admettons qu'il soit parfait, sans fer ; admettons encore que la caractéristique d'excitatrice soit rectiligne, nous n'obtiendrions encore qu'une variation linéaire de I_e. Mais la perméabilité décroissante du fer intervenant, nous n'aurons même pas une allure rectiligne, mais bien une ligne telle que anb, à courbure inverse de celle de amb.

La condition de fixité de la valeur de E_1 ne peut donc être obtenue que pour deux points donnés pour chaque série de régimes ; dans l'intervalle, les excitations seront surabondantes ; en dehors, elles seront insuffisantes ; et, de toute manière, on voit que les caractéristiques $E = f(I_a)$ de machines compound présenteront un dos d'âne plus ou moins accentué.

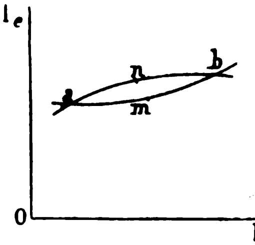


Fig. 7.

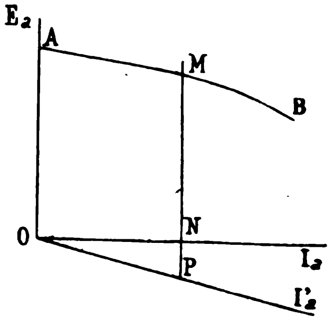


Fig. 8.

Fig. 7. — Courbe du courant d'excitation I_e en fonction du courant de débit I_a. La courbe inférieure amb est obtenue sans transformateur série, la courbe supérieure anb est obtenue quand le système de compoundage possède un transformateur série. L'examen de ces deux courbes montre que le compoundage ne peut être obtenu rigoureusement que pour deux points de fonctionnement.

Fig. 8 — La courbe AMB, caractéristique externe d'une machine à excitation indépendante dans le système d'axes (OI_a, OE_a), représente la caractéristique compound de la même machine dans le système d'axes obliques (OI_a, EO_a), le coefficient angulaire de la droite OI_a, dans le premier système d'axe, étant égal au taux de compoundage.

Il est heureusement possible, par une bonne construction, de resserrer les écarts dans les limites des tolérances, et d'assurer pratiquement à ces machines les avantages de la constance de la tension.

On a immédiatement une forme très approchée de la caractéristique externe d'une machine à compounder si l'on possède la caractéristique en excitation indépendante pour le même régime. Soit AB (fig. 8) cette dernière, avec son allure tombante bien connue. Elle est rapportée aux axes OE_a et OI_a. Pour compounder, il faut ajouter des compléments d'excitation proportionnels à I_a. Comme

Digitized by Google

leur effet principal est de compenser des contre-ampères-tours de l'induit, ces suppléments n'altèrent pas sensiblement l'état du fer et ne déforment pas la courbe. On peut représenter l'effet de ces accroissements par des accroissements fictifs de la tension qui leur soient proportionnels; donc, par les segments NP d'ordonnée compris entre OI_a et une autre droite OI'_a dont le coefficient angulaire définit le taux de compoundage.

La caractéristique compound sera donc la même courbe AMB, mais rapportée aux axes obliques OE, OI'_a. On peut donc savoir à l'avance ce que donnera le compoundage d'une machine donnée, au moyen de cette simple construction. Elle montre aussi que, même si la machine est surcompensée, la courbure de sa caractéristique reste positive, condition nécessaire de la stabilité.

Remarquons enfin que la tolérance est le plus souvent assez large et que l'on considère comme atteint le but du compoundage lorsqu'il prévient les grandes chutes de tension dues aux appels brusques de courant magnétisant par les appareils d'utilisation.

Parmi les applications de ces excitatrices on peut signaler la suivante qui ne semble pas dépourvue d'intérêt.

Synchronisation des moteurs asynchrones. — Les effets pernicieux du décalage exagéré entre le courant et la tension sur le rendement et l'utilisation des machines des centrales sont aujourd'hui au premier rang dans les préoccupations des ingénieurs. Il faut absolument obtenir une diminution des courants magnétisants fournis gratuitement aux abonnés.

Les moyens à employer sont une question d'espèces. L'un d'eux, particulier aux gros moteurs asynchrones, consisterait à les synchroniser en les dotant d'une excitatrice. De toute évidence, celle-ci, pour agir d'une manière efficace, devrait être compound. Les dispositions que j'ai proposées pour ces petites machines les rendent tout à fait aptes à remplir cette fonction. Le moteur conserverait toutes les facilités de démarrage propres aux moteurs asynchrones, mais acquerrait en outre les avantages des moteurs synchrones, en même temps qu'une augmentation de puissance de l'ordre de 29 pour 100, ce qui n'est pas à négliger.

Couplage des alternateurs compound. — M. Blondel a signalé depuis longtemps que ce couplage ne présente pas plus de difficultés techniques que celui des machines à courant continu. Des barres d'équilibre suffisent dans l'un ou l'autre cas.

Mais en pratique, celui des alternateurs se présente avec une complication notable. Dans le tableau d'une centrale à haute tension, ce n'est pas une petite affaire ni un encombrement négligeable que d'installer deux barres supplémentaires à grand isolement, et le jeu d'interrupteurs correspondant à ces barres. La dépense, ainsi que l'encombrement correspondant justifieraient quelques hésitations.

Je ne crois pas qu'on ait jamais signalé combien il est simple d'échapper à ces nécessités onéreuses et de réduire le supplément d'installation à des barres et interrupteurs de basse tension. Il suffit pour cela de profiter de l'existence des transformateurs de compoundage TS (fig. 9) pour installer après eux, sur leur secondaire,

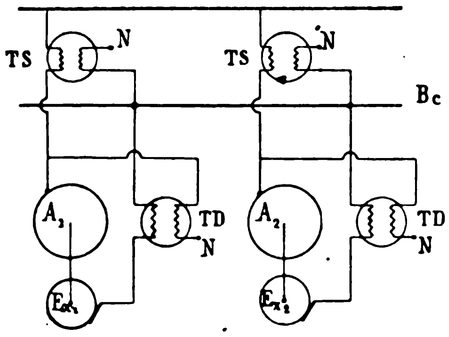


Fig. 9. — Schéma de montage de la barre d'équilibre de deux alternateurs compound. (Système proposé par M. Picou). Le diagramme des connexions est réduit à une seule phase.

la barre de couplage. Les courants d'échange entre machines traverseront bien les primaires de ces appareils; mais les courants secondaires correspondants se fermant sur les barres B_c seront sans effet sur l'excitation des excitatrices E_x.

La figure 9 donne le diagramme des connexions, réduit à une seule phase. TD sont les transformateurs en dérivation, et N les points neutres. Les barres B_c, n'étant parcourues que par des courants accidentels peuvent être de section très modérée.

Les manœuvres de mise en route, réglage de tension et couplage, sont les mêmes qu'en courant continu; la machine à vide prend facilement la tension des barres, son transformateur série agissant même avant couplage. Après couplage, on règle les excitations de manière à donner à chaque alternateur la même valeur du facteur de puissance, ce qui assure le partage convenable des charges sans courants d'échange autres que ceux de maintien du synchronisme.

R.-V. Picou.

Digitized by Google

Sur la résistance des conducteurs en courant alternatif *(Suite et fin)*.

Dans cette deuxième partie sont résumés les résultats de mesures sur l'effet pelliculaire dans des conducteurs en cuivre de forme quelconque : fils massifs, fils toronnés, câbles, rubans, tresses et tubes, pour des fréquences comprises entre 10 000 et 100 000 p : sec Ce sont les câbles tressés qui occasionnent le moins de pertes, c'est-à-dire qui présentent la plus faible résistance au courant alternatif ; cette conclusion se trouve d'accord avec l'étude de H. Rikli (R. G. E., 12 mai 1917, p. 727), qui signale le grand avantage de la substitution de câbles tressés et pressés aux barres massives, pour constituer les enroulements. Pour ces conducteurs non magnétiques, il y a une concordance remarquable entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées.

II. — Recherches expérimentales sur l'effet pelliculaire dans des conducteurs de forme quelconque aux fréquences comprises entre 10000 et 100000 p : sec (¹).

I. — Objets des recherches et dispositif expérimental. — Rappelons que ce travail est la continuation d'un travail analogue publié antérieurement dans les P.A.I.E.E., 1915, p. 1 749 à 1 814 et qui avait pour but d'étudier la variation de résistance en courant alternatif, des conducteurs non magnétiques jusqu'aux fréquences de 5 000 p : sec. Dans ces limites de fréquence, on avait constaté une concordance remarquable entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées pour les fils ronds ; d'autre part, on avait reconnu aussi que des conducteurs formés de 7 brins, légèrement torsadés, présentaient une résistance un peu plus forte que celle d'une tige massive de même section ; les rubans droits accusaient de même une résistance de « skin-effect » légèrement en excès sur celle déduite des formules connues. Donc le rapport $\frac{R'}{R}$ augmente par l'opération du câblage que subissent les conducteurs multifilaires pour des raisons mécaniques : c'est l'effet de torsion, auquel peut se superposer l'effet de voisinage qui se traduit par une réaction mutuelle des champs si les fils parcourus par le courant alternatif sont suffisamment rapprochés. Par conséquent, l'effet pelliculaire proprement dit d'un long conducteur droit est celui qui résulte uniquement de l'altération de la densité du courant alternatif, dans toute la section du conducteur, sous l'action de son propre champ.

Les recherches rapportées ci-dessous s'appliquent exclusivement aux conducteurs supposés droits à cause du caractère général de telles mesures.

Le générateur à haute fréquence utilisé était un alternateur Alexanderson, construit par la General Electric Co et entraîné, au moyen d'un pignon de pouvoir multiplicateur égal à 10, par un moteur à courant continu, 4 pôles, 125 v, 82 A, 2 000 t : min. Le rotor est un disque en acier entaillé de 300 encoches radiales ; ce qui permet de réaliser une fréquence maximum de $2 000 \times 10 \times 300 = 6 000 000$ p : min ou 100 000 p : sec. La puissance nominale du groupe est 2 kw avec un débit de 15 A sous 130 v. En fait, on ne lui a jamais demandé plus de 5 A. La machine, qui est lubrifiée par de l'huile sous pression, peut tourner à pleine vitesse pendant une heure sans inconvénient.

Les auteurs ont employé deux méthodes de mesure. Dans l'une, l'éprouvette est mise en série avec un condensateur et un ampèremètre calorique ; aux bornes du circuit éprouvette + condensateur est branché un voltmètre, également du type à fil chaud. On fait varier la capacité du condensateur jusqu'à ce que la réactance de capacité $\frac{1}{\omega C}$ compense la réactance de self-induction interne $L\omega$ du système. A ce moment l'indication de l'ampèremètre est maximum, celle du voltmètre minimum ; on a : $R' = \frac{U}{A}$. Le condensateur a une capacité totale de 26 microfarads et varie par crans de 0,001 microfarad. Il est complété par un condensateur tournant, dans l'huile, à variation continue. Cette méthode, rapide et très appropriée, a, cependant, l'inconvénient de n'être pas une méthode de zéro et que le réglage final à la résonance est très délicat. On lui préfère une méthode de pont, dont le principe a été indiqué par Hundt en 1915. La figure 1 reproduit le schéma du montage. A est l'alternateur à haute fréquence et X l'éprouvette.

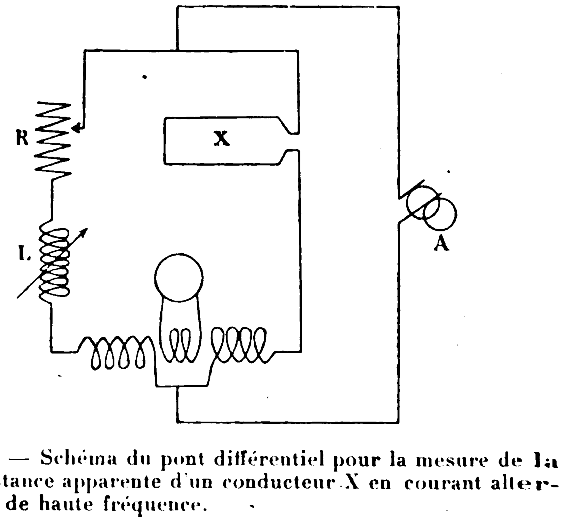


Fig. 1. — Schéma du pont différentiel pour la mesure de la résistance apparente d'un conducteur X en courant alternatif de haute fréquence.

(¹) A.-E. Kennelly et H.-A. Affel. Allocution présidentielle lue à l'assemblée du 3 mai 1916 de l'Institute of Radio Engineers de New-York.

Digitized by Google

Celle-ci est compensée, au double point de vue de la résistance et de l'inductance, par la résistance variable R et la self-inductance, également variable, L. Les deux bras égaux du pont sont constitués par les bobines primaires et, en opposition, d'un petit transformateur d'essai. L'enroulement secondaire est connecté à un galvanoscope. Quand celui-ci reste au zéro pour une certaine fréquence appliquée, choisie dans la gamme des fréquences de l'alternateur, c'est que les valeurs lues sur R et L représentent respectivement la résistance apparente et l'inductance de X correspondant à cette fréquence.

II. — Résultats des mesures. — 1. *Fils droits massifs.* — Un fil de cuivre recuit, cylindrique et massif, correspondant au numéro 12 de la jauge A. W et ayant un diamètre $d = 0{,}205$ cm, a été mesuré par les

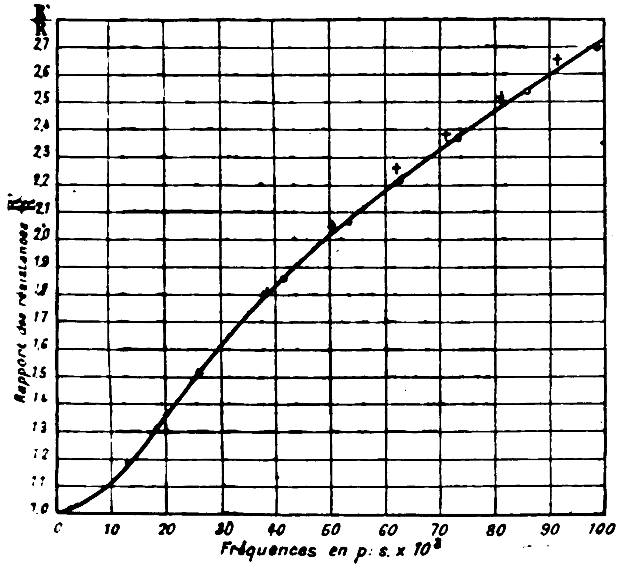


Fig. 2. — Courbe des valeurs de $\frac{R'}{R}$ en fonction de la fréquence. La courbe correspond aux valeurs calculées; les cercles aux valeurs mesurées au pont différentiel; les croix aux valeurs mesurées par un voltmètre et un ampèremètre. Fil de cuivre recuit, $d = 0{,}205$ cm.

deux méthodes décrites ci-dessus. La courbe de la figure 2 donne les valeurs du rapport $\frac{R'}{R}$ calculées en prenant la partie réelle de la fonction de Bessel

$$\frac{Z}{R} = \frac{\alpha_0 X}{2} \frac{J_0(\alpha_0 X)}{J_1(\alpha_0 X)},$$

dans laquelle la quantité complexe Z représente l'impédance linéique interne, dont R' est la partie réelle; X est le rayon du fil, en centimètres et α_0 la grandeur complexe $\sqrt{-j\pi f\gamma\mu}$. Les croix correspondent aux résultats obtenus par la méthode du circuit ohmique; les cercles, à ceux du pont différentiel. Ceux-ci sont en accord parfait avec les valeurs calculées.

Pour ces essais, le fil, qui a environ 25 m de longueur, est enroulé sur un cadre type, comme le montre la figure 3, avec un espacement de 5 cm entre chaque

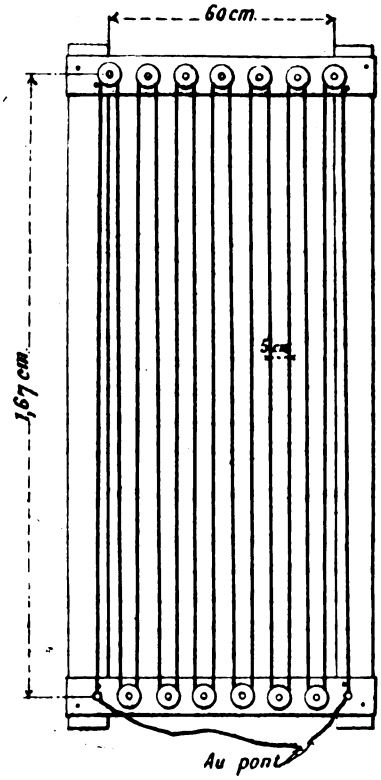


Fig. 3. — Montage des fils sur un cadre en bois.

brin; ce qui est suffisant pour rendre négligeables les effets d'induction mutuelle; cette disposition réduit aussi l'inductance externe du fil.

On a contrôlé ces premiers résultats par des mesures sur un deuxième fil de cuivre cylindrique de 25,3 m de longueur, correspondant au numéro 14 de la jauge A. W, $d = 1{,}625$ mm; ce fil était monté sur le pont différentiel à la température de 22° C; il est très important de tenir compte de la température dans toutes ces mesures. Sa résistance était de 0,00825 ohm par mètre. Le tableau ci-dessous montre qu'il y a encore une concordance très satisfaisante entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées.

Tableau IV.

Fréquences en p : sec	Rapport $\frac{R'}{R}$ observé	Rapport $\frac{R'}{R}$ calculé	Valeurs observées / Valeurs calculées
96 100	2,192	2,189	1,002
82 200	2,051	2,049	1,001
59 300	1,775	1,774	1,001
38 000	1,453	1,458	0,997
20 000	1,162	1,170	0,993

Digitized by Google

Ainsi donc, la formule, vérifiée d'abord sur des fils cylindriques pour les fréquences inférieures à 5 000 p : sec, se trouve confirmée également pour des fréquences beaucoup plus élevées ; a priori, d'ailleurs, il n'y a pas de raison pour qu'il n'en soit pas ainsi.

2. *Torons de fils.* — Dans une communication antérieure [1], qui donnait les résultats de mesures de $\frac{R'}{R}$ jusqu'à 5 000 p : sec seulement, on avait remarqué un léger accroissement de la résistance due à l'effet pelliculaire sur un toron constitué de 7 brins et faiblement tordu avec un pas de 14,1 cm. Il s'agissait de voir maintenant comment se comportaient ces torons aux fréquences supérieures à 5 000 p : sec. Un premier échantillon, formé de 20 brins de fil correspondant au n° 26 de la jauge A. W, $d = 0{,}405$ mm et isolé à l'émail jusqu'à $d = 0{,}42$ mm, fut soumis à une torsion du pas de 4 cm. Le diamètre de cette torsade sous l'isolant était à peu près de 25 pour 100 plus grand que le diamètre du conducteur plein de même section. Pour ce toron, entre 50 000 et 100 000 p : sec, le rapport $\frac{R'}{R}$ était environ de 10 pour 100 plus petit que celui calculé pour le fil massif de même section.

Un autre toron, formé de 50 brins de fil correspondant au n° 20 de la jauge A. W, $d = 0{,}32$ mm et guipé à la soie jusqu'à $d = 0{,}45$ mm a été torsadé avec un très long pas, un tour par mètre, puis recouvert d'un isolant. Son diamètre, sous l'isolant, était environ de 80 pour 100 plus grand que celui du fil massif de même section ; cependant on a trouvé encore, pour ce toron, une valeur de $\frac{R'}{R}$ de 33 pour 100 plus faible que celle calculée pour le conducteur massif de même section.

On se trouvait ainsi en présence de faits en contradiction avec ceux relatés au début de ce paragraphe ; pour lever toute incertitude, il fallait séparer l'effet dû à l'écartement des fils par interposition de l'isolant de l'effet résultant de la torsion. Pour cela, on a constitué un toron isolé A de 26 m de longueur, comprenant 26 brins de fil de 0,255 mm de diamètre nu, et 0,33 mm avec le guipage de soie. Pour le recouvrir d'un guipage sans lui imprimer la moindre torsion, on le tirait à travers une filière et on l'enrobait de soie tordue à la main. Par ce procédé, on pouvait espérer que chaque brin conservait la même position dans toute la longueur de l'échantillon. Le diamètre mesuré sous l'isolant dépassait encore de 30 pour 100 celui du fil massif de même section. Un deuxième toron B avait été préparé en même temps, à la manière ordinaire, c'est-à-dire avec un pas de torsion de 4 cm et guipé à la machine. Les courbes de la figure 4 illustrent les résultats obtenus pour le rapport $\frac{R'}{R}$ dans les limites de fréquence s'étendant de 10 000 à 100 000 p : sec. On en déduit que le câble A, de torsion nulle, subit une diminution de l'effet pelliculaire, comparativement au conducteur massif de même section C ; cette diminution se traduit par une chute du rapport $\frac{R'}{R}$ allant de 2,38 à 1,81, à 100 000 p : sec ; cette chute va de 2,38 à 2,11 seulement pour l'échantillon B qui a subi une torsion. La courbe B occupe très sensiblement une position moyenne entre A et C.

Les auteurs trouvent deux raisons à cette augmentation de l'effet pelliculaire dans le câble B : 1° pertes additionnelles dans le cuivre consécutives à la torsion ; elles proviendraient d'une composante longitudinale du

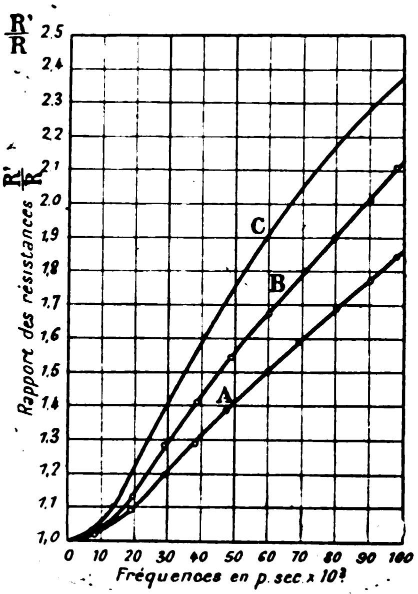


Fig. 4. — Courbes des variations de $\frac{R'}{R}$ en fonction de la fréquence : A, pour un toron à brins isolés à la soie sans torsion ; B, pour un toron identique, mais torsadé ; C, valeurs calculées pour un fil massif de même section.

champ magnétique alternatif qui se développe dans le toron assimilable à un solénoïde ; 2° influence mutuelle ou effet de voisinage due à un serrage plus fort des fils de B sous la couche de soie ; en effet, le diamètre de B a augmenté dans le rapport de 1,4 seulement au lieu de 1,5 pour A. S'il n'y avait pas d'isolant interposé entre les fils élémentaires de ce dernier échantillon, il est certain que les valeurs trouvées pour $\frac{R'}{R}$ coïncideraient avec celles de C. En résumé, la théorie et les résultats des mesures du « skin effect » dans les fils ronds indiquent que leur subdivision en un faisceau cylindrique de brins parallèles qui se touchent en ne laissant entre eux que des petits filets d'air n'a pas d'influence sur l'effet pelliculaire ; dans l'un et l'autre cas on trouve très sensiblement la même valeur pour le rapport $\frac{R'}{R}$, parce que, dans les deux cas, les lignes de force sont toujours des circonférences concentriques

[1] A.-E. Kennelly, F.-A. Laws et P.-H. Pierce. *P. A. I. E. E.*, septembre 1915, p. 1 749.

Digitized by Google

aux conducteurs ; mais, dès qu'une petite épaisseur d'isolant est interposée entre les brins, il se produit, autour de chacun, un flux radial qui tend à faire décroître le rapport des résistances de l'ensemble, mais augmente un peu le rapport des réactances.

3. — *Influence de l'écartement des fils sur l'effet pelliculaire.* — Cette influence a été nettement mise en évidence sur un câble sans torsion composé de sept fils de cuivre de 0,644 mm de diamètre, dont six étaient régulièrement distribués autour du septième qui constituait l'âme. Les écartements des fils, pour six mesures, ont varié de 0 à 9,88 fois leur diamètre. On a trouvé, par exemple, pour les deux cas extrêmes que le rapport $\frac{R'}{R}$ à 100 000 p : sec tombait de 2,25 à 1,12.

La même constatation a été faite sur un câble de 169 fils émaillés, de 0,080 de diamètre nus et 0,085 mm avec l'isolant, répartis en 13 torons de chacun 13 fils. Malgré les difficultés que présentait la confection d'un tel échantillon, on a trouvé que, à 90 000 p : sec, le rapport $\frac{R'}{R}$ tombait de 1, 375 pour le conducteur massif de même section à 1,15 pour le câble.

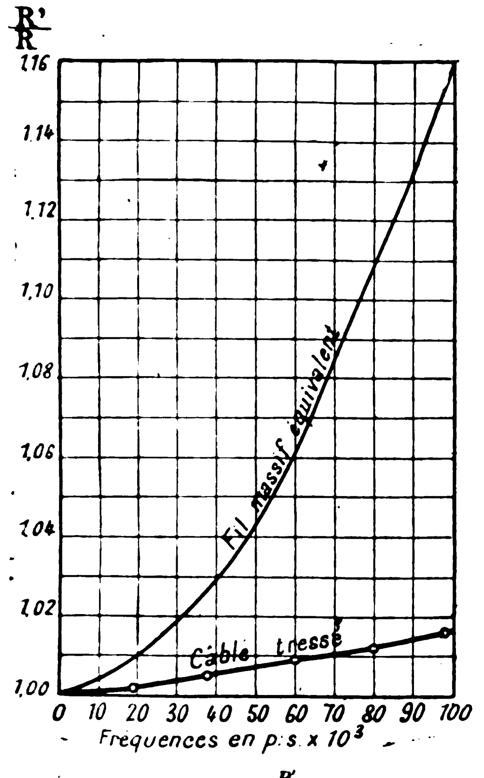


Fig. 5. — Variations du rapport $\frac{R'}{R}$ en fonction de la fréquence pour un câble tressé, formé de 16 torons de 3 fils émaillés chacun.

4. *Fils tressés.* — Ce genre de conducteurs mérite une description spéciale. On les prépare en tressant ensemble des fils de cuivre émaillés du commerce sous forme d'un long cylindre continu ; ces fils avaient 0,1 mm de diamètre nus et 0,12 mm avec l'émail. Le câble expérimenté contenait 48 brins répartis en 16 torons de 3 brins chacun. Le tressage, que les auteurs comparent à celui des paniers en osier, laisse subsister des vides intérieurs dont le volume dépend du serrage des brins. Le tout est recouvert d'un épais guipage de soie. Abstraction faite de celui-ci, le diamètre du câble était de 1,15 mm, ce qui correspond à une augmentation de 1,7 par rapport au conducteur massif de même section. Ce mode de confection a pour conséquence une transposition des brins à intervalles réguliers, entre les couches intérieures et extérieures. On constate que l'effet pelliculaire n'existe plus, car à 100 000 p : sec le rapport $\frac{R'}{R}$ est très voisin de l'unité comme l'indique la courbe de la figure 5.

5. *Influence de la torsion sur l'effet pelliculaire.* — Les essais réalisés sur six câbles façonnés de la même manière ont confirmé les résultats préliminaires. Ces câbles avaient 25 m de longueur et étaient composés de sept fils de cuivre étamé de 0,668 mm de diamètre câblés à la machine, mais à des pas différents. Pour isoler les brins entre eux, on les trempait au préalable dans de l'huile et finalement la torsade était revêtue d'un guipage qui maintenait les brins fortement pressés les uns contre les autres. A la fréquence de 100 000 p : sec, on a observé que l'effet pelliculaire occasionné par la torsion augmen-

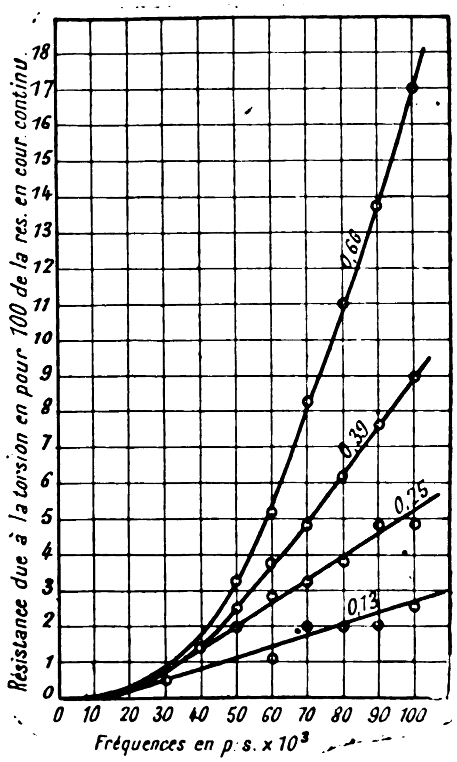


Fig. 6. — Pertes dues à la torsion des câbles en fonction de la fréquence. Les nombres inscrits sur les courbes représentent les torsions en tours par centimètre.

Digitized by Google

tait le rapport $\frac{R'}{R}$ de 2,34 à 2,51, 2,34 représentant la valeur de ce rapport pour un conducteur de même résistance, mais sans torsion. C'est le plus grand écart mesuré et s'applique à l'échantillon caractérisé par une torsion 0,66 t : cm. L'ensemble des résultats est résumé dans les graphiques de la figure 6 dans lesquels la résistance due à la torsion est exprimée en pour 100 de la résistance en courant continu. Les nombres inscrits sur les courbes indiquent le degré de torsion en tours par centimètre. L'effet de torsion est à peu près négligeable jusqu'à la fréquence de 30 000 p : sec ; à partir de cette limite, il croît proportionnellement à la fréquence.

6. *Rubans de cuivre.* — Les 5 échantillons essayés étaient enroulés en une ou plusieurs boucles dont les longueurs étaient comprises entre 3 m et 5 m et dont les côtés étaient écartés de 10 cm à 20 cm, ce qui était suffisant pour éliminer les réactions mutuelles. Leurs autres caractéristiques étaient :

TABLEAU V.

	LARGEUR CM	ÉPAISSEUR CM	TEMPÉRATURE 0°C
A	2,5	0,0076	20,5
B	1,92	0,0076	24
C	1,336	0,0069	17,5
D	0,610	0,0076	23,2
E	0,356	0,0069	17,5

Les mesures ont conduit aux résultats suivants : le rapport $\frac{R'}{R}$ augmente avec la largeur du ruban, à épaisseur constante ; ainsi l'échantillon E donne $\frac{R'}{R} = 1,08$ à la fréquence 100 000 p: sec ; A donne 1,44. Si l'on exprime $\frac{R'}{R}$ en fonction de la fréquence, l'allure des courbes est la même que celle que l'on aurait avec des fils cylindriques de diamètre croissant ; mais si $\frac{R'}{R}$ est exprimé en fonction de la largeur du ruban, on remarque que le rapport croît proportionnellement à la largeur à partir de 20 000 p: sec. On voit donc que, aux hautes fréquences, on ne peut plus dire qu'un ruban de 4 cm de largeur est deux fois plus conducteur que celui de 2 cm de largeur seulement ; mais il est toujours meilleur conducteur qu'un fil cylindrique de même section, à partir de 16 000 p:s. C'est ce que mettent en évidence les courbes A et B de la figure 7 qui expriment les valeurs de $\frac{R'}{R}$ en fonction de la fréquence pour ces deux types de conducteurs.

En opérant sur des rubans d'épaisseur plus grande, 0,16 mm, on a constaté une augmentation de l'effet pelliculaire due à cette épaisseur.

Si l'on voulait appliquer à ces rubans de largeur finie les formules établies par lord Rayleigh pour des lames infinies, on arriverait à des différences considérables entre les valeurs observées et calculées pour l'effet pelliculaire. Cette divergence s'explique par la considération du flux qui entoure la lame traversée par un courant alternatif. Dans le premier cas, le spectre magnétique est constitué de lignes de forces quasi circulaires et concentriques à la lame qu'elles coupent plus ou moins, en donnant ainsi naissance à des courants de Foucault qui causent des pertes supplémentaires ; avec une lame infinie, au contraire, on obtient un flux courant parallèlement à la lame et, par conséquent, ne la coupant pas.

MM. Kennelly, Laws et Pierce (P. A. I. E. E., 1915, p. 1770) ont photographié le spectre magnétique donné

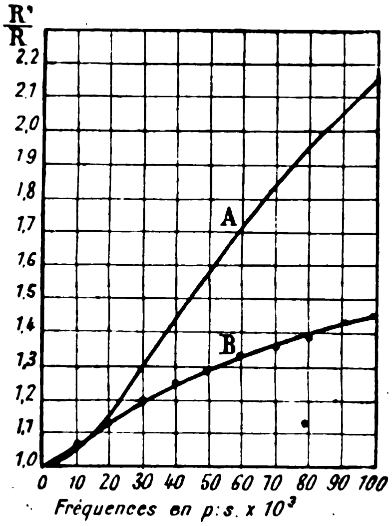


Fig. 7. — Comparaison des effets pelliculaires produits dans un fil cylindrique massif. (A. $d = 1,57$ mm) et un ruban de cuivre (B, ép = 0,0076 cm, long = 2,54 cm).

par un ruban de cuivre de 1,6 mm d'épaisseur, 2,5 cm de largeur, traversé par un courant alternatif de 107 A et 838 p: sec.

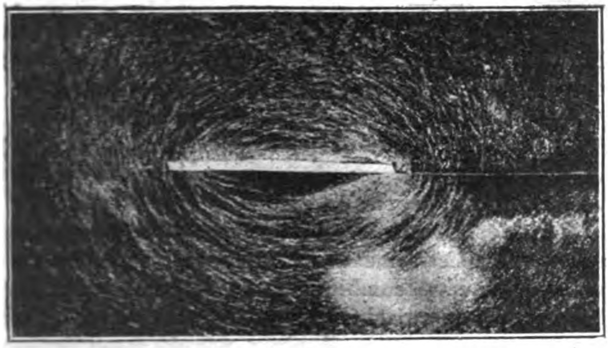
1° Le conducteur de retour étant très éloigné, les lignes de force décrivent presque des ellipses qui sont plus denses vers les bords de la lame ; 2° le conducteur de retour étant juxtaposé dans un même plan au conducteur d'aller, il y a concentration du flux sur les bords contigus ; 3° les deux lames étant superposées et séparées par une épaisseur de papier seulement, le flux est presque nul. Pour 1° et 2°, les pertes par courants de Foucault sont, par conséquent, plus élevées que pour 3°. Ces mêmes auteurs admettent que la première disposition donne lieu à deux systèmes de courants de Foucault, circulant, l'un sur la face large, l'autre, prédominant, sur la face latérale (edge effect, effet de bord).

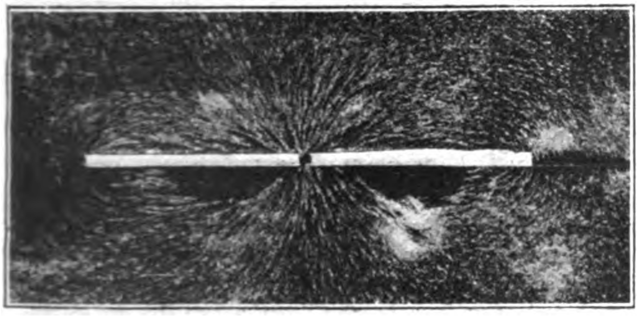
Quoi qu'il en soit, ces deux effets sont essentiellement la manifestation d'un seul et même phénomène, qui est la tendance du courant alternatif à se localiser à la périphérie du conducteur.

Digitized by Google

Les figures 8, 9 et 10 sont la reproduction des spectres magnétiques photographiés par ces trois auteurs.

Tubes de cuivre. — On a constitué d'abord un tube fendu de 2,22 cm de tour en enroulant l'un des rubans déjà essayés (larg. = 2,22 cm, $e = 0,0076$ cm) sur un





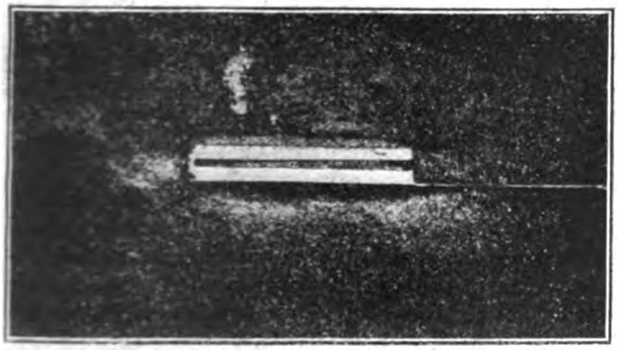


Fig. 8. Ruban de cuivre chargé à 107 A alternatifs, fréquence = 838 p.sec. — Fig. 9. Rubans de cuivre aller et retour juxtaposés, chargés à 120 A alternatif, fréquence = 858 p : sec. — Fig. 10. Rubans de cuivre aller et retour, superposés chargés à 120 A alternatifs, fréquence = 858 p : sec.

mandrin cylindrique en bois. Le tube avait 12 m de longueur et environ 7,2 mm de diamètre. On a trouvé pour $\frac{R'}{R}$, à la fréquence de 100 000 p : sec, le nombre 1,005 qui, aux erreurs d'expériences près, concorde avec celui que donne la formule d'une lame indéfinie appliquée à ce tube. Pour le ruban primitif, on avait $\frac{R'}{R} = 1,38$ à 100 000 p : sec ; par conséquent, l'effet de bord augmente de 40 pour 100 la résistance en courant alternatif par rapport à la résistance en courant continu.

La figure 11 représente les variations de $\frac{R'}{R}$ en fonction de la fréquence pour un tube de cuivre continu de 3,18 mm de diamètre extérieur, de 0,65 mm d'épaisseur,

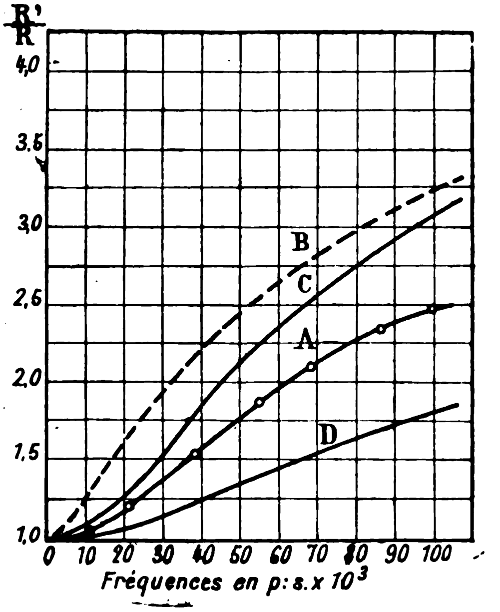


Fig. 11. — Variation du rapport $\frac{R'}{R}$ en fonction de la fréquence pour un tube de cuivre continu. A, tube de cuivre. $d = 3,18$ mm, $e = 0,65$ mm ; B, fil cylindrique massif de même section ; C, valeurs calculées pour un ruban infini de même épaisseur $e = 0,65$ mm, ou ce qui revient au même, pour un tube de diamètre infini qui aurait cette épaisseur ; D, valeurs calculées pour un fil massif de 0,65 mm de rayon.

de 25 m de longueur, réparti en deux tronçons horizontaux et parallèles, connectés électriquement par quatre soudures et distants d'axe en axe de 20 cm.

Il est assez curieux de constater que la courbe OA, relative à ce tube, occupe une position moyenne entre la courbe C correspondant à un tube de diamètre intérieur infini et de même épaisseur et la courbe D correspondant à un diamètre intérieur nul et ayant un rayon égal à l'épaisseur du tube.

Comparaison de l'effet pelliculaire pour différents types de conducteurs. — Pour la transmission de courants alternatifs de fréquences comparables à celles utilisées en télégraphie sans fil, il convient de choisir le profil du conducteur tel que, pour une section donnée et un poids de cuivre donné, les pertes soient minima, c'est-à-dire que l'effet pelliculaire soit éliminé. Or, ce profil optimum dépend, jusqu'à un certain point, de la fréquence elle-même.

Digitized by Google

Prenons celle-ci égale à 100 000 p : sec et, au moyen de courbes telles que celles de la figure 12, exprimons les valeurs de $\frac{R'}{R}$ en fonction de la section mesurée en millimètres carrés.

La courbe supérieure est relative à des fils cylindriques massifs; les petits cercles qui la coupent correspondent aux numéros de la jauge A. W., de 20 à 9, à partir de l'origine. Tous les autres points correspondent à des conducteurs de profils différents. Ce sont donc les fils ronds massifs qui présentent la plus grande résistance effective en courant alternatif; cependant, celle-ci

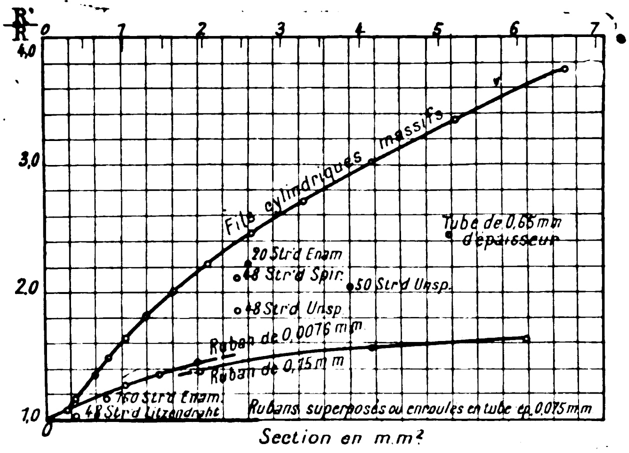


Fig. 12. — Comparaison de l'effet pelliculaire pour différents types de conducteurs, à 100 000 p : sec ($\lambda = 3\,000$ m).

est encore plus grande pour le toron à sept brins non isolés et d'autant plus que la torsion est plus forte.

Tous les essais faits jusqu'ici sur les paquets de fils non torsadés indiquent une diminution de la résistance effective qui dépend du nombre de brins, de leur transposition intérieure et de leur écartement.

Les nombres accolés aux cercles noirs indiquent : 20 un paquet de 20 brins émaillés; 48 (supérieur) une torsade de 48 brins; 50 un autre paquet de 50 brins sans torsion; 160 un paquet de 160 fils émaillés et non toronnés; 48 (inférieur) un écheveau de 48 fils tressés. Pour ce dernier le rapport $\frac{R'}{R}$ est très voisin de l'unité.

Bien au-dessous de ces points se placent la plupart des rubans de cuivre, comme on le voit sur la figure; celui qui a 0,076 mm d'épaisseur donne une courbe plus élevée que le ruban de 0,15 mm d'épaisseur. Comme on l'a déjà dit ci-dessus, l'effet de bord dans une lame de 0,076 mm d'épaisseur, qui devrait être deux fois plus large qu'un ruban de 0,15 mm d'épaisseur pour avoir la même section, l'emporte sur l'effet pelliculaire à 100 000 p : sec; on se place, par conséquent, dans des conditions désavantageuses en laminant un ruban de 0,15 mm jusqu'à 0,075 mm d'épaisseur pour l'utiliser à une fréquence de 100 000 p : sec. La limite d'épaisseur que l'on peut donner à une lame, tout en lui conservant une section déterminée, dépend évidemment de la fréquence, qui règle la profondeur de pénétration δ. Les expériences n'ont pas encore été poussées assez loin pour qu'on puisse fixer l'épaisseur limite économique; de ce qui précède, à 100 000 p : sec, celle-ci serait aux environs de 0,076 mm pour des sections inférieures à 6 mm².

Il apparaît que le seul moyen d'éviter les effets de bord (edge-effect), si l'on veut utiliser des conducteurs très minces, consiste à superposer deux rubans traversés en sens contraires par le courant ou encore à les enrouler en forme de tube cylindrique. La figure 12 montre que, dans ces deux cas, on a effectivement $R' = R$ quelle que soit la section.

Il y a cependant une limite à l'emploi de deux rubans servant respectivement de conducteurs d'aller et de retour; car cette combinaison accroît très rapidement la réactance de capacité linéique. Au contraire, et quelle que soit la fréquence, il n'y a pas de considérations électriques qui restreignent l'emploi de conducteurs tubulaires très minces. Pour des raisons mécaniques, ces conducteurs comprendraient un noyau isolant sur lequel on tresserait des fils de cuivre très fins et très nombreux, sans torsion, ce qui permettrait de réduire indéfiniment l'effet pelliculaire puisque l'effet de bord ne peut plus se produire.

Conclusions. — Naturellement, les auteurs ont encore proposé des théories pour expliquer l'effet pelliculaire dans les conducteurs cylindriques massifs éloignés du conducteur de retour et dans une lame de largeur indéfinie. Les formules trouvées donnent des résultats comparables à ceux fournis par l'expérience. Ils ont également établi, d'une façon assez élémentaire, la formule qui représente l'impédance d'un long câble droit constitué de sept fils également espacés entre eux et sans torsion. Dans cette combinaison il y a six fils répartis autour du septième qui constitue l'âme. Nous n'avons pas l'intention d'exposer aujourd'hui ces théories qui pourront aussi bien faire l'objet d'une étude à part.

Nous avons déjà rappelé que, dans un travail antérieur, MM. Kennelly, Laws et Pierce [1] avaient étudié l'effet pelliculaire dans les conducteurs jusqu'aux fréquences de 5000 p : sec, travail qui a été continué par MM. A.-E. Kennelly et H.-A. Affel pour les fréquences comprises entre 10000 et 100000 p : sec; c'est celui que nous venons d'analyser. Un résumé de l'ensemble de ces recherches, éminemment pratiques, paraît tout indiqué.

1. — Les mesures du rapport $\frac{R'}{R}$ qui définit l'effet pelliculaire, pour des fils cylindriques massifs en cuivre et aluminium, donnent des nombres en concordance très étroite avec ceux calculés par la fonction de Bessel de la théorie Heaviside-Kelvin, jusqu'aux fréquences de 100 000 p : sec.

[1] *Proceedings of the Amer. Instit. of Elec. Eng.*, 16 septembre 1915, t. XXXIV, p. 1749-1814, 26 fig.

Digitized by Google

2. — Au-dessous de 100 p : sec, le rapprochement des conducteurs a une influence relativement faible, c'est-à-dire que le voisinage immédiat des conducteurs d'aller et retour parallèles n'augmente pas beaucoup l'effet pelliculaire. Pour de plus hautes fréquences, l'effet du voisinage devient plus marqué, quelle que soit la forme des conducteurs, pourvu qu'ils soient distants de moins de 20 cm.

3. — Les câbles en fils de cuivre et d'aluminium, sans torsion, semblent avoir le même rapport d'impédance pelliculaire que les conducteurs massifs de même section; mais le toronnage augmente ce rapport, par suite de l'intervention de l'effet de torsion qui s'ajoute à l'effet pelliculaire.

4. — Les lames de cuivre ont une résistance effective beaucoup plus élevée que celle déduite de la théorie des lames indéfinies. La différence provient de courants de Foucault engendrés par le flux magnétique alternatif lié à la lame et qui la coupe principalement vers les bords. L'effet de voisinage est très prononcé dans les rubans métalliques aux hautes fréquences et dépend beaucoup de la position relative des conducteurs d'aller et de retour.

5. — A section égale, l'effet pelliculaire se fait moins sentir dans les tubes de cuivre que dans tous les autres conducteurs essayés, quelle que soit leur forme.

6. — Les demi-tubes obtenus par une section longitudinale d'un tube de cuivre subissent un effet pelliculaire plus prononcé que le tube entier dont ils émanent, mais moindre que celui d'une lame de même épaisseur et de même section.

7. — Pour réduire l'effet pelliculaire dans un circuit alternatif à 5000 p : sec, il faut constituer celui-ci de conducteurs tubulaires ou de cylindres creux, droits et parallèles, distants d'au moins 20 cm. Inversement, on obtiendra le maximum de distorsion du courant par l'emploi de tiges rondes, massives, de grand diamètre et très rapprochées. Les rubans de cuivre sont moins sujets à l'effet pelliculaire que les tiges massives de même section, mais cet effet est plus prononcé qu'on le croit généralement.

Les essais aux fréquences comprises entre 10000 et 100000 p : sec ont donné les résultats suivants.

8. — Le rapport $\frac{R'}{R}$, relatif à un câble formé de sept fils parallèles de diamètres égaux, est le même que celui d'un seul conducteur cylindrique massif ayant la même section, jusqu'à la fréquence de 100000 p : sec. On en conclut que la division d'un fil rond en un toron de brins non isolés qui se touchent n'altère pas l'effet pelliculaire.

9. — La torsion des brins dans le même sens a pour effet d'augmenter le rapport $\frac{R'}{R}$.

10. — Mais pour un toron constitué de brins parallèles et isolés, ce rapport est plus faible que pour un conducteur massif de même section et diminue très vite quand on augmente l'écart entre brins.

11. — Le tressage qui a pour conséquence une transposition des fils à de fréquents intervalles affaiblit l'effet pelliculaire.

12. — L'effet pelliculaire dans les rubans de cuivre est ordinairement moindre que dans les fils ronds de même section.

13. — En augmentant la largeur d'un ruban de cuivre dans de certaines limites, on augmente aussi sa résistance effective par suite de l'apparition du phénomène que les auteurs appellent l'effet de bord.

14. — La superposition de deux rubans parallèles, séparés par une faible épaisseur d'isolant et servant de conducteurs d'aller et de retour réduit l'effet pelliculaire à celui qui est dû à leur épaisseur seulement; il n'y a plus d'effet de bord sensible.

15. — Celui-ci disparaît aussi si on roule le ruban en forme de tube fendu, et, par conséquent, cette fois encore, l'effet pelliculaire se réduit à l'action de l'épaisseur du tube.

16. — Les fentes longitudinales pratiquées avec une fine lame dans un ruban de cuivre mince ne changent pas d'une façon appréciable la valeur du rapport $\frac{R'}{R}$.

17. — Pour avoir un conducteur toronné présentant l'effet pelliculaire minimum aux fréquences utilisées en télégraphie sans fil, il faut le constituer de brins séparés par une forte épaisseur d'isolant (double guipage au coton), tresser ces brins pour les transposer et éviter toute torsion dans un seul et même sens.

18. — On donnera de même à un ruban plat son efficacité maximum en le laminant jusqu'au moment où l'effet de bord qui croît avec la largeur compense la diminution de l'effet pelliculaire consécutive à la réduction de l'épaisseur.

19. — Le conducteur métallique idéal à employer aux hautes fréquences est celui qui a la forme tubulaire puisque, en lui donnant un support mécanique interne convenable, on peut diminuer indéfiniment l'effet pelliculaire en réduisant son épaisseur et qu'il est exempt de l'effet de bord.

B. C.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

La surface des indices et la surface de l'onde dans les cristaux magnétiques [1].

I. Soit d'abord le cas d'un cristal *non magnétique*.

La règle même donnée par Fresnel pour la détermination des vitesses normales des ondes planes peut se traduire ainsi : on coupe, par une sphère concentrique S de rayon quelconque, l'ellipsoïde des indices

$$(E) \qquad \frac{x^2}{K_1} + \frac{y^2}{K_2} + \frac{z^2}{K_3} = 1$$

(K_1, K_2, K_3 étant les constantes diélectriques principales ou les carrés des indices principaux) ; on mène le cône concentrique C qui a pour directrice la courbe d'intersection, puis le cône Γ supplémentaire de C. L'intersection du cône Γ et de la sphère S appartient à la surface des indices.

Ce même cône Γ coupe encore la surface des indices suivant une seconde courbe, qui se trouve sur un ellipsoïde inverse de (E). D'où l'on déduit cette nouvelle règle : on coupe par un ellipsoïde concentrique E, semblable à (E), la sphère de rayon 1 ; on construit les mêmes cônes que précédemment et l'on prend l'intersection de Γ avec un ellipsoïde *inverse de* (E) de grandeur convenable. Le volume de cet ellipsoïde inverse est numériquement égal au produit du volume de E par celui des trois demi-axes de (E).

II. Cette construction *par courbes* de la surface des indices fait connaître deux droites auxquelles est parallèle le plan tangent à cette surface : l'une est menée dans le plan de l'onde normalement au vecteur de Fresnel, c'est le *vecteur magnétique* (force ou induction). L'autre est perpendiculaire au plan tangent à (E) mené par l'extrémité du vecteur de Fresnel ; c'est la *force électrique*.

On voit aisément alors que la surface de l'onde, *lieu des pôles des plans tangents*, se construit, à partir de ces deux vecteurs, de la même façon que la surface des indices à partir du vecteur magnétique et du vecteur de Fresnel, c'est-à-dire du *déplacement électrique* (multiplié par 4π).

L'équation de la surface d'onde s'obtient ainsi sans passer par ces longs calculs dont on est obligé, dans l'enseignement, de faire connaître seulement les résultats. Il est possible d'arriver encore plus directement au but en démontrant, ce qu'avait admis Fresnel, que l'équation de la surface est du quatrième degré. Les directions asymptotiques de la surface sont normales aux plans tangents à la surface des indices qui passent par le centre. Ces plans tangents eux-mêmes ne peuvent être que les plans tangents à l'infini à la sphère et à l'ellipsoïde (E). Aucun doute ne peut subsister sur ce point si l'on considère une surface construite suivant la même loi, en partant non d'un ellipsoïde et d'une sphère, mais de deux hyperboloïdes. Il est également facile de déterminer les directions asymptotiques de la surface de l'onde considérée comme enveloppe de plans.

[1] Communication faite par G. Raveau à la séance du 1er juin de la Société française de Physique.

III. La transformation par polaires réciproques de la figure constituée par une sphère, un ellipsoïde (E) et le cône C conduit enfin à la règle suivante : soit une sphère de rayon et un ellipsoïde inverse de (E),

$$(E') \qquad K_1 x^2 + K_2 y^2 + K_3 z^2 = 1.$$

On construit un ellipsoïde E' concentrique et semblable à (E'), le rapport d'homothétie étant λ, on mène les droites tangentes à la fois à la sphère de rayon 1 et à E' (ailleurs que suivant la courbe d'intersection). *Par le centre, on trace des parallèles à ces tangentes doubles. L'intersection du cône ainsi décrit avec un nouvel ellipsoïde E″ pour lequel le rapport d'homothétie est $\frac{1}{\lambda}$ appartient à la surface des indices. On peut évidemment permuter les rôles assignés à la sphère de rayon 1 et à l'ellipsoïde* (E).

La surface de l'onde se construit de la même façon à partir de l'ellipsoïde (E).

Ces constructions ne mettent en jeu qu'une relation métrique $\left(\text{rapports } \lambda, \frac{1}{\lambda}\right)$, qui se conserve dans une transformation linéaire.

IV. L'examen des équations de la théorie électromagnétique dans le cas d'un cristal *anisotropement magnétique* montre ceci : coupons par un plan diamétral l'ellipsoïde (E) et l'ellipsoïde magnétique dont l'équation (par rapport à des axes qui peuvent être différents) est

$$(M) \qquad \frac{x^2}{\mu_1} + \frac{y^2}{\mu_2} + \frac{z^2}{\mu_3} = 1$$

et déterminons les diamètres conjugués communs aux deux ellipses de section. Ces diamètres sont les directions du déplacement électrique et de l'induction magnétique dans chacune des deux ondes qui peuvent se propager parallèlement au plan diamétral considéré. La vitesse normale d'une onde est l'inverse du produit vectoriel d'un des diamètres de l'ellipse électrique par le diamètre conjugué de l'ellipse magnétique. Cette règle se ramène évidemment à celle de Fresnel dans le cas de l'isotropie magnétique.

On en déduit que les deux constructions données au paragraphe précédent se conservent dans le cas général, à la seule condition de substituer à la sphère de rayon 1 l'ellipsoïde magnétique homologue, dans chaque cas, de l'ellipsoïde électrique. Par suite, les deux surfaces admettent les trois plans conjugués communs des couples d'ellipsoïdes dont elles procèdent et leurs équations par rapport à ces plans se déduisent de celles qu'ont données Fresnel et Plucker, en multipliant les trois coordonnées par des constantes.

Ainsi se retrouvent et se complètent, sans calculs, les résultats que Heaviside n'avait obtenu qu'au prix de développements justement qualifiés par Larmor de *powerful quaternion analysis*.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

La grosse traction aux États-Unis d'Amérique (*Suite et fin*).

Nous donnons ci-dessous la fin de l'article de M. Carlier. Dans la première partie, parue dans le n° 2 du tome II de la R. G. E. du 14 juillet 1917, l'auteur avait indiqué les raisons qui avaient amené les Compagnies américaines à électrifier certaines lignes à grand trafic; il avait étudié ensuite les locomotives électriques du « Norfolk and Western Railway » et du « Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway ». Il termine aujourd'hui en décrivant les locomotives du « Pennsylvania-Railroad » et fait une comparaison de ces trois types de machines.

C. — Pennsylvania Railroad. — L'intérêt de l'électrification de la voie ferrée, qui passe à travers la région montagneuse d'Altoona vers Pittsburgh, saute aux yeux, si l'on considère à la fois l'énorme trafic de marchandises et aussi de voyageurs qui s'y effectue, en même temps que le profil, si difficile, de la ligne.

D'après une prévision établie, en date du 21 août 1916, par M. Wallis, General Superintendent Motive Power à Atkoona, qui a étudié l'électrification de cette ligne ainsi que sa construction et celle des locomotives, le mouvement des trains de marchandises qui, dans les deux sens, atteignait, dans la journée du 30 mars 1912, le nombre respectable de 173 trains comportant 9 170 wagons (moyenne de 53 wagons par train), d'un tonnage total de 378 147 t, serait effectué, grâce à l'électrification, par 132 trains, avec un nombre moyen de 70 wagons par train. Le tonnage moyen par train passera de cette manière de 2 186 à 2 685 t.

Le gain immédiat en capacité de la ligne pour les trains de marchandises seuls et du chef de leur composition plus forte est de 23,5 pour 100. Il faut y ajouter, évidemment, les gains de temps très considérables des trains électriques sur les trains à vapeur.

A ce trafic marchandises, dans les deux sens, de 15 756 t : h, il faut ajouter encore un trafic voyageurs également très important, et pour lequel l'électrification pourra également, plus tard, abréger la durée du trajet, et, donc aussi, augmenter l'activité de la ligne. Pour l'instant, il n'est pas envisagé de faire remorquer les trains à voyageurs qui sont, pour la plupart, des trains rapides qui transitent. Il y a aussi quelques trains ordinaires, mais qui s'acheminent également plus loin que le terminus actuel de l'électrification.

Mais le service d'allège de tous ces trains, qui est actuellement fait à la vapeur, pourra, dans beaucoup de cas, être effectué au moyen des locomotives électriques, et, par voie de conséquence, être accéléré.

Plus tard, seront construites des locomotives à voyageurs.

La forme du courant adoptée est monophasée à 25 périodes, sous une tension au fil de travail de 11 000 v. La construction caténaire pour le fil de trolley est du même type que celle de la ligne Philadelphia-Paoli (fig. 15). Fort de l'expérience de cette construction et des résultats pratiques que cette électrification a déjà donnés, M. Wallis a basé l'électrification d'Altoona-Johnstown sur les mêmes principes. Si la décision devait être prise, à l'heure actuelle, d'électrifier la ligne de New-York à Philadelphia (92 miles, 148 km environ), ce serait, nous a-t-il été affirmé, aux mêmes formes, tension de courant et construction de ligne d'adduction qu'on aurait recours. Ajoutons que, en septembre 1916,

Fig. 15. — Vue de la ligne d'adduction du courant sur la ligne de Philadelphia à Paoli.

le « Pennsylvania Railroad » songeait à cette électrification.

L'énergie électrique sera produite dans une usine spéciale de la Compagnie et transmise à une tension de 110 000 v, sous la forme monophasée, à 13 sous-stations statiques, dont les secondaires des transformateurs alimenteront les fils de travail sous une tension de 11 000 v.

La charge maximum d'énergie électrique pour l'exploitation considérée a été prévue de 13 000 kw par 4 miles (6,500 km environ) de route.

L'usine comportera trois unités génératrices de courant triphasé de 4 500 kw chacune. Mais chacune de ces

unités comprendra à son tour trois turbo-alternateurs de 1 500 kw chacun, couplés en parallèle au point de vue électrique, mais comportant un turbo-alternateur à haute pression de vapeur et deux autres à basse pression, alimentés par la vapeur d'échappement du groupe haute pression.

C'est, assure-t-on, l'ensemble le plus économique de génération électrique, à l'heure actuelle.

Le charbon d'alimentation de cette usine, située dans un district avantageux pour son approvisionnement, revient à 1,15 dollar (6 fr sensiblement) à la tonne (1 016 kg) pris au carreau de la mine. Le transport coûte, en plus, 0,75 fr à la tonne; ce qui le fait revenir, dans la cour de l'usine électrique, au prix très avantageux d'environ 6,75 fr par tonne (1 016 kg).

Les chaudières seront du type Babcock et Wilcox, avec des foyers à grilles fixes mais comportant des chargeurs ou « stokers » à piston sur les grilles et à air forcé sous celles-ci.

Les Américains sont, en général, partisans des régimes intenses pour les foyers; la qualité du charbon y nécessite souvent ces régimes et l'obligation de faire face à des demandes de puissance assez brusques en est aussi une raison.

La traction des trains de marchandises se fera donc par des locomotives au nombre de deux par train, l'une en tête et l'autre en queue sur les rampes de 20 pour 100 et de 10 pour 100.

La charge à remorquer dans ces conditions, par les deux locomoteurs, pourra atteindre 6 400 t (1 016 kg = 1 t) sur les rampes de 10 pour 100 et moins, et de 3 800 t (1 016 kg = 1 t) sur les rampes de plus fortes inclinaisons et atteignant même 20 pour 100.

La figure 16 donne le schéma d'une locomotive. Son poids total, calculé, est de 240 t et son poids adhérent

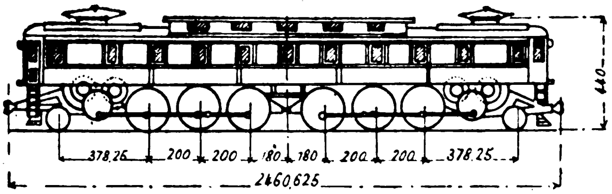


Fig. 16. — Locomotive du Pennsylvania Railroad.

de 198 t. Sa conception est inspirée des locomotives à vapeur du type Mallet, comportant deux trucks moteurs, reliés entre eux par un attelage central flexible et des moteurs à courant triphasé qui attaquent un faux essieu, comme dans la locomotive du Norfolk and Western Railway (fig. 3). Ici, cependant, la disposition employée exige une concentration beaucoup plus forte de puissance par moteur, car les quatre moteurs de la locomotive du Pennsylvania produisent, en régime normal, 4 000 ch, alors que les huit moteurs de la locomotive du Norfolk and Western Ry ne produisent que 3 000 ch.

Quelques données de construction :

Diamètre des roues motrices, 72 pouces (1,82 m).

Tension d'alimentation, 11 000 v.

Tension aux bornes des moteurs, 850 v.

Nombre de moteurs, 4.

Puissance horaire d'un moteur, 1 200 ch.

Puissance continue d'un moteur, 1 000 ch.

Rapport des engrenages, 106 dents à l'engrenage du faux essieu et 21 au pignon d'attaque, calé sur l'arbre d'un moteur.

Puissance horaire de la locomotive à la jante des roues, 4 800 ch.

Puissance continue à la jante des roues, 4 000 ch.

Effort de traction pouvant être développé pendant une heure, à la vitesse de 20 miles (32 km environ) à l'heure : 91 000 livres (41 000 kg).

Effort de traction pouvant être développé d'une manière continue, à la vitesse de 20 miles (32 km) à l'heure : 73 000 livres (33 000 kg).

Au démarrage, avec les moteurs en cascade et la tension de 10 000 v au trolley, l'effort de traction peut atteindre, l'adhérence étant suffisante, 115 000 livres (52 000 kg).

Le service de marchandises, tel qu'il a été envisagé, exigera une soixantaine de locomotives de l'espèce.

La partie électrique de ces locomoteurs est construite par Westinghouse et le montage par les locomoteurs se fera dans les ateliers d'Altoona. Il faut ajouter pour être complet, en ce qui regarde la conception de ce type, que la Société Westinghouse a également collaboré, du moins en ce qui concerne la partie électrique.

La construction d'une première série de ce type était commencée en septembre 1916 aux ateliers d'Altoona, du « Pennsylvania », moment auquel il nous a été donné de voir différentes pièces mécaniques et notamment les premiers longerons que rapporte la photographie (fig. 17).

L'acier coulé est normalement employé pour les longerons des locomotives du « Pennsylvania », depuis environ douze ans; et pour ces locomotives électriques, dont la conception de la partie mécanique est comprise comme le sont les locomotives à vapeur, il en est de même. Le poids de ces longerons est énorme, 6 t environ par longeron; mais, comme le poids de la locomotive est presque entièrement concentré sur les roues motrices, il n'y a pas d'inconvénient au point de vue du poids mort.

On voit aussi à la photographie que la mécanisation de l'acier coulé est des plus complètes : ajustage, boulonnage, rivure, tout cela se fait avec l'acier coulé aussi bien qu'avec l'acier forgé ou la tôle.

L'attaque des faux essieux par les moteurs (deux moteurs par faux essieu) est faite au moyen d'engrenages, mais avec l'interposition de puissants ressorts dont le but est d'amortir les effets des variations de puissances vives des locomoteurs sur les moteurs, ainsi que ceux provenant des brusques variations des couples des moteurs sur les roues motrices.

Un convertisseur mono-triphasé est interposé entre la ligne d'adduction, alimentée en monophasé et les

Digitized by Google

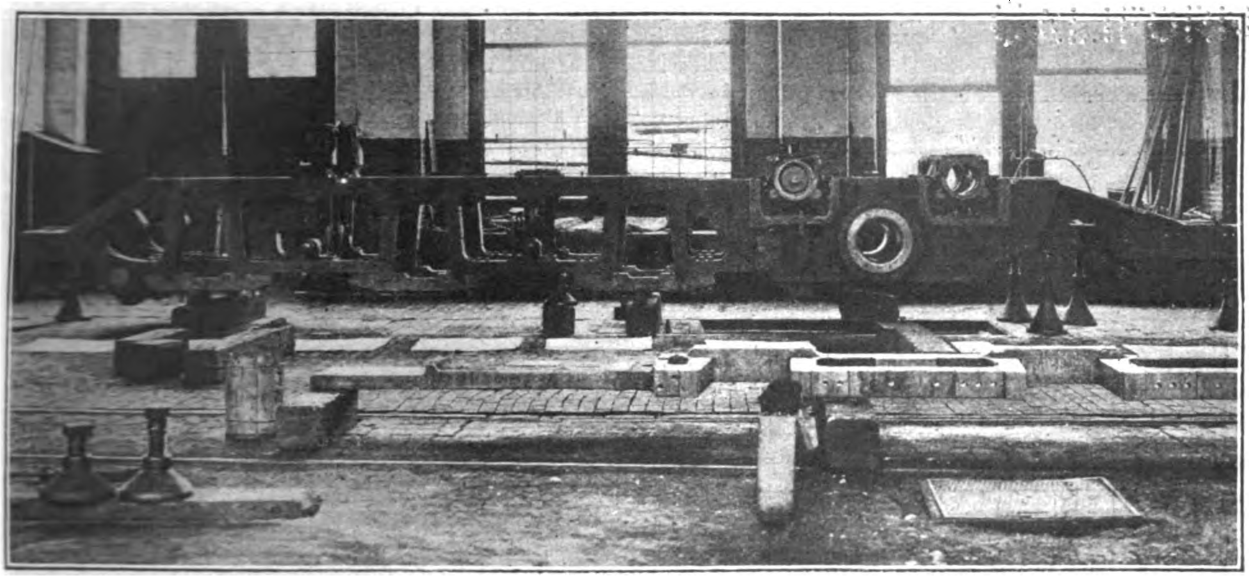


Fig. 17. — Châssis de locomotive électrique en construction dans les ateliers du Pennsylvania à Altoona (1916).

moteurs triphasés actionnant les faux essieux, comme pour les locomotives du Norfolk and Western Ry.

La ventilation forcée des moteurs a lieu, comme dans la locomotive du « N. et W. Ry » et, d'une façon générale, au point de vue électrique, il y a analogie complete.

Entre les locomotives du Norfolk and Western Ry et celles du Pennsylvania, toutes deux mono-triphasées, les comparaisons suivantes peuvent être faites :

	Norfolk and Western Ry	Pennsylvania.	
Poids total	270 t (1 016 kg = 1 t)	240 t	Ces poids n'étaient pas encore vérifiés par l'exécution en septembre 1916
Poids adhérent	220 t	198	
Poids par essieu moteur :	$\frac{220\ t}{8} = 27\ t\ 1/2$	$\frac{198\ t}{6} = 33\ t$	
Nombre de moteurs	8	4	
Nombre de trucks	4	2	
Nombre d'essieux moteurs	8	6	
Nombre de grands engrenages	8	4	
Nombre de pignons	16	8	
Nombre de longerons	8	4	
Puissance horaire :	3 600 ch	4 800 ch	
Puissance continue :	3 000 ch	4 000 ch	
Efforts au crochet de traction, développés d'une manière continue			
10 milles (16,09 km/h)	49 000 kg	28 000 kg	
14 milles (22,5 km/h)			
20 milles (32 km/h)		33 000 kg	
35 milles (56 km/h)	17 200 kg		
Efforts au crochet de traction, développés pendant une heure.			
16,09 km/h		53 000 kg	
22,5 km/h	37 000 kg		
32 km/h		41 000 kg	
56 km/h	21 750 kg		

Les différences entre les poids spécifiques sont énormes ; par cheval-vapeur de puissance *continue*, on trouve :

(1) $\frac{270\ 000\ kg}{3\ 000} = 90$ kg (N. et W. Ry).

$\frac{240\ 000\ kg}{4\ 000} = 60$ kg (Pennsylvania). Ceci tendrait à prouver que la construction du Pennsylvania est un grand progrès par rapport à l'autre ; mais, il faut aussi considérer que le poids par essieu moteur de la locomotive du « N. et W. Ry », de 27 t 1/2 déjà, s'élève à 33 t pour celle du Pennsylvania !

Pour la locomotive à courant continu du « Chicago, Milwaukee and Saint Paul Ry », on trouve :

$\frac{260\ 000\ kg}{3\ 000} = 86,66$ kg par cheval-vapeur de puissance continue ; mais par essieu moteur, le poids n'est que de : $\frac{200\ 000\ kg}{8} = 25$ t.

Cette locomotive se présente donc, sous de meilleures conditions, que celle du « N. et W. Ry », tant pour le poids par essieu moteur, qui est moindre que pour le poids total par unité de puissance.

Il est vraisemblable que, si une concentration de moteurs était faite, comme pour la locomotive à courant mono-triphasé, du Pennsylvania et que le même système de châssis était employé, le poids mort par unité de puissance serait inférieur à celui du Pennsylvania. Toutefois, il faut remarquer que la possibilité de réduire le nombre d'essieux moteurs, tout en gardant la même adhérence, dépend essentiellement de la qualité de la voie sur laquelle une locomotive est appelée à rouler.

(1) Il n'a pas été tenu compte dans le calcul des poids de la différence : 16 kg à la tonne.

Digitized by Google

D'un autre côté, des conditions de stabilité aux grandes vitesses, de souplesse d'inscription dans les courbes et d'autres peuvent prévaloir dans la conception du châssis. A cet égard, l'ensemble constitué par les bogies porteurs d'extrémité et les quatre bogies moteurs dépourvus de liaison mécanique entre leurs essieux semble devoir présenter des avantages sérieux pour une voie de grand développement et dont l'entretien tout à fait parfait serait absolument trop onéreux. Tel paraît être le cas au « Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Ry ».

Le type du « Pennsylvania » est, d'autre part, bien intéressant pour les voies fortes et de bon entretien. La voie du « Pennsylvania », de New-York à Saint-Louis, est d'ailleurs dans ces conditions.

Le problème du meilleur châssis de locomotive à employer est essentiellement d'ordre mécanique ; et, sa solution d'ailleurs difficile, dépend des multiples facteurs, qui concernent, à la fois, la voie, et le matériel roulant. Il appartient à l'ingénieur de chemin de fer de le résoudre au mieux, en se basant sur des études scien-

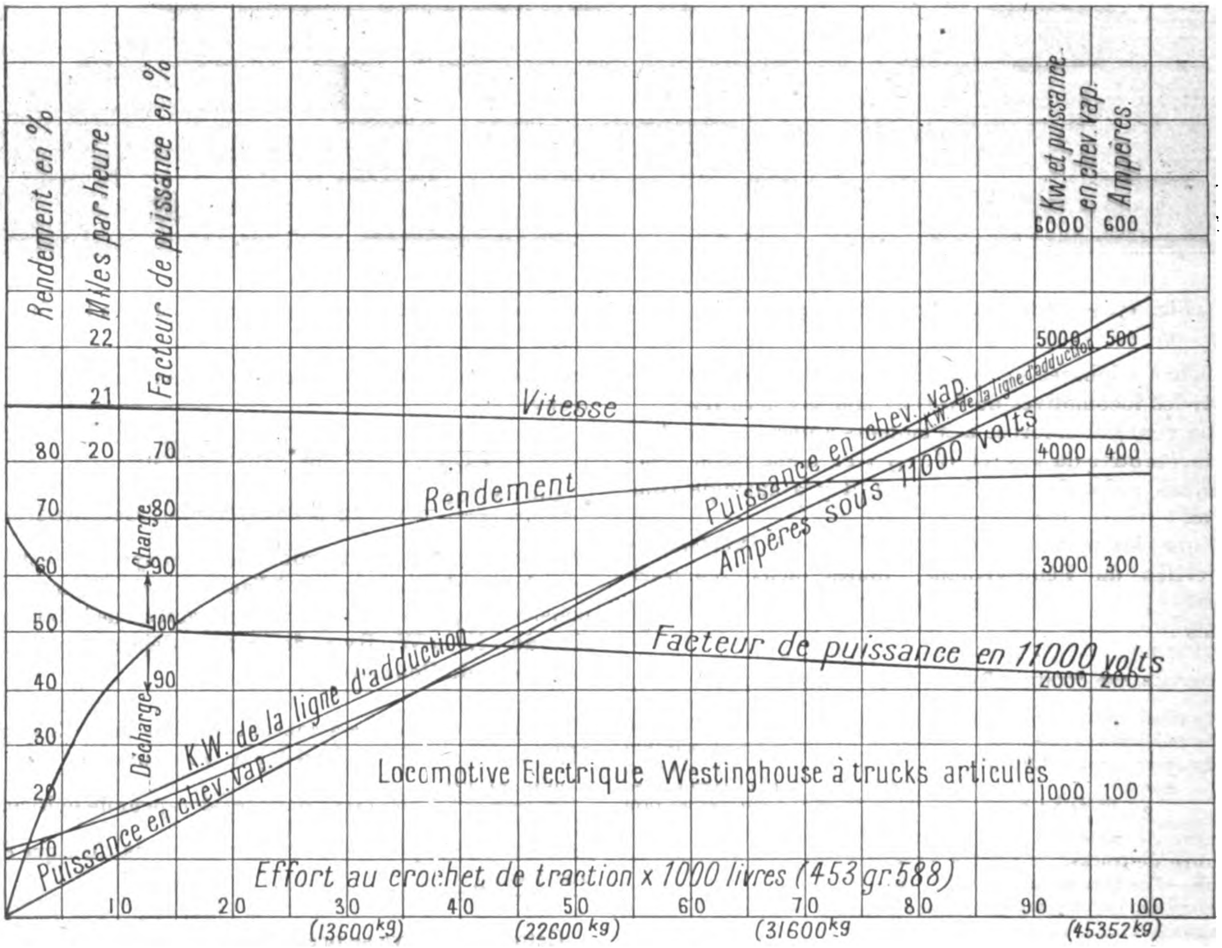


Fig. 18. — Courbes du fonctionnement probable de la locomotive du Pennsylvania.

tifiques approfondies, des résultats d'essais et de multiples observations pratiques.

Les courbes du fonctionnement probable de la locomotive du « Pennsylvania » (fig. 18) sont bien suggestives. Elles montrent plusieurs choses : d'abord, le rendement de la locomotive lancée se tient aux environs de 75 pour 100, pour ne pas dépasser 78 pour 100. La locomotive à courant continu du « Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Ry » rend 88 pour 100 environ. Grave différence en faveur du système continu, mais rachetée, comme on le sait, en tout ou partie par le meilleur rendement pour le système monophasé de transmission de l'énergie électrique de l'usine centrale à la ligne d'adduction ;

Ensuite, la variation du facteur de puissance ;

Enfin, les variations des différents facteurs : énergie électrique, puissance mécanique à la jante des roues, vitesses, efforts au crochet de traction, etc.

Le rendement de la locomotive représenté par la courbe de la figure 18 comprend toutes les pertes de la ligne d'adduction à la jante des roues.

III. Conclusions. — Le problème de la grosse traction des trains de chemin de fer est donc résolu, à

Digitized by Google

l'heure actuelle, comme le prouvent les descriptions des exemples d'application, cités ci-dessus.

Sans doute, des progrès considérables y seront encore apportés dans l'avenir et seront d'une nature telle que de nouveaux avantages, par rapport à ceux déjà recueillis maintenant, pourront en être retirés. Mais cette considération ne peut suffire à l'exploitant de chemin de fer, soucieux des intérêts qui lui sont confiés, pour ne pas passer immédiatement à l'application de ce progrès essentiel, là où il se justifie. Et, nombreux en sont les cas !

J. Carlier,
Ingénieur répétiteur des chemins de fer
à l'Université de Liége.

Revues, analyses et informations

L'éclairage des groupes de rues à Chicago [1].

La ville de Chicago a perfectionné le système d'éclairage qu'elle pratique depuis plusieurs années, en y ajoutant un ensemble de lampes Mazda de 100 bougies montées à environ 10 pieds au-dessus du sol.

Le nombre total de ces lampes doit être porté à 25 000.

Par raison de sécurité, on avait tout d'abord projeté d'employer un transformateur par lampe. On a reconnu depuis qu'il y avait un sérieux avantage économique — environ 13 pour 100 — à monter les lampes en groupes de 10 alimentées en série par des transformateurs logés dans des cabines souterraines et montés eux-mêmes en série.

Le circuit-type comprend un régulateur d'induction monté en série sur une génératrice à 5 050 v et 60 périodes, et une longueur d'environ 22 000 pieds de câble souterrain armé ; des transformateurs de capacité convenable, logés dans les cabines au centre des régions à desservir, sont alimentés par le circuit.

Le secondaire de chaque transformateur, dont le point central est à la terre, est connecté à un circuit d'environ 3 800 pieds. Un groupe de 20 lampes Mazda de 100 bougies avec interrupteur de court-circuitage sont montées en série sur le secondaire.

L'économie de ce montage par rapport à celui qui utilise des transformateurs individuels est due à l'emploi de câble à isolement moyen à la place de câble pour hautes tensions, et à la réduction du nombre des transformateurs.

Le circuit primaire est lui-même alimenté par une station comprenant des transformateurs à 60 périodes par seconde, 12 000 v triangle, 5 050 v étoile, avec neutre à la terre.

L'expérience des sections déjà établies à Chicago a permis d'observer les faits suivants.

Phenomenes à circuit secondaire ouvert. — Quand les circuits secondaires d'un transformateur sont ouverts, le courant sinusoïdal, qui est de 6,6 A, passe néanmoins dans le primaire, qui fait partie d'un couplage en série. Dans ce cas, il se développe au secondaire une onde de tension non sinusoïdal, mais à sommets très pointus.

La valeur maximum de l'ordonnée indique un chiffre normal de 1,95 v par spire et par pouce carré de section du noyau, la valeur efficace de cette tension, également par spire et par pouce carré de fer, est de 0,568 v.

Les transformateurs employés ayant 182 spires au secondaire et 5,314 pouces carrés de section de fer, on relève une tension maximum de 2 040 v, et une tension efficace de 495 v.

En vue de cette élévation de la tension à circuit ouvert, les cables sont essayés à une tension sinusoïdale efficace de 1 500 v correspondant à une tension maximum de 2 120 v.

Toutes les lampes sont munies d'un appareil automatique de mise en court-circuit des bornes en cas de rupture de la lampe. De plus, le secondaire du transformateur est muni d'un appareil analogue fonctionnant quand quatre lampes sont hors service. Ces appareils sont des éclateurs à membrane isolante.

Induction. — Les essais sur les câbles à 5 000 v ont montré que l'armature d'acier de ces câbles constituaient pour le flux magnétique un chemin excellent, à tel point qu'il n'y a pas d'avantage économique à mettre les câbles dans la même tranchée.

Courant de charge. — On a observé une différence marquée entre les valeurs du courant aux deux extrémités du circuit. Cette différence est due au courant de charge combiné avec le courant de la ligne ; pour la compenser, on est obligé d'insérer une bobine de réactance au point de jonction du circuit avec le conducteur de retour.

Facteur de puissance. — Les transformateurs, avec les lampes, ont un facteur de puissance d'environ 98,5 ; le câble un facteur de 95,8 à 91,2 (ce dernier dans les installations les plus anciennes). Le facteur de puissance du régulateur est très faible : 81,3. L'influence du courant de capacité ramène ce chiffre à 89, soit 1 pour 100 de plus qu'avec les lampes au tungstène, et 1,5 pour 100 de plus qu'avec les lampes de 600 bougies.

Section des conducteurs. — La section des câbles a été déterminée en résolvant une équation où figuraient l'amortissement du prix du câble et les pertes d'énergie qu'entraînait son emploi.

Néanmoins, on dut, pour des raisons mécaniques, adopter un chiffre plus fort que celui donné par le calcul.

Phénomènes transitoires à la fermeture des circuits. — Le fait que des circuits contenant des self-inductions et des capacités aient fonctionné sans incidents pendant plusieurs années montre que le système adopté à Chicago ne présente pas de risques sérieux.

Voici d'ailleurs à ce sujet des calculs relatifs à un circuit.

La tension et la fréquence sont respectivement 5 050 v et 60 p : s ; soit L la réactance du régulateur, L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, les réactances des différentes parties de circuit et des transformateurs ; C_1 ... C_6 les capacités des différentes régions du câble.

La fréquence critique (condition de résonance) résulte de l'équation

$$N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_0 C_0}}.$$

[1] William G. Keith. *G. E. R.*, février 1917, t. XX, p. 126-130, 6 fig.

où
$$L_0 = \Sigma (L_1, L_2, \ldots, L_6),$$
$$C_0 = \Sigma (C_1, C_2, \ldots, C_6).$$

Soit, par exemple $L_0 = 1{,}058$ henry,
$C_0 = 0{,}409$ microfarad,
$N_0 = 240$.

Ce chiffre est un harmonique propre de la fréquence 60 et ne provoque point de phénomènes parasites sérieux.

Ce cas est le plus défavorable, il correspond à la somme de toutes les réactances en série avec 8 000 pieds de câble de retour à trois conducteurs formant capacité.

Dans un autre cas, on a relevé

$L_0 = 1{,}085$ henry,
$C_0 = 0{,}579$ microfarad,
$N_0 = 201$.

Soit 3,4 fois la fréquence fondamentale, ce qui ne peut causer aucun trouble.

Les seuls incidents qui pourraient prendre naissance sont éliminés par l'emploi des éclateurs mentionnés ci-dessus.

J. G.

L'industrie électrique en Turquie.

Sous le titre « Le rôle de l'industrie électrotechnique en Turquie », M. Goldberg publie l'article suivant dans l'« Elektrotechnische Zeitschrift », l'organe de la Société des Electrotechniciens allemands, du 25 janvier.

« La Turquie traverse actuellement une période de transition, qui n'a pas seulement commencé avec la guerre, mais a coïncidé avec l'arrivée au pouvoir du parti Jeune-Turc. En premier lieu, avec ses propres moyens et ensuite avec l'aide efficace des puissances alliées, l'empire ottoman cherche à moderniser sa vie économique, au moyen de réformes énergiques et, dans ce but, il fait appel aux services de la technique. On a introduit dans l'empire un grand nombre de machines agricoles, des irrigations de grand style permettront la culture de vastes terrains, on établit des voies fluviales dans les provinces les plus diverses. Les essais d'introduction de l'électricité en Turquie ont été jusqu'ici des plus timides, mais, actuellement, les voix qui attirent l'attention sur les nombreux problèmes qu'est appelée à résoudre l'industrie électrotechnique, se font de plus en plus nombreuses. »

Les villes et les localités ottomanes dans lesquelles l'électricité est mise au service du public se comptent. Il y a, il est vrai, à Constantinople, depuis 1911, une société ottomane d'électricité, qui s'occupe principalement de l'exploitation des tramways de la capitale et, en outre, y distribue du courant pour lumière et force motrice. Il y a également à Damas des installations électriques de force motrice et lumière; l'énergie électrique provient de sept cours d'eau qui arrosent la vallée de Damas. Ces derniers temps, on a érigé à Brousse, l'antique ville de la soie, une usine électrique. La valeur des appareils électriques, y compris quelques petites machines importées en Turquie avant la guerre, était de plus de 9 millions de marks (11 250 000 fr).

» Dans cet ordre d'idées la guerre a amené beaucoup de changements et a ouvert les yeux du peuple turc sur la valeur de l'électricité. L'électricité a fait son chemin jusque dans le désert. Dans le sud de la Palestine et dans la presqu'île du Sinaï, on trouve aujourd'hui l'éclairage électrique dans de nombreuses stations d'étape: on projette d'électrifier la ligne du chemin de fer de Damas à Jérusalem. La direction de l'exploitation du chemin de fer de Hedjaz a découvert dans la partie comprise entre Tell-El-Cheab et Deraa, de grandes chutes, qui pourront être utilisées pour l'industrie. On estime que l'on pourra avoir une puissance de 6 750 kw, qui pourrait être utilisée pour la traction du chemin de fer, et en outre assurer les services de l'éclairage et de la force motrice dans de nombreuses localités environnantes. Tout en s'occupant de ces projets, un journaliste signalait dernièrement l'existence de nombreuses chutes d'eau, qui convenablement aménagées pourraient fournir la force motrice à des fabriques. Il est certain que l'exécution de ces projets exigerait à la fois du temps et de grands capitaux; ces deux conditions sont nécessaires, si la Turquie veut développer, autant qu'il est possible, sa vie économique. Comme l'intérêt de l'Allemagne exige que la Turquie soit industrielle et avant tout agricole, et qu'elle utilise ses richesses minérales, conviction qui se répand de plus en plus, on trouvera certainement des financiers et des banquiers qui s'occuperont de ces entreprises.

» On peut se demander quelles seront les principales applications de l'électrotechnique en Turquie. En première ligne, il faut considérer l'exploitation des mines, qui sont très riches; celle-ci ne s'est pas développée, mais a un grand avenir. Les États centraux sont justement intéressés à l'exploitation des mines turques et à l'extraction de ses grandes richesses métallurgiques, s'ils veulent se rendre indépendants de l'importation des minerais par la mer. Nous pouvons à peine nous imaginer, aujourd'hui, l'exploitation d'une mine importante, sans électricité. Un résultat de l'exploitation des mines sera le signal de l'activité industrielle dans l'État ottoman. Tout fait supposer que, dans les temps les plus prochains, la Turquie restera principalement un État agricole, particulièrement à cause de la création de ses nombreuses irrigations, qui élargiront beaucoup son champ d'action dans cette direction. L'augmentation de la culture du coton aura surtout une grande importance. Cependant, vu le peu de densité de la population, aujourd'hui déjà, la main-d'œuvre ne suffit pas, inconvénient que le gouvernement turc cherche à éviter par l'emploi en grand de machines agricoles. Comme commande on se sert aujourd'hui, dans la plupart des cas, de moteurs à essence ou à pétrole, mais on doit admettre que l'emploi du moteur électrique transportable sera l'idéal pour la Turquie. Il pourrait aussi bien servir pour le battage que pour actionner des moulins, des presses à huile, des concasseurs de tourteaux, des monte-charges etc... sans que sa puissance soit supérieure à quelques chevaux. On doit surtout signaler la commande des presses à huile au moyen d'électromoteurs. La Turquie trouvera dans la culture du coton un champ d'action constant, et elle trouvera l'emploi d'une grande partie de la récolte dans le pays lui-même.

» En ce qui concerne l'existence de l'énergie nécessaire à la production de l'électricité, il faut signaler, outre les chutes déjà mentionnées, l'existence de nombreux gisements de charbon. Jusqu'ici, il est vrai, la Turquie souffre d'une pénurie de charbon malgré l'exploitation du bassin d'Héraclée dont on extrait annuellement de 700 000 à 800 000 t d'un charbon qui ne le cède en rien comme qualité à celui de New-Castle. En prospectant et en exploitant judicieusement les gisements de charbon existants, on pourra remédier à cet inconvénient. Il faut signaler aussi les nombreux gîtes minéraux, dont l'exploitation sera bientôt commencée. Comme, par suite des conditions climatériques, les débits des chutes d'eau sont soumis à de grandes variations, il faudra, dans chaque cas, examiner si elles se prêtent à une

Digitized by Google

utilisation rationnelle. L'Institut météorologique, que l'on fonde actuellement à Constantinople, s'occupera de la détermination des débits des chutes d'eau, aux diverses saisons, et étudiera la possibilité de leur utilisation industrielle. Il est certain que, dans nombre de cas, il serait possible d'installer des usines purement hydrauliques.

« Pour de petites entreprises agricoles, on pourrait avec avantage utiliser la force motrice du vent. Les turbines à air, actuellement construites, actionnant une dynamo à courant continu, permettent, avec l'emploi d'une batterie d'accumulateurs, de ne pas avoir d'interruption de service par temps calme. Quand cela est possible, cependant, il sera préférable de la desservir par une station centrale.

« On ne pourra songer à l'installation de grandes usines qu'après la guerre. Mais on pourrait commencer aujourd'hui une propagande pour l'emploi, dans l'empire ottoman, de moulins à vent. Dans le courant de cette guerre, qui a donné tant d'enseignements, les Turcs ont senti le besoin d'augmenter leurs importations. C'est à l'industrie allemande qu'il appartient d'exploiter ce nouveau champ qui présente tant de promesses. »

L'auteur allemand oublie, dans sa nomenclature des usines électriques de la Turquie, qu'il existait avant la guerre deux sociétés électriques à Beyrouth, l'une s'occupant de la distribution publique de l'énergie électrique, l'autre exploitant des tramways.

Développement de la clientèle des stations centrales et réductions de tarifs (1).

Il existe différentes méthodes de faire profiter les clients d'une Société productrice d'énergie électrique de la diminution du prix de revient produite par l'extension de l'entreprise. Mais la plupart de ces méthodes nécessitent un travail d'écritures trop considérable et ne parlent pas assez aux intéressés. Deux Compagnies américaines : « The Milwaukee Electric Railway and Light C° » et « The Union Electric Light and Power C° of Saint-Louis Mo » ont inauguré un nouveau procédé dont les résultats se sont déjà montrés excellents.

I. — Milwaukee. — Le tarif en vigueur, alors que la Compagnie avait 32 000 abonnés, était un tarif cédulaire suivant les consommations, le taux du premier échelon (le plus cher) étant de 11 cents par kw-h. La demande populaire était pour un abaissement de ce tarif maximum, car on trouvait généralement la différence trop forte entre les taxes de gros et de détail. D'ailleurs, bien que le petit consommateur (ou comme disent les Américains, le consommateur de peu d'heures) ne puisse être servi qu'à perte, même avec un tarif maximum de 12 ou 14 cents, la conviction de beaucoup de dirigeants de stations centrales était qu'un abaissement du taux maximum facilite les affaires. La comparaison entre Compagnies même non concurrentes se fait sur la base du tarif le plus élevé et la tendance générale pendant ces dernières années dans l'établissement des tarifs était de réduire les taxes maxima.

La Compagnie de Milwaukee aurait pu accorder des dégrèvements à des époques quelconques suivant l'examen de ses prix de revient. Mais comme les consommateurs sont le plus souvent ignorants des causes qui influencent ces prix de revient, cette façon de faire, au lieu de leur donner satisfaction aurait pu au contraire éveiller l'idée que le tarif précédent était indûment élevé. La Compagnie trouva donc préférable de faire gagner l'abaissement de la taxe par les consommateurs eux-mêmes en les faisant participer à son propre développement. Elle annonça donc que le premier échelon des cédules serait descendu à 10 cents lorsque le nombre des abonnés atteindrait 40 000 et à 9 cents lorsque ce dernier serait passé à 50 000.

Cette méthode présente les avantages suivants : elle se justifie aux yeux du consommateur qui sait par expérience commerciale que l'on peut vendre moins cher en vendant davantage ; elle est simple et facile à comprendre par tous ; elle entretient l'intérêt des abonnés et leur fixe un but commun avec celui de la Compagnie.

D'autre part, son emploi est rendu possible parce qu'elle procure à la Compagnie un revenu suffisant jusqu'à ce que soit atteint le point justifiant la réduction de taxe. Celle-ci correspond à une diminution du prix de revient, car au début de l'entreprise les frais provenant de l'établissement de lignes étendues mais peu chargées grèvent lourdement l'unité d'énergie vendue. Ces charges s'atténuent au fur et à mesure que la densité des affaires augmente.

Enfin la perte subie par la Compagnie, du fait des petits consommateurs dont on réduit la taxe, n'est guère à redouter, car avec les usages de plus en plus variés de l'électricité domestique, en particulier la cuisine électrique, le nombre des consommateurs du premier échelon devient très faible. Dans le cas présent, ils ne représentent qu'un facteur de charge de 7 pour 100 et l'ensemble du premier et du deuxième échelon correspond à 12 pour 100. La grande majorité des abonnés a le bénéfice du deuxième degré pendant toute l'année et celui du troisième degré (2 cents par kw-h) pendant l'arrière-automne, l'hiver et le début du printemps.

II. — Saint-Louis Mo. — Le 1er septembre 1915 eut lieu un changement radical de tarifs. Au tarif cédulaire à deux degrés (10 et 6 cents) sur la base de la consommation par « chambre active » on ajouta un troisième degré à 3 cents par kw-h, en publiant que ce taux réduit avait pour but de permettre à tous de profiter de la commodité offerte par l'électricité pour la cuisine et le chauffage.

Une campagne active fut alors entreprise pour intéresser le public à l'extension de la Compagnie. On fit ressortir que, sur 120 000 maisons existant à Saint-Louis, 40 000 seulement étaient reliées à l'Union Electric C° avec 60 700 abonnés et l'on annonça que la taxe maximum serait baissée suivant la progression du nombre de consommateurs : 9 cents pour 65 000 ; 8,5 cents pour 70 800, 8 cents pour 75 000. Au delà, on envisagea la suppression du premier degré quand le réseau aurait atteint une saturation suffisante. La campagne se poursuivit par des avis dans les journaux, des bulletins dans les bureaux de la Compagnie, des placards dans la vitrine des magasins, en indiquant toujours le nombre actuel des abonnés et en rappelant le nombre à atteindre pour obtenir un dégrèvement. Les résultats furent des plus satisfaisants. La courbe du nombre des consommateurs accuse un relèvement assez brusque à dater de l'annonce des dégrèvements ; en extrapolant la partie 1913-1915 et en la comparant à la courbe réelle de 1915-1916, on constate une avance de 5 000 clients sur le nombre qui aurait été atteint sans l'idée en question. L'accroissement d'énergie vendue en 1916 sur 1915 est de 16 900 000 kw-h tandis que le maximum antérieur était de 11 000 000 kw-h. Ces chiffres comprennent l'énergie totale, mais ceux afférents à l'énergie domestique présentent les mêmes caractères : accroissement de 1916 sur 1915, 2 100 000 kw;

(1) *Electrical World*, 27 janvier et 3 février 1917, t. LXIX, p. 173, 174, 217 à 219.

Digitized by Google

accroissement annuel moyen antérieur : 1 200 000 kw-h; maximum 1 500 000 kw-h. Enfin les recettes brutes n'ont pas fléchi en 1915-1916 comme elles l'avaient fait en 1911 lors d'une réduction de tarifs précédents.

On peut donc dire que l'idée de faire participer les consommateurs à l'extension de la Compagnie a été couronnée d'un plein succès. Rappelons que cette idée avait été déjà mise en pratique par un fabricant d'automobiles qui accordait à ses clients une ristourne lorsque le nombre des voitures vendues dans l'année atteignait une certaine valeur ($ 40 pour 300 000 voitures). M. B.

La répartition des frais généraux des usines génératrices en tenant compte du facteur de diversité [1].

L'auteur fait remarquer que la méthode généralement employée pour la répartition des frais généraux sur les divers abonnés ou classes d'abonnés, n'est généralement pas équitablement établie. Les frais occasionnés par un abonné ou une classe d'abonnés se composent de deux parties : la première, rapportée au kilowatt-heure comme unité, constitue le prix de base; la seconde, qui tient compte de la manière et de la quantité dont chaque abonné influence la puissance de pointe de l'usine et du réseau, se traduit par une surtaxe. Comment répartir équitablement entre les divers abonnés les frais résultant de cette deuxième partie ?

A première vue, il suffit de prendre comme mesure pour cette répartition la part de la pointe correspondant à chaque classe d'abonnés; cette part de pointe étant définie comme la puissance en kilowatts demandée par cette classe d'abonnés à l'usine au moment de la pointe maximum de cette dernière. D'une manière générale, comme il n'est pas facile d'établir cette valeur pour chaque classe d'abonnés, on se contente de prendre comme base la demande maxima de chaque abonné et on s'arrange de manière que le tarif de surtaxe varie suivant les modes d'utilisation des kilowatt-heures, d'après la forme de la courbe qu'on peut prévoir. Avec cette méthode, on arrive à ce que, par exemple, les abonnés de lumière, dont la demande maxima coïncide avec la pointe de l'usine, paie pour 1 kw pris au-dessus de la puissance prévue une surtaxe beaucoup plus élevée que les abonnés de force motrice, dont la demande maxima se produit à un autre moment et dont la part de pointe n'est qu'une fraction de la demande maxima. Cette manière d'opérer n'est pas exacte, l'auteur le démontre par de nombreux exemples. Il suppose, par exemple, deux abonnés preneurs d'une certaine quantité d'énergie par vingt-quatre heures. Le premier demande cette énergie d'une manière continue pendant les vingt-quatre heures, sans que sa part de pointe dépasse sa demande maxima; le second demande la même quantité d'énergie au moment de la pointe maxima de l'usine, mais pendant le reste du temps laisse la possibilité à l'usine d'utiliser par ailleurs les machines et la puissance du réseau qu'il faut lui réserver au moment de la pointe. Il est évident que le premier occasionne à l'usine des frais généraux beaucoup plus considérables que le second.

D'autre part, chaque abonné qui demande de la puissance à l'usine en dehors du moment de la pointe occasionne évidemment des frais généraux, car il faut que le réseau soit alimenté pour lui et, si deux abonnés utilisent une partie de la puissance de l'usine, l'un après l'autre, à des moments différents, il n'est pas juste de faire supporter pour cette partie les frais correspondant au capital et autres frais généraux seulement à celui qui demande de la puissance au moment de la pointe maxima de l'usine et, dans une certaine mesure, de libérer l'autre de ces charges.

L'auteur donne ensuite une méthode plus rigoureuse pour répartir ces frais entre les abonnés ou les groupes d'abonnés en partant des courbes de charge.

Supposons que nous ayons sur le réseau un grand nombre d'abonnés. Pendant la première heure, les abonnés A_1, B_1, ... E_1, ayant tous une ligne de charge rectangulaire, utilisent complètement leur puissance maximum pendant cette heure. Pendant l'heure suivante, nous avons affaire, par exemple, à trois abonnés A_2, B_2, C_2 et ainsi de suite jusqu'à la n[ième] heure, pour laquelle les abonnés sont A_1, B_1 ; les lettres a_n, b_n, etc., dans la figure 1 désignent les de-

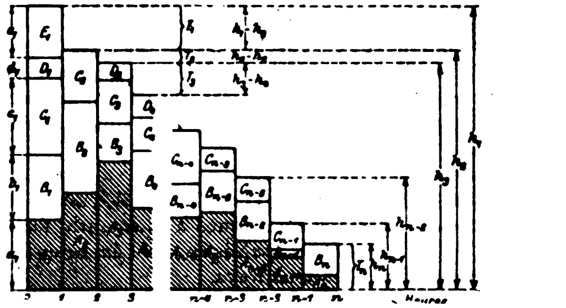


Fig. 1 — Courbes de charge d'une station centrale pour un grand nombre d'abonnés.

mandes maxima en kilowatt pour chaque abonné. Nous désignerons de plus par h_1, h_2,..., etc., la puissance maxima en kilowatts demandée pour chaque heure. Nous admettons de plus que chaque groupe d'abonnés est désigné par le même indice que celui de la puissance totale horaire correspondante et qu'on a rangé ces différents groupes sur la figure de gauche à droite dans le même ordre que les puissances horaires : $h_1 > h_2 > h_3 > h_n$,..., etc

Nous appellerons « puissance équivalente » ou « kilowatts équivalents » le nombre de kilowatts sur lequel doit porter, pour chaque groupe d'abonnés, la surtaxe. La somme de toutes les puissances équivalentes doit être égale à la somme des parts de pointe ou, en d'autres termes, égale à la pointe maxima de l'usine (abstraction faite des pertes dans les transformateurs, les canalisations, etc.)

Nous allons déterminer la puissance équivalente pour l'abonné A_1. La puissance totale à développer à la station centrale pour alimenter tous les abonnés est h_1. Nous pouvons supposer l'usine génératrice divisée en n parties T_1, T_2,... T_n, respectivement égales à $h_1 - h_2$, $h_2 - h_3$... $h_{n-1} - h_n$, h_n.

La première partie $T_1 = h_1 - h_2$ kw, ne sera utilisée que pendant une heure, la seconde $T_2 = h_2 - h_3$ kw pendant deux heures et ainsi de suite jusqu'à T_n qui sera utilisée pendant n heures.

Pour le groupe d'abonnés A_1, le nombre de kw maximum a_1, doit être réparti sur les n groupes T définis ci-dessus ; au groupe T_1, on attribuera évidemment $a_1 \times \frac{h_1 - h_2}{h_1}$, au groupe T_2, $a_1 \times \frac{h_2 - h_3}{h_1}$ et ainsi de suite, jusqu'au groupe T_n, qui se verra attribuer $a_1 \times \frac{h_n}{h_1}$.

Les frais occasionnés par a_1 pour la partie T_1 doivent être supportés par l'abonné A_1 seul ; les frais occasionnés par a_1 pour la partie T_2 doivent être supportés moitié par

[1] Hugo EISENMENGER, *Elektrotechnische Zeitschrift*, 7 et 14 décembre 1916, t. XLIX, p. 663-665, 14 décembre 1916, t. L, p. 682-686, 11 fig.

Digitized by Google

l'abonné A_1, moitié par les abonnés qui utilisent la partie I_1 pendant la deuxième heure et ainsi de suite; finalement on voit que la portion des frais totaux à imputer à l'abonné A_1, exprimée en puissance équivalente, est représentée par la somme

$$KA_1 = \frac{a_1}{h_1}\left(\frac{h_1-h_2}{1}+\frac{h_2-h_3}{2}+\frac{h_3-h_4}{3}+\ldots\frac{h_{n-1}-h_n}{n-1}+\frac{h_n}{n}\right)$$

d'une manière générale, on aura pour l'abonné A_m :

$$KA_m = \frac{a_m}{h_m}\left(\frac{h_m-h_{m-1}}{m}+\ldots+\frac{h_{n-1}-h_n}{n-1}+\frac{h_n}{n}\right).$$

Nous admettrons que tous les abonnés désignés par les lettres A_1, A_2,...., etc., sont réunis en un seul que nous désignerons par A, la ligne de charge de cet abonné est alors représenté par la partie hachurée de la figure 1.

La puissance équivalente pour ce nouvel abonné A est évidemment égale à la somme des puissances équivalentes composantes $KA_1 + KA_2 + \ldots\ldots + KA_n$. Si, d'autre part, nous désignons par q_1, q_2, q_3..... les rapports $\frac{a_1}{h_1}$, $\frac{a_2}{h_2}$, etc., nous obtenons :

$$K_A = (h_1 - h_2)\,q_1 + (h_2 - h_3)\,\frac{q_1+q_2}{2} + \ldots$$
$$+ (h_m - h_{m+1})\,\frac{q_1+q_2+\ldots+q_m}{m} + \ldots$$
$$+ (h_{n-1} - h_n)\,\frac{q_1+q_2+\ldots+q_{n-1}}{n-1} + h_n \times \frac{q_1+q_2+\ldots q_n}{n}$$

q est un nombre indéterminé; pour pouvoir le représenter géométriquement par une longueur, il faut choisir une unité. Il est avantageux de prendre comme unité de longueur la capacité h_1 de l'usine. On portera alors les différentes valeurs de q correspondant aux abscisses de même indice et on obtiendra ainsi une courbe en escalier représentée en ponctué dans la figure 2. Comme on a choisi h_1 comme unité, pour l'intervalle 0 — 1, $a = q$; l'expression $\frac{q_1+q_2+\ldots\ldots+q_m}{m}$ représente la moyenne arithmétique des ordonnées correspondant aux abscisses comprises

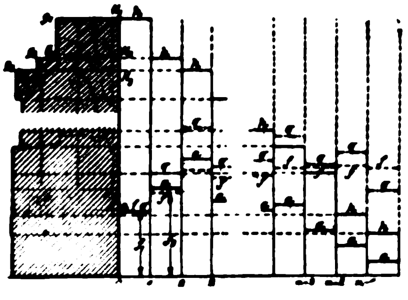


Fig. 2. — Représentation graphique de la grandeur K_A.

entre O et m : désignons la par f_m, nous pourrons écrire plus simplement l'expression K_A, de la manière suivante :

$$K_A = (h_1 - h_2)\,f_1 + \ldots + (h_m - h_{m+1})\,f_m + \ldots$$
$$+ (h_{n-1} - h_n)\,f_n + h_n f_n. \qquad (1)$$

Si nous portons en H_1 sur la figure 2 parallèlement à l'axe des abscisses vers la gauche la longueur $H_1 g_1 = OF_1 = f_1$: la surface du rectangle $H_1\,g_1\,G_1\,H_2$, représente le premier terme de l'équation 1, en opérant de la même manière pour les autres termes, on obtient dans la figure 2 une surface hachurée qui représente K_A. Comme OH_1 est prise comme unité, si on construit sur OH_1 un rectangle de surface équivalente à la partie hachurée, soit h, sa hauteur, on aura $K_A = OH_1 \times h = 1 \times h$. La hauteur de ce rectangle représentera donc la puissance équivalente K_A pour l'abonné A. L'échelle des kilowatts est alors la même que celle des ordonnées de la courbe de charge.

Nous avons supposé, pour plus de simplicité, que les intervalles 0 — 1, 1 — 2, etc., avaient une longueur représentant une heure, mais nous pouvons prendre des longueurs plus petites sans changer le raisonnement, à condition qu'elles restent égales entre elles; en continuant la division jusqu'à ce que nous arrivions aux éléments infiniment petits, nous obtiendrons, sans altérer les résultats, au lieu des courbes en escalier des figures 1 et 2, les courbes de la figure 3.

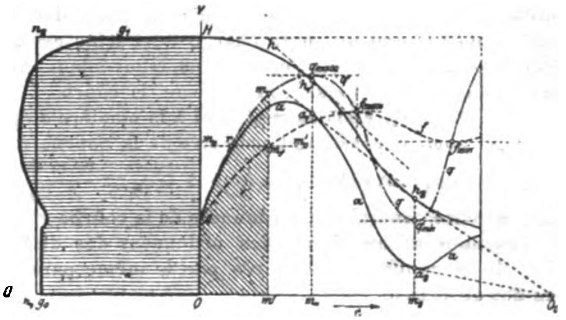


Fig. 3.

Voyons maintenant comment on opère pratiquement pour obtenir la puissance équivalente d'un abonné ou d'une classe d'abonnés, connaissant la courbe de charge de l'usine et la courbe de charge de cet abonné ou de cette classe d'abonnés (fig. 4). Soit B la première courbe et b la seconde. On

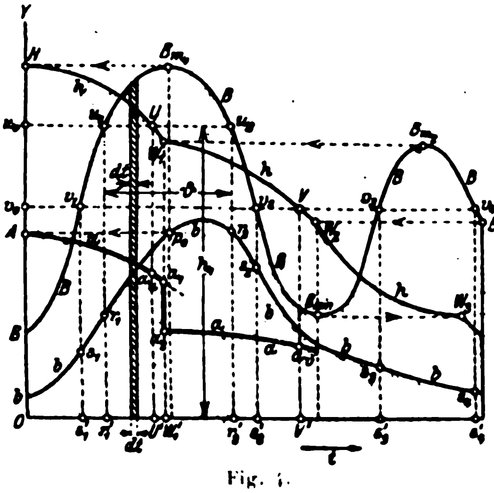


Fig. 4.

commence par déduire de la courbe B la courbe h, puis la courbe a de la courbe b; de ces deux courbes a et h, on déduit d'abord q, puis la courbe f et enfin la courbe g. En construisant enfin le rectangle équivalent à la surface comprise à l'intérieur de la ligne g, on obtient la puissance équivalente, comme il est indiqué ci-dessus, pour l'abonné considéré ou de la classe d'abonnés.

Courbe des valeurs de h. — On la déduit de la courbe B en disposant les différentes ordonnées de cette courbe en

Digitized by Google

ordre décroissant de la gauche vers la droite (fig. 3). Pour déterminer OH, on mène par le point b, le plus élevé de la courbe, B une parallèle à l'axe des abscisses, la courbe h part du point H. Si nous considérons une autre ordonnée quelconque h, nous trouverons en général au moins deux points u_1 et u_2 sur la courbe B. En prenant tous les éléments de surface infiniment petits correspondant à une variation dt et possédant une ordonnée supérieure à h_1 et en opérant comme dit ci-dessus, l'ensemble de ces éléments occupera une surface de largeur égale à $u_1\, u_2$; par conséquent, la courbe h passera par un point U tel que $u_0\, U = u_1\, u_2$. On pourra ainsi déterminer autant de points qu'on le voudra. Si la parallèle à l'axe des x rencontre plus de deux points v_1, v_2, v_3 et v_4, on prendra naturellement $v_0\, V$ égal à $v_1\, v_2 + v_3\, v_4$.

Courbe des valeurs de a. — Par définition, cette courbe représente les valeurs instantanées de la puissance demandée par l'abonné au moment où la charge de l'usine est h. De même que sur la courbe B, nous avons trouvé deux valeurs pour l'ordonnée h_1, nous trouvons sur la courbe b deux valeurs $r'_1\, r_1$, $r'_2\, r_2$. En nous reportant à la manière d'opérer ci-dessus, nous voyons que l'ordonnée de la courbe a correspondant au point U doit être égale à $U\, a_u = \frac{r'_1\, r_1 + r'_2\, r_2}{2}$.
D'une manière générale, les ordonnées de la courbe a seront les moyennes arithmétiques des ordonnées des différents points de la courbe b rencontrés par le même parallèle à l'axe des abscisses.

Courbe des valeurs q. — Par définition, nous avons posé $q = \frac{a}{h}$; nous avons pris comme unité la valeur $\overline{OH}$. La longueur représentant q contiendra donc $\frac{a}{h} \times \overline{OH}$ unités de longueur. Pour déterminer la valeur de q, on transposera sur du papier millimétré les courbes a et h et on calculera à la règle les valeurs de q en se servant de la formule $q = \frac{a}{h} \times \overline{OH}$. On peut aussi les déterminer à l'aide de triangles semblables, mais la pratique a montré que la méthode précédente est plus simple.

Courbes des valeurs f. — Les ordonnées de la courbe f sont représentées par la hauteur d'un rectangle pour chaque

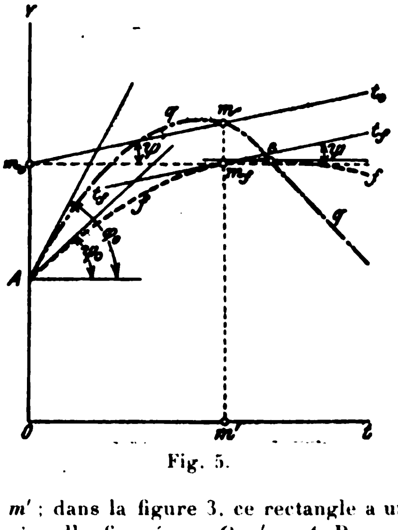


Fig. 5.

abscisse $O\, m'$; dans la figure 3, ce rectangle a une surface équivalente à celle figurée en $O\, m'\, m\, A$. Pour obtenir ce rectangle, il suffit pour chaque point de mener une droite $m_0\, m'_0$ parallèle à l'axe des abscisses de telle sorte que la surface $A\, m_0\, r$ soit équivalente à la surface $m\, m_f\, r$. Un opérateur ayant l'habitude de ces déterminations n'a pas besoin de planimètre pour effectuer ces opérations ; il pourra s'aider utilement des courbes reportées sur papier millimétré, comme on l'a indiqué précédemment. Il est facile du reste de déterminer la tangente en un point quelconque de cette courbe (fig. 5) ; en effet, par définition, on a :

$$f = \frac{\int_0^t q\,dt}{t}$$ où f représente l'ordonnée de la courbe f au temps t.

$$f \times t = \int_0^t q\,dt \quad \text{d'où} \quad f\,dt + t\,df = q\,dt,$$

$$\frac{df}{dt} = \frac{q - b}{t},$$

la tangente à la courbe f est parallèle à la ligne $m_0\, m\, t_0$.

Courbe des valeurs g. — La construction de cette courbe est très simple. Il suffit pour chaque point de la ligne h de mener une parallèle à l'axe des abscisses vers la gauche à partir de $O\, H$ et de porter sur ces parallèles des longueurs égales aux ordonnées de la courbe f. — On détermine ensuite le rectangle équivalent à la surface $H\, g_1\, g_0\, O$; la hauteur de cette tringle donne la puissance équivalente correspondante.

Pour établir ces courbes, il faudrait évidemment prendre la courbe de charge correspondant à l'année tout entière, pour déterminer exactement la puissance équivalente. En pratique, il suffit, dans les cas ordinaires, de prendre les courbes de charge d'un jour saillant du solstice d'été et du solstice d'hiver. Selon les circonstances, on pourra tenir compte des courbes de jour et des courbes de nuit pour les deux. La figure 6 donne un exemple pratique de la méthode

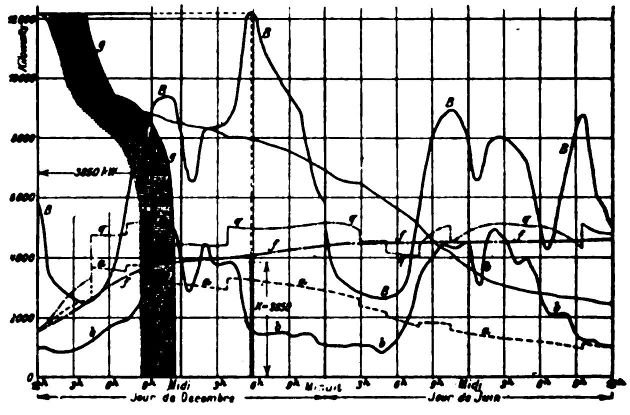


Fig. 6.

ci-dessus, appliquée à une usine génératrice américaine. La puissance totale se compose de trois parties principales : 1° traction ; 2° éclairage des rues ; 3° lumière et force. La figure 6 se rapporte seulement à la troisième partie ; elle montre la comparaison entre la charge due à la force motrice seule et la charge due à l'ensemble de l'éclairage et de la force motrice. On a choisi un jour de décembre et un jour de juin. La pointe maximum a lieu en décembre, un peu avant 6 heures du soir, avec environ 12 200 kw. La part de pointe de la force motrice à cette heure est seulement d'environ 800 kw ; la puissance équivalente atteint 3 850 kw, à cause de la forte demande aux autres heures.

E. P.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société anonyme immobilière des Forces motrices du Vercors.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 30 MAI 1917.

Les recettes de l'exercice ont atteint 1 283 232 fr, en augmentation de 374 491 fr sur celles de 1915.

Les dépenses se sont élevées à 504 056 fr, en augmentation de 44 745 fr.

Le bénéfice de l'exercice ressort ainsi à 779 675 fr contre 450 441 fr, en augmentation de 329 233 fr.

Sur ce bénéfice il a été porté 300 000 fr au fonds d'amortissement et de renouvellement et 26 000 fr pour amortissement d'obligations.

Il a été, de plus, porté en amortissement 78 000 fr représentant la partie démolie de la ligne Romans-Valence disparaissant de l'actif et 72 000 fr pour usure anormale du matériel.

Après ces prélèvements, les bénéfices distribuables ressortent à 303 675 fr, ce qui a permis de répartir 35 fr aux actions de 1 à 3 400; 40 fr aux actions de 3 401 à 6000 et 51,20 fr aux parts de fondateurs.

Les demandes d'énergie ont été croissantes au cours de l'exercice et la Société s'est préoccupée d'accroître ses moyens de production : elle a commandé un nouveau groupe de 3000 ch pour son usine de Bourniillon; elle a acquis des droits de riverainetés pour une puissance de 4000 ch sur le Doux et 2000 ch sur un affluent de la Drôme, et elle a commencé immédiatement l'aménagement de la première de ces chutes près de Tournon-sur-Rhône.

La chute de l'Ecancière près de Romans, pouvant produire 2000 ch, sera terminée au cours de l'été.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Immobilisations	8 896 209,24
Caisses et banquiers	269 104,81
Titres en portefeuille	37 966,25
Débiteurs divers	543 724,74
Approvisionnements	130 991,32
	9 877 996,36

Passif.

	fr
Capital	3 000 000 »
Obligations hypothécaires	3 987 000 »
Réserve par obligations remboursées	13 000 »
Réserve légale	36 463,46
Fonds d'amortissement et de renouvellement	920 722,79
Coupons à payer	180 537,62
Créditeurs divers	943 042,86
Profits et pertes	797 229,63
	9 877 996,36

Compagnie des Tramways électriques de Bordeaux-Pessac.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 4 JUIN 1917.

Les résultats d'exploitation, pendant l'exercice 1916, se présentent favorablement, la Compagnie ayant obtenu une augmentation du chiffre de ses recettes qui ont passé de 372 332 fr à 396 216 fr, tout en diminuant le chiffre de ses dépenses qui a été de 192 652 fr contre 208 949 fr en 1915.

Le solde bénéficiaire de l'exercice a été de 181 421 fr dont il a été tout d'abord déduit 25 000 fr pour réfection et 7821 fr pour la réserve légale; un dividende de 5 pour 100 a été distribué aux actions, et après un prélèvement de 51 124 fr pour amortissement du capital, il a été reporté à nouveau 3 195 fr.

Le département a approuvé, au cours de l'exercice, le traité de fourniture d'énergie de la Compagnie avec la Société d'énergie électrique du Sud-Ouest, ainsi que le projet de fusion avec les Compagnies de Bordeaux-Bouscat et de Bordeaux-Léognan; mais, en raison des circonstances, le Conseil a décidé d'ajourner la réalisation de ce projet.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Actionnaires	175 000 »
Compte de premier établissement	2 151 030,40
Cautionnement de concession	4 933,34
Droits de transmission et impôt sur le revenu	2 887,19
Débiteurs divers	7 434,31
Magasin :	
Exploitation	50 161,90
Construction	16 785,95
Caisse et banques	171 487,91
Comptes d'ordre	160 »
	2 579 881 »

Passif.

	fr
Capital actions (647 actions amorties	2 135 300 »
Réserve légale	68 044,32
Réserve spéciale pour grosses réfections	61 131,75
Réserve pour amortissement	80 011 »
Créditeurs divers	50 078,54
Comptes d'ordre	160 »
Profits et pertes :	
Solde au 31 décembre 1915	3 733,71
Bénéfice de l'exercice 1916	181 421,68
	2 579 881 »

Compagnie universelle d'Acétylène et d'Électrométallurgie.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 24 MAI 1917.

Les recettes brutes de l'exercice se sont élevées à 3 280 242 fr et le solde créditeur du compte profits et pertes

Digitized by Google

a été de 2950992 fr, chiffre qui n'avait encore jamais été atteint précédemment. Mais ces résultats se présentant comme exceptionnels les amortissements pratiqués ont été évalués en tenant compte des aléas que présente l'avenir. Ceux-ci se sont montés au total à 2383085 fr dont :

214169 fr, moitié de la somme nécessaire pour parfaire les amortissements des exercices 1914 et 1915 ;
945603 fr, amortissement normal moyen des dépenses d'établissement ;
150000 fr, amortissement supplémentaire pour usure anormale du matériel ;
451750 fr, amortissement de la partie inutilisable des dépenses spéciales de guerre ;
100000 fr, augmentation de la provision pour garantie des débiteurs.

Enfin, en raison du caractère exceptionnel de l'exercice, il a été également prélevé :

221562 fr, pour amortissement supplémentaire (établissement et transformation) ;
300000 fr, pour provision pour accidents et risques de guerre.

Un dividende de 35 fr par action et de 14,40 fr par part bénéficiaire a été distribué et il a été reporté à nouveau 12656 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Caisses, banques, effets à recevoir	1 466 314,66
Débiteurs divers et dépôts de garantie	1 087 225,74
Valeurs en portefeuille	29 000 »
Marchandises, mobilier, outillage	217 697,39
Marchandises fabriquées et matières premières	441 490,25
Usines de Clavaux :	
Dépenses de premier établissement	5 633 959,21
Dépenses de tranformations	374 320,90
Usines des Roberts	3 790 714,81
Apports et brevets anciens	Mémoire
Brevets nouveaux, solde	4 386,85
Parts bénéficiaires rachetées	305 100 »
Frais d'installation bureaux Paris	568 »
	13 350 777,92

Passif.

	fr
Capital actions	3 800 000 »
Réserve légale	99 739,58
Coupons à payer	41 367,50
Créditeurs divers	2 335 671,60
Compte de garantie des débiteurs	68 437,36
Compte pour amortissement sur marchandises, mobilier, outillage	200 600,05
Provision pour réparations usines	228 682,28
Provision pour amortissement de pertes sur stocks	200 000 »
Amortissements usines sur :	
Dépenses de premier établissement	3 040 000 »
Dépenses de transformation	371 235,70
A reporter	10 385 734,07
Report	10 385 734,07
Reliquat de l'exercice 1916	14 051,70
Profits et pertes : Solde créditeur	2 950 992,15
	13 350 777,92

Société marseillaise de Crédit industriel et commercial et de Dépôts.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 25 MAI 1917.

Les résultats de l'exercice écoulé ont permis la distribution d'un dividende de 5 pour 100 aux actions sur les sommes dont ces actions sont libérées ; les bénéfices nets, après amortissements effectués, se sont élevés en effet à 2541818 fr.

L'examen du bilan fait ressortir à l'actif l'augmentation des comptes suivants : portefeuille, effets et bons de la Défense pour 25458074 fr ; les avances sur titres et reports pour 3038275 fr ; les comptes courants débiteurs pour 3240983 fr, tandis que les débiteurs par acceptation sont en diminution de 6183804 fr ; au passif les comptes de dépôts et comptes courants créditeurs sont en augmentation de 38531513 fr et les effets à payer en diminution de 6153536 fr.

L'actif réalisable au 31 décembre 1916 s'élève à 170311934 fr contre un passif exigible de 110552090 fr, soit un excédent de 59759843 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Caisse, banque et Trésor	18 545 604,30
Portefeuille et bons de la Défense nationale	66 688 374,98
Rentes, actions, obligations et participations diverses	18 356 519,33
Avances sur titres et reports	21 696 902,83
Comptes courants	44 019 646,26
Débiteurs par acceptations	1 004 886,84
Comptes d'ordre et divers	1 259 090,27
Immeubles sociaux	5 250 000 »
Succursales (établissement et installation)	4 550 000 »
Actionnaires, versements non effectués	10 610 750 »
	191 981 774,81

Passif.

	fr
Capital	55 000 000 »
Réserve statutaire	4 232 500 »
Réserve supplémentaire	14 550 000 »
Réserve immobilière	2 250 000 »
Dépôts et comptes courants	109 546 400,61
Effets à payer	1 005 690 »
Compte d'ordre et divers	1 819 723,81
Profits et pertes, Bénéfices de l'exercice 1916	2 541 818,72
Report des profits et pertes des exercices antérieurs	1 035 641,67
	191 981 774,81

Revues, analyses et informations

Les banques de l'Est, leur rôle, leur avenir.

Tous ceux qui, avant la guerre, se préoccupaient de l'avenir industriel de la France, savent combien le développement de nos industries de toutes sortes a été rapide dans les régions de l'Est pendant ces dernières années. Ils savent aussi le rôle important qu'ont joué dans ce développement les banquiers de la région. L'un de ceux-ci, et non des moindres, M. Ch. Renauld, récemment décédé, avait, peu de temps avant sa mort, rappelé ce rôle dans quelques pages écrites sur la demande de la Société industrielle de l'Est [1]. Ces pages viennent de paraître sous le titre ci-dessus ; il nous a paru utile de les mettre sous les yeux de nos lecteurs et nous les reproduisons intégralement.

Qu'est-ce que l'orgueil ? Le catéchisme nous répond que c'est une estime désordonnée des avantages qu'on a, ou qu'on croit avoir, qui fait qu'on se glorifie en soi-même et qu'on se préfère aux autres.

Il semble bien, puisqu'il n'est question que de soi-même, que l'orgueil cesse d'en être quand il est collectif, corporatif national : car il correspond alors à une exaltation non plus de la personne elle-même, mais de la collectivité, devenant ainsi de l'amour-propre professionnel ou une patriotique fierté.

Cette constatation m'a semblé utile au seuil de réflexions sur l'action bancaire et au cours desquelles il ne sera pas dit de mal du tout de cette action dans le Nord-Est et notamment en Lorraine. Il me fallait établir que l'orgueil qu'on partage avec d'autres n'est plus de l'orgueil.

« Du rôle des banques, méthodes anciennes, procédés nouveaux » Tel est l'enclos dans lequel je dois contenir mes ébats et qui est assez vaste pour permettre de folâtrer à qui n'est plus poulain.

L'enclos est vaste d'ailleurs, très vaste. La Banque n'englobe-t-elle pas tous les compartiments de l'activité économique, puisqu'un banquier est tout simplement un marchand, un pourvoyeur, ou un courtier de crédit, de ce même crédit dont dépend toute affaire en création ou en développement.

Or la marchandise que tient ou procure le banquier est d'une nature délicate. Voici comment je la définissais à la Conférence de banques de province, tenue à Nancy en septembre 1909 : « Ce crédit est, pour ainsi dire, cette marchandise subtile et apparemment impondérable, qui se trébuche pourtant, mais avec les poids tout à fait spéciaux de l'observation et de l'estime, de la prévision et de la sagesse ».

Pour n'être qu'un intermédiaire, le banquier est appelé à remplir une fonction des plus importantes : rapprocher le capital du travail et servir de lien entre eux, ce qui est peu en soi. La difficulté et l'écueil consistent moins dans le travail lui-même de rapprochement que dans l'opportunité et surtout le dosage de rapprochement. Si donc tout bon courtier doit être doublé d'un psychologue, c'est a fortiori indispensable pour un banquier. Les erreurs d'appréciation lui sont d'autant moins pardonnées qu'ici la victime, l'argent, a d'extraordinaires facultés de mémoire. « Pas de cœur » a dit de lui Lamartine, « mais de la mémoire infiniment ».

Le banquier occupe un poste d'observation qui le rend attentif aux besoins de capitaux comme aux sources d'approvisionnement et le constitue trop souvent l'arbitre du camp, fonction la plus lourde entre toutes ses fonctions.

La banque n'est pas autre chose, n'exigeant point une grande technique spéciale, mais simplement de la clarté, de l'équilibre, du bon sens et un peu d'intuition ; car il ne suffit pas de faire face aux besoins nés, il faut encore en faire naître en secondant des « sujets ».

Eh bien, les banques françaises ont-elles, pour leur ensemble, rempli leur vocation ? Oui, répondrai-je, en tant que fonction d'intermédiaire, mettant l'emprunteur en rapport avec le prêteur ; non en tant qu'objet et que but. Il n'y a pas l'effort, surtout quand c'est le moindre effort ; il y a aussi le but, but que les banques françaises n'ont pas atteint sauf exceptions notamment dans le Nord-Est.

Ce qui importait d'abord c'était de féconder le pays, d'en activer l'industrie et de l'armer financièrement, avant d'aller armer autrui, c'est-à-dire nous susciter des concurrents à nous-mêmes ou les fortifier.

Dans ce manquement des banques à leur vocation, il faut que chacun prenne ses responsabilités, banques, public, industriels et pouvoirs publics.

Les banques, en ce qu'elles sont allées au moindre effort et à la moindre responsabilité, pour plus de lucre ; ne leur était-il pas plus facile et plus fructueux de s'occuper de placements étrangers à commissions moins étroites, n'exigeant aucun contrôle ni actuel ni ultérieur ! Le public, en pratiquant le dénigrement national cher aux Français. Les industriels, en marchandant à l'excès la rémunération des concours, quand au contraire, ces concours eussent justifié plus de générosité à cause de leur caractère d'assistance et de contrôle permanents et de facilités moindres pour le placement des titres par la raison ci-dessus de dénigrement national. Enfin les pouvoirs publics, en traquant si maladroitement et avec tant d'injustice le capital il y a quelques années. Chacun doit faire sa coulpe.

Voilà le passé des banques en général. Il est fait de nonchalance et d'apathie de leur propre part, de snobisme du côté du public, d'une certaine étroitesse chez les industriels et de la part de l'État d'une méconnaissance complète des égards qui sont dus au capital qui est pourtant du travail et de l'épargne accumulés, choses hautement honorables.

Si à ces lacunes dans le rôle des banques, on ajoute les infériorités et les impuissances d'un individualisme suraigu le tableau sera complet.

Passons aux procédés nouveaux, qui n'ont rien de révolutionnaire.

Ce qui devra les dominer, ces procédés, et de toute la hauteur du pinacle au sommet de l'édifice, c'est que désormais sous l'effort de la concurrence mondiale, la vie a cessé d'être un bercement. C'est une lutte. « La vie est un combat » a dit l'Écriture ; la parole sera d'application de plus en plus effective et constante. Travailleurs et capitalistes, négociants et courtiers, industriels et parlementaires auront à s'ingénier de plus en plus dans une action coordonnée à peine de se laisser distancer et finalement anni-

[1] *Bulletin de la Société industrielle de l'Est*, janvier, février, mars 1917, n° 128, p. 8-13.

Digitized by Google

hiler par les rivaux étrangers. Finie la douce conception de se laisser vivre, de se laisser aller. De plus en plus, c'est l'action en commun qui prévaudra et ne prévaudra avec efficacité que dans l'entente et dans le groupement. Il faudra revenir à moins d'individualisme et à plus d'esprit public.

Pour résumer, ce sera plus que jamais le cas de répéter, avec le philosophe, que rien n'est plus mortel à nos sentiments que de croire que les choses puissent être différemment qu'elles sont. En un mot, il faudra toujours s'efforcer davantage.

Qu'auront à faire les banques?

Voici venir les déclarations qui ont déterminé mon préambule : je vais faire l'éloge des banques de notre chère Lorraine.

Or, toute révérence gardée à l'humilité et à la modestie, je ne puis m'empêcher de trouver qu'il restera bien peu d'efforts et d'évolutions à demander aux banques françaises quand toutes, dans leurs rayons respectifs, auront réalisé l'œuvre qu'a réalisée la banque du Nord-Est dans son propre rayon.

Cette œuvre, c'est l'union des banques dans la fécondation, l'industrialisation de toutes les ressources de la contrée. C'est la convergence de l'épargne nationale vers un développement économique régional et partant national, aboutissant à une production active et intense qui a nécessairement pour corollaire l'exportation. Tout comme le schisme est la soupape de la liberté, l'exportation devient la conséquence de cette suractivité.

Ce que, banquiers lorrains, nous avons fait, n'est pas impossible puisque nous l'avons fait. Le plus gros effort a été un démarrage d'idées. Il fallait persuader le public de quelques réalités pourtant bien apparentes, si apparentes qu'elles crèvent les yeux. Il fallait lui suggérer que nos méthodes en valent d'autres : que l'éloignement affaiblit les scrupules ; que l'œil du maître peut difficilement s'exercer à distance ; que nous avons sous la main des émergences sans qu'il soit besoin de passer l'eau ; que placer son argent dans le pays, c'est le placer plusieurs fois, parce que c'est non seulement en tirer un revenu, mais c'est aussi donner du travail aux nationaux et contribuer à l'enrichissement de la patrie ; qu'il vaut mieux exporter des produits fabriqués que du numéraire, etc., etc.

C'est avec des formules flattant autant notre vanité qu'elles vidaient nos poches, comme « la France est le banquier du monde », c'est avec ces formules qu'on a retourné notre épargne contre nous. En Allemagne, dans les années qui ont précédé la guerre, la proportion des capitaux exportés était de 6 pour 100, contre 94 pour 100 affectés à l'intérieur! Chez nous?...

Il a fallu aussi que les banques lorraines prissent résolument leurs responsabilités dans les créations et développements d'entreprises auxquelles elles conviaient leurs clients capitalistes ; responsabilités qui loin de s'évanouir avec la tâche du placement accomplie, ne faisaient au contraire que commencer avec la mise au point de l'entreprise, et continuer indéfiniment avec son exploitation. Il a fallu que les banquiers se contentassent d'un moindre salaire pour plus de labeur et de responsabilité morale. Mais, si les mécomptes ne leur ont point été épargnés (qui affligent toutes les choses humaines) du moins ces mécomptes furent-ils plus rares et surtout moins profonds qu'avec les placements exotiques. Après tout, les banquiers lorrains se sont dit que 5 pour 100 d'intérêt plus 1 pour 100 de sommeil, ça fait encore 6 pour 100 de dividende quand même. La formule a fini par entrer également dans les cerveaux capitalistes.

Un rabâchage hebdomadaire servi avec plus de conviction, sans doute, que de talent, y a contribué ; et le public lorrain dans son ensemble se trouve aujourd'hui acquis à la thèse des placements régionaux et nationaux. Il y a lieu d'espérer que l'après-guerre accentuera encore cette disposition qui n'est que le triomphe du raisonnement et de la logique. Il y aura tant de besoins à satisfaire et tout de suite, et puis la vitalité de la race et ses facultés de rebondissement argumenteront pour qu'on lui fasse confiance.

Du côté des industriels français on doit attendre que, mieux que toute discussion, les exigences de l'argent, par lesquelles l'État lui-même a dû passer, triompheront de leurs réticences à l'égard des banques. Nos industriels comprendront désormais que leurs banquiers, sollicités de tous les côtés à la fois, doivent faire payer décemment leurs services.

Quant aux pouvoirs publics, il faut espérer que leur ancienne manie de taquiner le capital, pour complaire au prolétariat et flatter la démagogie, aura cessé devant les services rendus par le capital. Le courage des combattants aurait été impuissant sans le capital qui a permis le ravitaillement sous toutes ses formes.

En sorte qu'il ne reste plus à résoudre que la question de l'individualisme pour que l'action bancaire opère à l'avenir son plein rendement.

C'est encore de la Lorraine qu'est partie l'initiative de l'action collective sur le terrain bancaire et financier et qui parvenait, comme première manifestation, à réunir le 18 mai 1916, autour de la même table un ensemble d'adhérents atteignant le milliard.

Le groupement alors préconisé par les présidents de la Société Nancéienne de Crédit industriel et de Dépôt et de la Banque Renauld se trouve aujourd'hui réalisé, comblant, dans l'ordre bancaire, la lacune que les autres branches de l'activité auront à combler, à leur tour, dans leur sphère propre.

Maintenant, banquiers mes confrères, au travail et en confiance plus que jamais pour l'assistance à l'expansion économique du pays, moyennant que nous nous placerons sous l'égide de l'entente dans les efforts et leur coordination.

Chambres de commerce.

Chambre de commerce d'Alger. — Dans sa séance du 14 mars, cette Chambre s'est occupée des moyens de remédier à la « crise des transports entre l'Algérie et la Métropole » et a entendu le compte rendu détaillé des démarches faites des deux délégués, MM. Tarting et Lalé, qu'elle avait envoyés en France en vue de rechercher ces moyens. Cette même question a été reprise aux séances des 11 et 25 avril. Parmi les moyens qui semblent de nature à conjurer cette crise, l'amélioration de l'outillage du port de Saint-Louis-du-Rhône a été envisagée.

Dans sa séance du 11 avril, la Chambre a, sur la demande du Consul général de Russie à Alger, envisagé les mesures qu'il conviendrait de prendre pour développer les « relations économiques avec la Russie ». Une étude sur ce sujet, due à MM. A. Borgeaud et Lalé, ayant déjà été approuvée par la Chambre dans sa séance du 13 avril 1915, la Chambre renvoie à cette étude à laquelle sont jointes quelques indications complémentaires sur la création de lignes de communication, l'organisation du crédit commercial et industriel, les tarifs douaniers, l'enseignement de la langue française en Russie et l'adoption du système métrique français.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Les marques collectives de fabrique et de commerce *(Suite et fin).*

Nous avons donné dans le numéro 2 du tome II de la R. G. E., du 14 juillet 1917, une analyse de la première partie du rapport fait au nom de la Commission du Commerce et de l'Industrie, par M. Paul Ribeyre, présenté à la Chambre des députés à la séance dn 16 mars 1917 et relatif aux marques collectives de fabrique et de commerce. Nous publions aujourd'hui une analyse de la deuxième partie de ce rapport qui examine et discute le projet de loi que la commission propose à la Chambre d'adopter.

DEUXIÈME PARTIE

Examen et discussion du projet.

Nous examinerons le projet gouvernemental article par article employant ainsi la même méthode que le rapporteur de la Commission du Commerce et de l'Industrie.

ARTICLE PREMIER (ancien article 23 du projet). — *Les personnes morales, Etats, départements, communes, établissements publics, les syndicats et unions de syndicats régulièrement constitués, les associations, les groupements ou collectivités de producteurs, d'industriels et de commerçants pourvus d'une administration légalement reconnue et de la capacité juridique, peuvent, dans un but d'intérêt économique, industriel, commercial ou agricole, ou pour favoriser le développement du commerce et de l'industrie de leurs membres, posséder une marque de fabrique ou de commerce.*

Ces marques peuvent être apposées soit directement par des personnes morales ou collectivités, à titre de poinçon ou de contrôle, sur certains produits, soit sous leur surveillance et à des conditions déterminées par leurs membres sur les produits de leur fabrication ou de leur industrie ou sur les objets de leur commerce. Les prescriptions générales de la loi du 25 juin 1857 sont applicables aux marques collectives sous réserve des dispositions particulières ci-après.

Cet article étant très complexe, nous l'étudierons par parties.

Les personnes morales : État, départements, communes et établissements publics. — La question de savoir s'il convient d'autoriser l'État, les départements, les communes et établissements publics à être possesseurs de marques soulève de très délicates difficultés. Il est à craindre que la protection de la propriété industrielle organisée par les administrations publiques ne devienne un instrument de protectionisme aveugle et automatique, et on ne doit lui laisser la possibilité de s'exercer que comme mesure défensive et de rétorsion contre une politique étrangère de boycottage des produits français. C'est à tort que l'on croit trouver dans les marques officielles des manufactures nationales des précédents aux marques administratives ; en réalité quoique ces marques appartiennent à des établissements publics, elles n'en sont pas moins des marques individuelles réservées à des établissements bien déterminés. Il en est de même sur tous les produits monopolisés par l'État les marques qui y sont apposées ne sont que des marques de contrôle fiscal et non des marques collectives ou publiques.

De même l'apposition obligatoire de la marque ou du nom du fabricant sur certains produits n'a rien de commun avec une marque collective publique.

Les poinçons mêmes, apposés sur la marque lorsqu'elle fait corps avec l'objet lui-même, n'étant destinés, ni à garantir l'origine ni la qualité mais uniquement à certifier que la marque est bien conforme à la marque déposée, ne peuvent être assimilés à une marque collective publique.

Donc actuellement, il n'existe en droit français aucun exemple de marques d'État. La marque d'État constituerait donc une innovation complète. Présenterait-elle des avantages tels qu'on puisse tenter l'expérience ? C'est ce que nous allons examiner.

Nous avons montré, dans la première partie de cette analyse, toutes les difficultés qu'on rencontrait si on voulait établir des règles fixes pour la détermination de l'origine des marchandises. Si une marque d'État veut certifier l'origine des produits, elle se trouve prise dans le dilemme ou de réquérir pour son apposition des conditions d'origine trop sévères, ou de perdre toute valeur probante aux yeux du public. Les règles adoptées pour la détermination de l'origine des produits devraient, par suite, être à la fois précises et fixes, ce qui est une quasi-impossibilité et serait désastreux pour certaines de nos industries qui, suivant les circonstances, sont obligées de faire un appel variable aux produits étrangers.

D'autre part, devant les difficultés rencontrées, on est forcé d'introduire un certain arbitraire dans la détermination de l'origine réelle des produits, et cet arbitraire exercé par les agents de l'État deviendrait rapidement intolérable, ces agents étant la plupart du temps des non professionnels. Tandis que, s'il est exercé par des autorités syndicales ou intersyndicales élues par les intéressés et compétentes, il sera accepté beaucoup plus facilement.

Ce qui aggrave encore l'infériorité des marques administratives c'est qu'on ne conçoit guère des marques officielles qui ne soient pas obligatoires. Si elles sont obligatoires, c'est mettre entre les mains de l'administration une arme singulièrement dangereuse, lui permettant de boycotter les marchandises étrangères, et néfaste pour la vie économique. Si elles ne sont pas obligatoires, elles seront entièrement délaissées pour les marques syndicales libres, plus souples et moins arbitraires.

Un autre grave inconvénient des marques administratives est que l'État ne pourrait apposer sa marque sur des pro-

Digitized by Google

duits de qualité médiocre, ce qui discréditerait le commerce français à l'étranger: il serait donc forcé de contrôler la fabrication et de lui imposer certaines règles, on retomberait dans le mercantilisme pur.

Les objections faites contre les marques nationales d'État seraient également applicables, à des degrés divers, aux marques municipales et départementales. Nous avons l'exemple de la marque municipale de la ville de Lyon qui, ne pouvant atteindre toute la soierie de la région lyonnaise, avait injustement discrédité des soies qui ne pouvaient être marquées à l'effigie de la ville. Il en serait de même pour les marques départementales, car les départements n'ayant pas leur configuration moulée sur les différences de cultures ou d'industrie sont toujours ou trop vastes ou trop étroits pour que leurs marques ne prêtent pas à des abus.

Enfin, comme dernier argument contre les marques de fabrique ou de commerce organisées par des administrations publiques décentralisées, nous dirons qu'il est à craindre que ces dernières soient soumises à des influences locales, politiques ou personnelles, n'ayant rien à voir avec la défense des grands intérêts généraux du commerce ou de l'industrie.

Il semble aussi que les objections qui viennent d'être faites doivent également s'appliquer aux marques de collectivité de producteurs qui seraient rendues obligatoires par l'administration, et qui deviendraient en fait de véritables marques administrativeset ressusciteraient, en quelque sorte, les anciennes corporations obligatoires dont la reconstitution artificielle n'a pas donné des résultats bien satisfaisants en Autriche et en Allemagne; se ralliant donc à l'opinion de M. Hauet, la Commission estime que le régime des marques à instituer doit être conçu de telle façon qu'il ne puisse jamais aboutir à provoquer, directement ou indirectement, l'établissement d'un régime de syndicats obligatoires.

Les seuls pays possédant actuellement des marques nationales sont le Danemark et les Pays-Bas. En Allemagne, les industriels sont autorisés à apposer sur leurs produits l'aigle impérial allemand, mais cet emblème n'est accompagné d'aucun contrôle sérieux.

En Angleterre, un mouvement très vif s'était produit ces dernières années en faveur de la création d'une marque d'empire et une association « British Empire trade mark Association » s'était fondée dans ce but, mais le mouvement d'enthousiasme qu'avait provoqué l'idée d'une marque d'empire fut suivie bientôt d'une réaction très nette; la Chambre de commerce de Manchester, entre autres, s'est catégoriquement prononcée contre toute tentative de ce genre.

Le nombre de législations étrangères qui ont prévu l'éventualité des marques administratives est restreint : loi allemande du 31 mars 1913, article 3, § 24 *a*; loi danoise du 29 avril 1913, article premier, § 2; loi fédérale suisse du 26 septembre 1890, article 7, § 3; loi australienne du 21 décembre 1905, article 22. Et encore ces différentes lois n'ont pas la même portée, il n'y a guère que la loi allemande qui autorise toutes les autorités de droit public, sans distinction, à organiser l'usage de marques collectives officielles.

Dans l'état actuel des choses, le pouvoir conféré par la loi aux autorités publiques de créer des marques officielles ne doit être considéré que comme moyen de défense éventuelle contre le boycottage des produits français à l'étranger, et encore l'intervention administrative ne devrait avoir lieu que si les associations de producteurs français s'étaient montrées malhabiles à organiser librement de grandes marques syndicales ou intersyndicales.

L'intérêt présenté par les marques officielles serait, d'ailleurs, dans l'état des traités internationaux, limité à la protection de la propriété industrielle française sur le marché intérieur et dans les pays signataires de l'Arrangement de Madrid.

En effet, l'article 7 *bis* de la Convention d'Union générale ne semble pas devoir accorder une protection internationale aux marques de l'État français, et son deuxième paragraphe, même, permettra à certains pays unionistes de refuser de reconnaître les marques administratives étrangères.

Les objections que nous venons de soulever ne s'appliquent pas aux marques que pourraient créer les Chambres de commerce, d'après le pouvoir que leur confère la présente loi. Car les Chambres de commerce sont des établissements décentralisés à base professionnelle et à fonction purement économique. Malheureusement, le champ d'application de telles marques serait limité à la circonscription territoriale des Chambres de commerce qui est fixée par le décret d'institution, et ce pourrait être pour ces marques une cause d'infériorité.

... *Les syndicats...* — Une loi sur les marques collectives ne peut faire autrement que de reconnaître aux syndicats professionnels le pouvoir de créer de telles marques, il n'y a donc pas lieu de discuter l'admission des syndicats au bénéfice des marques collectives. La question se ramène uniquement à préciser les attributions des syndicats et d'éliminer les doutes qui subsistent en doctrine et en jurisprudence relativement à leur compétence en matière de défense des intérêts économiques de leurs membres. D'après l'article 3 de la loi du 21 mars 1884 qui dispose : « Les syndicats professionnels ont exclusivement pour objet l'étude et la défense des intérêts économiques, industriels, commerciaux et agricoles », les syndicats ne peuvent se livrer au commerce et tout le monde est d'accord sur ce principe; la question est donc uniquement de savoir si la possession, l'usage et le contrôle de l'usage d'une marque collective constituent des actes de commerce.

Les actes commerciaux se classent en deux catégories : les actes de commerce par leur nature et les actes commerciaux à raison de la qualité des parties. Les syndicats n'étant pas commerçants, leurs actes ne peuvent être commerciaux que s'ils le sont par leur nature. Or les syndicats poursuivent, avec leurs marques, un but désintéressé et, en tant que syndicat, ils n'y gagnent rien.

Si on admet que ce qui caractérise l'acte de commerce c'est l'entremise qu'il réalise entre le producteur et le consommateur, on avouera que l'apposition d'une marque syndicale n'a rien de commun avec une entremise, le syndicat propriétaire de la marque ne faisant que certifier, par l'apposition de sa marque, la qualité ou l'origine du produit.

D'un autre côté, si on confronte l'usage des marques collectives avec l'énumération que donne des actes de commerce l'article 632 du Code de commerce, on ne peut le rapprocher d'aucune des entreprises comprises dans l'énumération.

Enfin, l'apposition d'une marque collective est bien une opération accessoire aux opérations commerciales des membres du syndicat, mais ce n'est pas une opération accessoire aux actes de commerce du syndicat lui-même puisque, par définition, le syndicat n'est pas commerçant.

Cependant, ce qui précède démontre que la légalité des marques syndicales peut encore présenter des doutes, il faut donc qu'une disposition législative nouvelle précise et étende les principes juridiques admis actuellement,

Digitized by Google

Dans le droit actuel, les syndicats professionnels trouvent déjà les moyens de se constituer régulièrement propriétaires de marques ; ils n'ont pour cela qu'à adopter comme statut légal la loi du 1er juillet 1901 sur les associations ou à créer une association annexe au syndicat et destinée à posséder une marque. S'ils optent pour le régime de la loi de 1884, ils auront tous les pouvoirs nécessaires à l'usage et à la défense de la marque syndicale.

... *Les unions de syndicats professionnels régulièrement constituées* .. La reconnaissance par la loi aux unions de syndicats de la faculté de posséder des marques collectives est une nécessité. Nous avons déjà montré, dans la première partie de cette analyse, que les marques collectives les plus intéressantes, surtout en ce qui concerne l'origine des produits, sont les marques intersyndicales. Il est d'autant plus indispensable de reconnaître aux unions de syndicats la capacité de posséder des marques que, dans le droit actuel, ces unions ne possèdent pas les pouvoirs nécessaires.

Les unions de syndicats sont légales, prévues et organisées par la loi de 1884, mais la personnalité civile ne leur est pas accordée, elles ne peuvent ni posséder des immeubles ni ester en justice. Leur but étant, comme celui des syndicats, la défense des intérêts professionnels, on peut invoquer en faveur de la conformité des marques intersyndicales les mêmes arguments qu'en faveur de la légalité des marques syndicales.

Mais, n'ayant qu'une capacité très limitée, les unions de syndicats, constituées conformément à la loi de 1884, devraient, pour posséder et défendre une marque intersyndicale, faire appel aux institutions générales du droit civil notamment à l'indivision. Or, le régime de l'indivision est pratiquement impossible pour les grandes marques intersyndicales. Il faut donc accorder aux unions de syndicats la capacité de posséder des marques et les meubles et immeubles nécessaires à l'usage de la marque. C'est ce que fait l'article premier du projet, l'article 5 leur conférant la capacité d'ester en justice, mais en dehors de la question des marques, l'incapacité générale des unions de syndicats reste la même : il importe donc de réformer dans le plus bref délai la loi de 1884, ce qui, d'ailleurs, ne saurait tarder. En attendant, il n'est pas douteux que les unions de syndicats puissent opter pour le régime de la loi du 1er juillet 1901 et acquérir ainsi la petite personnalité des associations déclarées.

.. *Les associations, les groupements ou collectivités de producteurs, d'industriels et de commerçants, pourvus d'une administration légalement reconnue et de la capacité juridique*... — L'admission des associations à la possession et à la gestion des marques collectives ne saurait faire l'objet d'aucune hésitation de la part du législateur.

L'article premier de la loi du 1er juillet 1901 définit l'association : « la convention par laquelle deux ou plusieurs personnes mettent en commun d'une façon permanente leurs connaissances ou leur activité dans un but autre que de partager des bénéfices... » il est donc en opposition avec l'article 1832 du Code civil des sociétés commerciales : « la société est un contrat par lequel deux ou plusieurs personnes conviennent de mettre quelque chose en commun dans la vue de partager les bénéfices qui pourront en résulter ».

La possession et l'emploi par une association d'une marque collective va-t-elle lui faire perdre son caractère de simple association et la faire empiéter sur le domaine réservé aux sociétés de commerce ? Certainement non, car ils constituent bien une opération exempte de bénéfices. La marque collective assure, effectivement, à ses usagers des avantages appréciables en argent, car, par la garantie efficace qu'elle donne aux produits marqués, elle en accroît la vente, mais le groupement possesseur de la marque ne réalise pas de bénéfice. A cet égard, le texte proposé dissipera tout doute et donnera aux marques collectives d'associations déjà existantes toute la sécurité juridique désirable.

La seconde partie de la phrase « groupements ou collectivités de producteurs, d'industriels et de commerçants pourvue d'une administration légalement reconnue et de la capacité juridique » remplace le texte initial qui parlait des « groupements ou collectivités de producteurs ou de commerçants représentés par une autorité administrative », elle a pour but de décider que les sociétés non déclarées dont la légalité est reconnue par la loi de 1901, mais qui, d'après l'article 2 de cette loi, n'ont pas la capacité de posséder, d'acquérir et d'ester, n'auront pas non plus la capacité de posséder des marques collectives, tout en l'accordant, conformément à l'article 7 *bis* de la Convention d'union générale, aux collectivités des pays signataires de cette Convention dont l'existence n'est pas contraire à la loi du pays d'origine.

... *peuvent, dans un but d'intérêt économique industriel, commercial ou agricole, ou pour favoriser le développement du commerce et de l'industrie de leurs membres, posséder une marque de fabrique ou de commerce.* Le texte primitif exigeait des marques collectives qu'elles poursuivent un but d'intérêt « général ». Ce mot pouvant prêter à des confusions, la Commission a estimé qu'il valait mieux qualifier le but à poursuivre d' « économique ».

La première objection faite aux marques collectives de commerce est qu'elles ne font qu'indiquer des habitudes commerciales et, par conséquent, ne présentent pas une réelle utilité. A cela on peut répondre que la marque commerciale commune peut acquérir aux yeux du public la même signification que les marques individuelles, il suffira pour cela que les commerçants contrôlent réciproquement et unifient leurs procédés commerciaux, leurs méthodes d'achat et de vente, le choix des objets à vendre, leurs conditions de paiement, etc. De plus, ils bénéficieront de tous les avantages de la publicité collective et de la défense collective des noms commerciaux, et tout cela présente une réelle utilité.

Le véritable inconvénient des marques collectives de commerce est qu'elles permettent, en l'état actuel de la législation, d'induire l'acheteur en erreur sur l'origine du produit acheté, c'est-à-dire que les commerçants adhérents au groupement peuvent apposer la marque collective sur des produits anonymes étrangers et induire ainsi le client en erreur sur l'origine véritable des produits. Un premier moyen légal pour parer aux abus consisterait à exclure purement et simplement les marques de commerce du régime des marques collectives. Ce remède radical serait excessif, car ce serait priver le commerce français d'un instrument puissant d'expansion et de prospérité.

Au surplus, on ne pourrait refuser l'existence légale aux marques de commerce collectives sans la refuser également aux marques de commerce individuelles, ce à quoi on ne peut logiquement songer.

Enfin, l'interdiction pure et simple des marques de commerce collectives exigerait l'établissement préalable d'un criterium de distinction entre le commerce et l'industrie de transformation, ce qui serait un problème des plus délicats et des plus difficiles à résoudre.

Digitized by Google

En outre, l'article 7 *bis* de la Convention de Washington ne contient aucune restriction sur la nature des marques collectives à protéger. Nous devons interpréter largement les termes de l'engagement pris par nous.

Le problème véritable est de savoir si, en admettant les marques de commerce collectives, il ne convient pas de prendre des mesures accessoires pour restreindre ou empêcher les manœuvres dangereuses auxquelles elles peuvent prêter.

M. Lémery, dans sa proposition de loi et dans les articles 10 *bis* à 10 *sexies* de l'amendement qu'il a déposé au projet du gouvernement, propose d'exiger de tout produit circulant en France qu'il porte l'indication précise du nom du producteur, du lieu et du pays d'origine. Nous avons montré plus haut à quelles difficultés pratiques inextricables se heurterait l'application d'un tel système.

On peut même ajouter que ce système aurait pour conséquence de forcer le commerçant français, importateur de produits étrangers, à divulguer aux yeux de ses clients le secret de ses approvisionnements et permettrait à ceux-ci de se passer de son intermédiaire et de s'adresser directement au producteur, ce qui causerait un gros préjudice au commerce français. Les Anglais en ont fait une expérience probante en exigeant que tous les produits allemands importés dans le Royaume-Uni portent la marque « made in Germany ». Le résultat a été une large publicité en faveur des produits allemands et la suppression de l'intermédiaire importateur anglais au profit du commerce allemand.

Le meilleur remède contre l'abus des marques de commerce parait être dans l'institution même des marques collectives. Car une marque de commerce collective recouvrant des produits étrangers serait vite démasquée comme telle et perdrait tout prestige auprès de la clientèle. D'autre part, ce qui fait la force des marques collectives aux yeux du public c'est la publicité obligatoire des règles adoptées par les collectivités pour leur usage et qui constitue une garantie efficace contre la vente des produits étrangers anonymes sous une marque collective de commerce. On peut d'ailleurs espérer que, dans tous les règlements d'emploi des marques syndicales, sous l'impulsion de quelques grandes fédérations intersyndicales, la garantie d'origine française deviendra rapidement une clause de style.

Cependant, pour empêcher tout usage abusif des marques collectives de commerce, la Commission a érigé en un délit spécial le fait de maquiller une marque de commerce collective, de telle sorte qu'elle puisse induire l'acheteur en erreur sur l'origine de la marchandise (voir art. 6).

ART. 2 (ancien art. 25). — *La demande de dépôt d'une marque collective doit être accompagnée du règlement en triple exemplaire déterminant les conditions auxquelles est subordonné l'emploi de la marque.*

Toute modification ultérieure à ce règlement doit faire immédiatement l'objet d'un nouveau dépôt du règlement ainsi modifié.

Le règlement est mis à la disposition du public à l'Office national de la propriété industrielle, qui est tenu d'en délivrer une copie à toutes personnes qui le requerront, moyennant l'acquittement d'une taxe spéciale, qui sera fixée par décret rendu sur le rapport du ministre du Commerce et du ministre des Finances.

Cet article n'a subi qu'une légère modification de pure forme. Son importance est capitale, car en organisant la publicité des règlements d'emploi des marques collectives, il leur donne toute leur efficacité et toute leur valeur de garantie qui repose sur la non-clandestinité des règles qui président à leur apposition.

En conséquence, les collectivités qui créent des marques doivent déterminer leur objet et leur usage, fixer les conditions dans lesquelles elles peuvent être employées, préciser les produits qu'elles peuvent servir à distinguer et les règles suivant lesquelles elles-mêmes ou leurs adhérents peuvent les apposer sur les marchandises. A cet effet, elles doivent établir des règlements spéciaux, rédigés de façon à empêcher tout usage abusif des marques collectives, et connus de tous, aussi bien que la marque à laquelle ils se rapportent. Ces règlements, naturellement, varient suivant les branches d'industrie et les liens qui unissent entre eux les adhérents ou les marques de la collectivité.

ART. 3 (ancien art. 26). — *La marque déposée par les personnes morales ou collectivités ne peut faire l'objet ni de cession totale, ni de concession de gage, ni d'aucune mesure d'exécution forcée.*

Les dispositions de l'article 3 se justifient d'elles-mêmes, il est donc inutile de les discuter.

ART. 4 (ancien art. 27). — *L'annulation du dépôt d'une marque collective peut être prononcée à la requête du ministère public ou de toute personne ou collectivité intéressée :*

1° Lorsque la personne morale ou la collectivité cesse d'exister;

2° Lorsqu'elle a négligé de se conformer aux prescriptions spéciales imposées par la présente loi ;

3° Lorsqu'elle a employé ou laissé employer sa marque contrairement au règlement d'emploi.

En cas d'annulation de dépôt, la marque collective ne peut plus être appropriée pour les mêmes produits par un nouveau dépôt, ni être employée à un titre quelconque. Toutefois, à l'expiration d'un délai de dix ans, une marque collective annulée pourra être reprise et faire l'objet d'un dépôt régulier par une collectivité de même nationalité.

Cet article contient des sanctions spéciales qu'il parait utile de prévoir afin d'éviter de fâcheux abus.

Cependant, il reste entendu que le tribunal pourra, s'il le juge opportun, ne pas prononcer l'annulation d'une marque collective ; il en sera ainsi, par exemple, lorsqu'une collectivité ayant cessé d'exister en droit (ce qui arrive parfois par suite d'une transformation), elle est continuée en fait par une autre collectivité composée des mêmes éléments, poursuivant le même but et comprenant les mêmes membres.

Il importe, en outre, qu'une marque collective dont le dépôt aurait été annulé, ne puisse être employée à un titre quelconque avant un délai suffisamment long, afin d'éviter de tromper l'acheteur. Toutefois, il a paru qu'au bout de dix ans, les signes et dispositions constituant une marque collective pourraient être employés à nouveau sans inconvénient, comme marque, mais seulement par une collectivité de même nationalité qui aurait le droit d'en effectuer un nouveau dépôt régulier. Le texte primitif disposait in fine «..... par une collectivité de même origine ». La Commission a remplacé ces termes par « de même nationalité » pour éviter qu'une collectivité étrangère reprenne une marque jadis possédée et peut-être illustrée par une collectivité française.

ART. 5 (ancien art. 28). — *La collectivité peut, dans toutes les procédures et instances, faire état de l'intérêt particulier de ceux de ses membres qui lui ont donné mandat à cet effet. Ce mandat peut être général et donné une fois pour toutes par l'adhésion au règlement de la collectivité.*

Digitized by Google

Quand une collectivité représente les intérêts particuliers de plusieurs de ses membres dans une instance fondée sur l'emploi injustifié de la marque collective et a fait connaître les noms des parties au début de l'instance en justifiant de son mandat, elle figure seule ensuite dans les actes de la procédure et les jugements.

Ce texte diffère très sensiblement de celui de l'article 28 du projet du gouvernement qui disait :

« La collectivité qui a effectué le dépôt régulier d'une marque peut seule, à l'exclusion de ceux qui sont autorisés à en faire usage, exercer les droits afférents à la marque. Néanmoins, tout membre de la collectivité peut intervenir dans l'action intentée par celle-ci.

» La collectivité peut, dans toutes les procédures et instances, faire état de l'intérêt particulier de ceux qu'elle représente et comprendre, dans sa demande d'indemnité pour cause d'emploi non justifié de la marque collective, le dommage subi par un ou plusieurs de ses membres. »

Ce premier texte reconnaissait implicitement aux collectivités propriétaires de marques, l'exercice du droit de la partie civile, ce qui est tout à fait conforme au droit commun.

Mais la Commission n'a pas cru pouvoir accorder à la collectivité le monopole légal de l'exercice des droits de la partie civile, à l'exclusion de ses membres. Une telle disposition était en opposition formelle avec les principes juridiques actuellement en vigueur. En effet, il est de tradition, en France, que nul ne plaide par procureur; or, d'après l'article 28 initial, l'Association propriétaire de la marque collective devient le procureur d'intérêts distincts des siens.

D'autre part, le monopole de l'exercice des droits de la partie civile, au profit de la collectivité propriétaire de la marque, viole ce principe de procédure que, pour que l'action soit recevable, l'intérêt qui la fonde doit être personnel. En appliquant ce principe à la recevabilité des actions syndicales, la jurisprudence n'a pas adopté moins de trois systèmes, consécutifs ou simultanés en ce qui concerne le critérium de distinction entre l'intérêt syndical et l'intérêt individuel des syndiqués.

Le premier système, système de Waldeck-Rousseau, n'accordait aux syndicats que la défense des droits inhérents à leur personnalité juridique : défense de leur patrimoine et de leur honneur. Ils étaient donc privés de leur mission de défense des intérêts professionnels collectifs.

Le second système, très extensif, définit l'intérêt syndical par son caractère d'intérêt commun à tous les membres du syndicat de la Chambre civile et de la Chambre des requêtes : il fut celui des trois Chambres de la Cour de cassation jusqu'en 1908.

Le troisième système, système de la Chambre criminelle de la Cour de cassation depuis 1908, fait de l'intérêt syndical un intérêt collectif essentiellement distinct des intérêts individuels. Il refuse le caractère collectif à toute action où l'on discerne des intérêts individuels; l'intérêt syndical ne se mesure plus au nombre, mais à la nature des intérêts lésés.

C'est sans doute pour couper court à ces difficultés rencontrées par la jurisprudence, que les auteurs du projet gouvernemental avaient décidé que seul le syndicat serait compétent pour exercer les droits de la partie civile atteints par le mésusage de la marque collective.

Il est certain que cette innovation juridique supprimerait toute hésitation sur la recevabilité de l'action syndicale, en toute hypothèse d'usage illégal de la marque collective, et, par suite, elle étendrait le champ de l'activité syndicale. La réparation du préjudice causé par les contrefacteurs serait d'autant plus complète que l'initiative syndicale se substituerait aux faiblesses et aux hésitations des poursuites individuelles.

Mais, si ce système arme solidement la collectivité au cas où l'adhérent n'agit pas ou agit mal, celui-ci reste complètement désarmé lorsque la collectivité n'agit pas ou agit incomplètement.

Il a donc semblé à la Commission que, pour éviter ces inconvénients, tout en donnant aux collectivités propriétaires de marques toutes facilités désirables pour représenter en justice, dans la même instance, tous les intérêts collectifs, ou individuels, atteints par l'usage illicite de la marque collective, la meilleure solution consistait en la nécessité d'un mandat donné par le syndiqué à son groupement en vue de la représentation en justice, et à donner en même temps toutes facilités pour la collation de ce mandat. Ce mandat pourra être général, donné à toutes fins et une fois pour toutes, par la simple adhésion du syndiqué aux statuts du syndicat, lorsque ceux-ci prévoient que les intérêts individuels des adhérents seront représentés en justice par le Syndicat.

Enfin, pour que les noms de tous les mandats ne soient pas obligatoirement reproduits dans tous les actes de la procédure, le texte de la Commission prévoit que, lorsque les noms des parties représentées auront été fournis au début de l'instance, la collectivité figurera seule en nom par la suite dans tous les actes de procédure et dans les jugements.

Art. 6 (ancien article 29). — *Les pénalités prévues par le titre III de la loi du 23 juin 1857 sont applicables en matière de marques collectives. En outre, sont punis des peines portées à l'article 7 de ladite loi :*

1° Ceux qui, sciemment, ont fait ou laissé faire un usage quelconque d'une marque collective dans des conditions autres que celles prescrites au règlement d'emploi accompagnant son dépôt ;

2° Ceux qui ont sciemment vendu ou mis en vente un ou plusieurs produits revêtus d'une marque collective irrégulièrement employée ;

3° Ceux qui, sur des produits naturels ou fabriqués, détenus ou transportés en vue de la vente, ou vendus, ou sur des emballages, caisses, ballots, enveloppes, bandes, étiquettes, etc., auront sciemment apposé ou laissé apposer une marque collective susceptible de faire croire, si ces produits sont étrangers, qu'ils ont été fabriqués en France ou sont d'origine française, et, dans tous les cas, qu'ils ont une origine différente de leur véritable origine française ou étrangère.

Sont punis des peines portées à l'article 8 de la loi de 1857 :

1° Ceux qui ont fait un usage quelconque d'une marque reproduisant ou imitant une marque collective dont le dépôt a été annulé ;

2° Ceux qui ont sciemment vendu ou mis en vente un ou plusieurs produits revêtus d'une marque collective dont le dépôt a été annulé.

Les pénalités prévues aux numéros 1 et 2 de cet article se justifient d'elles-mêmes.

La Commission a ajouté au texte primitif les mots « ou laissé faire » pour viser les administrateurs d'une collectivité propriétaire de marque qui, par complaisance, ferment les yeux sur des pratiques frauduleuses auxquelles se livraient certains usagers.

Le paragraphe 3, entièrement nouveau, a été ajouté à

Digitized by Google

l'article 29 du projet du gouvernement, pour saisir et châtier la fausse indication d'origine à l'aide d'une marque collective.

Le projet reconnaît une existence légale aux marques collectives de commerce, mais il exige de ces marques collectives que leur caractère exclusivement commercial soit apparent et ne puisse prêter à aucune équivoque.

Art. 7 (ancien article 50). — *Les personnes morales ou collectivités étrangères habiles à ester en justice dans leur pays d'origine ne peuvent invoquer les dispositions de la présente loi qu'à la condition :*

1° De justifier qu'elles remplissent dans leur pays d'origine les conditions visées à l'article premier et que la marque qu'elles entendent faire protéger a été acceptée au dépôt dans ledit pays ;

2° Qu'une protection effective équivalente soit accordée dans leur pays d'origine, par des conventions diplomatiques ou par la législation intérieure, aux marques des personnes morales ou collectivités françaises.

Cet article règle les conditions dans lesquelles les collectivités étrangères pourront valablement déposer leurs marques en France et bénéficier des droits et des actions accordés par la loi aux marques collectives.

Elles doivent tout d'abord être habiles à ester en justice dans leur pays d'origine, car la loi française ne peut leur accorder des pouvoirs plus étendus que ceux qui leur sont accordés dans leur propre pays.

D'autre part, elles doivent remplir, dans leur pays d'origine, les conditions prévues à l'article premier, c'est-à-dire elles doivent justifier qu'elles sont bien des personnes morales ou des collectivités régulièrement organisées agissant dans un but d'intérêt industriel ou commercial, ou pour favoriser le développement du commerce ou de l'industrie de leurs membres, et, que la marque collective dont elles entendent réclamer la protection a bien été admise régulièrement au dépôt ou à l'enregistrement dans leur pays.

Enfin, les collectivités étrangères ne peuvent réclamer la protection de leurs marques suivant la loi française qu'à la condition de réciprocité assurée aux marques collectives françaises, soit par le jeu de la Convention internationale d'Union pour la protection de la propriété industrielle, soit par des conventions diplomatiques spéciales, soit par les dispositions de la législation intérieure.

Art. 8 (ancien article 35). — *Les collectivités qui auraient déposé des marques ou qui utiliseraient des marques collectives, même sans les avoir déposées, devront, pour bénéficier de la présente loi, effectuer le dépôt desdites marques conformément à la présente loi, avant l'expiration d'une année à partir de sa promulgation.*

L'exigence de cet article peut paraître sévère au premier abord, mais son bien fondé ne saurait faire de doute, car la meilleure garantie de la valeur des marques collectives comme indicatrices de la qualité et de l'origine des produits, c'est la non-clandestinité de leur mode d'emploi.

Art. 9 (ancien article 37). — *La présente loi est applicable à l'Algérie.*

Des décrets rendus dans la forme des règlements d'administration publique détermineront les conditions dans lesquelles la présente loi sera applicable aux colonies.

Cet article, de style dans nos lois, n'a besoin d'aucune explication.

Conclusion. — Le projet, dont nous venons de donner une analyse de la discussion au Parlement, a pour but de faciliter l'essor de notre commerce et de notre industrie, mais il suppose, de la part de nos industriels et de nos commerçants, l'initiative industrielle et la volonté tenace de réussir.

Pour que les dispositions du projet soient efficaces, il faudra qu'ils s'affranchissent de l'individualisme étroit et stérile, s'associent pour former un faisceau solide et n'oublient pas la devise de nos alliés les Belges « L'union fait la force ».

Nous avons donné article par article le projet de loi ; cependant, pour éviter au lecteur de rechercher souvent assez loin les uns des autres les différents articles du projet nous donnons ci-dessous sa teneur, telle que la Commission a demandé à la Chambre de l'adopter :

Article premier. — Les personnes morales, État, départements, communes, établissements publics, les syndicats et unions de syndicats régulièrement constitués, les associations les groupements ou collectivités de producteurs, d'industriels et de commerçants pourvus d'une administration légalement reconnue et de la capacité juridique peuvent, dans un but d'intérêt économique industriel, commercial ou agricole, ou pour favoriser le développement du commerce et de l'industrie de leurs membres, posséder une marque de fabrique ou de commerce.

Ces marques peuvent être apposées soit directement par les personnes morales ou collectivités, à titre de poinçon ou de contrôle, sur certains produits ou objets, soit sous leur surveillance et à des conditions déterminées, par leurs membres sur les produits de leur fabrication ou de leur industrie ou sur les objets de leur commerce.

Les prescriptions générales de la loi du 23 juin 1857 sont applicables aux marques collectives sous réserve des dispositions particulières ci-après :

Art. 2. — La demande de dépôt d'une marque collective doit être accompagnée du règlement en triple exemplaire déterminant les conditions auxquelles est surbordonné l'emploi de la marque.

Toute modification ultérieure à ce règlement doit faire immédiatement l'objet d'un nouveau dépôt du règlement ainsi modifié.

Le règlement est mis à la disposition du public à l'office national de la propriété industrielle, qui est tenu d'en délivrer une copie à toutes personnes qui le requerront moyennant l'acquittement d'une taxe spéciale, qui sera fixée par décret rendu sur le rapport du ministre du Commerce et du ministre des Finances.

Art. 3. — La marque déposée par les personnes morales ou collectivités ne peut faire l'objet ni de cession totale, ni de concession de gage, ni d'aucune mesure d'exécution forcée.

Art. 4. — L'annulation du dépôt d'une marque collective peut être prononcée à la requête du ministère public ou de toute personne ou collectivité intéressée :

1° Lorsque la personne morale ou la collectivité cesse d'exister ;

2° Lorsqu'elle a négligé de se conformer aux prescriptions spéciales imposées par la présente loi ;

3° Lorsqu'elle a employé ou laissé employer sa marque contrairement au règlement d'emploi.

En cas d'annulation de dépôt, la marque collective ne peut plus être appropriée pour les mêmes produits par un nouveau dépôt ni être employée à un titre quelconque. Toutefois, à l'expiration d'un délai de dix ans, une marque collective annulée pourra être reprise et faire l'objet d'un dépôt régulier par une collectivité de même nationalité.

Art. 5. — La collectivité peut, dans toutes les procédures et instances, faire état de l'intérêt particulier de

Digitized by Google

ceux de ses membres qui lui ont donné mandat à cet effet. Ce mandat peut être général, et donné une fois pour toutes par l'adhésion au règlement de la collectivité.

Quand une collectivité représente les intérêts particuliers de plusieurs de ses membres dans une instance fondée sur l'emploi injustifié de la marque collective, et a fait connaître les noms des parties au début de l'instance, en justifiant de son mandat, elle figure seule ensuite dans les actes de la procédure et les jugements.

Art. 6. — Les pénalités prévues par le titre III de la loi du 23 juin 1857 sont applicables en matière de marques collectives. En outre, sont punis des peines portées à l'article 7 de ladite loi : 1° Ceux qui, sciemment, ont fait ou laissé faire usage quelconque d'une marque collective dans des conditions autres que celles prescrites au règlement d'emploi accompagnant son dépôt ; 2° Ceux qui ont sciemment vendu ou mis en vente un ou plusieurs produits revêtus d'une marque collective irrégulièrement employée ; 3° Ceux qui, sur des produits naturels ou fabriques détenus ou transportés en vue de la vente, mis en vente ou vendus, ou sur des emballages, caisses, ballots, enveloppes, bandes, étiquettes, etc., auront sciemment apposé, ou laissé apposer, une marque collective susceptible de faire croire, si ces produits sont étrangers, qu'ils ont été fabriqués en France ou sont d'origine française, et, dans tous les cas, qu'ils ont une origine différente de leur véritable origine française ou étrangère.

Sont punis des peines portées à l'art. 8 de la loi de 1857 : 1° Ceux qui ont fait un usage quelconque d'une marque reproduisant ou imitant une marque collective dont le dépôt a été annulé ; 2° Ceux qui ont sciemment vendu ou mis en vente un ou plusieurs produits revêtus d'une marque reproduisant ou imitant une marque collective dont le dépôt a été annulé.

Art. 7. — Les personnes morales ou collectivités étrangères habiles à ester en justice dans leur pays d'origine ne peuvent invoquer les dispositions de la présente loi qu'à la condition : 1° De justifier qu'elles remplissent, dans leur pays d'origine, les conditions visées à l'article premier, et que la marque qu'elles entendent faire protéger a été acceptée au dépôt dans ledit pays ; 2° Qu'une protection effective équivalente soit accordée dans leur pays d'origine, par des conventions diplomatiques ou par la législation intérieure, aux marques des personnes morales ou collectivités françaises.

Art. 8. — Les collectivités qui auraient déposé des marques ou qui utiliseraient des marques collectives, même sans les avoir déposées, devront, pour bénéficier de la présente loi, effectuer le dépôt desdites marques conformément à la présente loi, avant l'expiration d'une année à partir de sa promulgation.

Art. 9. — La présente loi est applicable à l'Algérie.

Des décrets rendus dans la forme des règlements d'administration publique détermineront les conditions dans lesquelles la présente loi sera applicable aux colonies.

La reconstitution industrielle des régions envahies (1).

Nous avons signalé dans la « R. G. E », 26 mai 1917, t. I, p. 839, que le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes avait déposé sur le bureau de la Chambre, un projet de loi relatif à la reconstitution industrielle des régions envahies. Nous allons analyser rapidement le rapport fait au nom de la Commission du budget par M. Louis Dubois et concernant le projet de loi.

La loi des finances du 26 décembre 1914 pose dans son article 12 le principe du « droit à la réparation matérielle des dommages résultant des faits de guerre ». Elle stipule qu'une loi spéciale déterminera les conditions dans lesquelles ce droit devra s'exercer et, en attendant, elle ouvre un crédit de 300 millions pour les besoins les plus urgents, la loi spéciale n'est pas encore votée et un projet de loi déposé par le gouvernement, le 11 mai 1915, sur « la réparation des dommages causés par les faits de guerre » voté après modifications par la Chambre, le 23 janvier 1917, est encore en suspens devant le Sénat.

Mais, en dehors des indemnités, de la réparation des dommages et de la reconstruction des immeubles détruits, une autre œuvre s'impose non moins impérieuse. C'est la reconstitution agricole et la reconstitution industrielle. Nous ne nous occuperons ici que de la seconde.

Les régions actuellement envahies sont au point de vue industriel les plus riches de France.

Les départements envahis comptaient, en 1912, 27 763 usines représentant une valeur locative de 108 200 000 fr contre 345 500 000 fr pour la France entière, soit environ 30 pour 100 par rapport à l'ensemble de la nation. La progression industrielle entre 1901 et 1910 s'était manifestée par la création de 5 500 usines, soit de près de 63 pour 100 de celle du pays. Le bassin de Briey-Longwy produisait à lui seul 90 pour 100 de notre production en minerai de fer et 83 pour 100 de celle de notre fonte. Le bassin du Nord et la partie envahie du Pas-de-Calais ont fourni, en 1913, un peu plus de la moitié de la production totale française en houille et en lignite.

Si nous passons en revue les autres industries, nous voyons que, pour les industries lainières, les usines françaises qui comportent environ 2 000 peigneuses, sont toutes situées dans les pays envahis ou immobilisés dans la région de Reims. Les filatures françaises de laine peignée possèdent 2 365 000 broches dont 64 pour 100 sont en territoire envahi ou immobilisées dans le département de la Marne, de même, les filatures de laine cardée, sur 712 000 broches en ont plus de la moitié dans les pays envahis ou immobilisées dans le département de la Marne. Enfin, sur 55 000 métiers de tissage, 45 000 sont aux mains de l'ennemi ou inutilisables dans le voisinage de la ligne de feu.

L'industrie du lin n'est pas mieux partagée, les filatures sont presque toutes en pays envahis et sur les 550 000 broches que possédait, avant la guerre, l'industrie française, il n'y en a plus que 60 000 qui travaillent actuellement. Les tissages sont dans une situation moins pénible mais désastreuse.

L'industrie cotonnière, sur 7 525 000 broches de filature en possède 4 475 000 dans les régions du Nord et de l'Est, sur 140 000 métiers mécaniques, plus de 15 000 sont aux mains des Allemands.

L'industrie sucrière, sur 210 usines, en a 140 dans les régions envahies, soit les deux tiers.

Si nous considérions de même les autres industries, et en particulier la construction mécanique et l'industrie chimique, on verrait qu'elles ont subi des dommages moins graves mais malheureusement trop importants.

Le court exposé qui précède montre combien il importe de faire renaître, le plus rapidement possible, à la vie industrielle et commerciale, ces régions, les plus riches de

(1) Rapport fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi portant ouverture au ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et Télégraphes, de crédits additionnels aux crédits provisoires de l'exercice 1917, pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des régions envahies, par M. Louis Dubois (Seine), député (*Journal officiel*, 24 et 26 juin 1917, documents parlementaires de la Chambre, annexe 3226, p. 752.

Digitized by Google

France, systématiquement dévastées par les barbares, au fur et à mesure de leur libération.

Il faut absolument que notre production industrielle soit reprise et intensifiée, pour diminuer autant que possible nos achats à l'étranger, reprendre et augmenter nos exportations et arriver à faire face à nos dettes extérieures considérables, sans trop charger d'impôts la France amoindrie dans sa population et dans sa richesse. Il faut organiser la reconstitution industrielle des régions momentanément envahies, pour donner du travail aux malheureuses populations envahies, aux réfugiés et aux soldats à leur retour des armées dès la signature de la paix. Il faut qu'ils retrouvent leurs usines et leurs mines réinstallées pour leur permettre de lutter encore pour la France dans le domaine industriel et commercial.

Examinons d'une façon succincte quels seront les besoins immédiats et les dispositions à prendre pour assurer, le plus rapidement possible, la remise en activité industrielle des régions envahies.

La réparation des bâtiments des usines est la première chose à faire. Pour cela, il faudra constituer des approvisionnements considérables de tuiles, pannes, ardoises, zinc, poutres, chevrons, lattes, verre à vitres, mastic, plâtre, ciment, sable et chaux, tôle ondulée, carton bitumé pour les réparations provisoires de couvertures, et d'outils nécessaires pour la pose de ces différents matériaux.

En dehors de cette question, il faudra songer à la remise en état du matériel et de l'outillage, à la fourniture des matières premières et des produits d'entretien indispensables au fonctionnement de ces usines.

Que restera-t-il des machines à vapeur et électriques, des chaudières, des machines-outils des machines de mines, des peigneuses, des métiers, etc..., et, en particulier, des accessoires en cuivre coussinets, tuyauteries, canalisations électriques, etc. Il est à redouter que l'ennemi en se retirant emporte tout ce qu'il pourra et détruise ce qu'il ne pourra pas enlever. Il faut donc dès maintenant construire et emmagasiner toutes ces machines et accessoires nécessaires et les tenir prêts pour les mettre immédiatement en place, dès que les bâtiments des usines seront réparés.

Pour ce qui est des matières premières, tout a été enlevé et saccagé, il faudra reconstituer tous les stocks, ce qui est une tâche immense.

Il faudra de la houille ou de l'énergie électrique pour toutes les industries, du minerai pour l'industrie métallurgique, des métaux de toutes sortes pour l'industrie mécanique, du coton, de la laine, du lin, du chanvre, du jute pour les filatures, des filés de toutes matières pour le tissage, des tissus pour l'industrie du vêtement, des peaux et des cuirs pour les tanneries et corroiries, de l'orge et du houblon pour les malteries et brasseries, des grains, des betteraves, des mélasses pour les distilleries et les sucreries, etc., sans compter les nombreux accessoires, articles de serrurerie, de menuiserie, les aiguilles pour machines textiles, les huiles, graisses, articles de bureaux, etc.

Et cette énumération bien incomplète ne donne qu'une faible idée des besoins auxquels il faudra pourvoir et des dépenses qu'il faudra engager. Elle montre en même temps qu'il faut faire, le plus tôt possible, une enquête sur les besoins à prévoir et dresser des programmes d'achats en collaboration avec les corporations et groupements industriels intéressés.

L'importance et l'urgence de l'œuvre à accomplir n'ont point échappé aux pouvoirs publics et aux grandes associations industrielles. Dès le 10 novembre 1915, le ministre du Commerce et de l'Industrie demandait aux représentants des associations textiles des régions envahies de se préoccuper immédiatement de la reconstitution du matériel détruit et des approvisionnements des matières premières indispensables; le 22 novembre 1915 se constitua l'Association centrale pour la reprise de l'activité industrielle dans les régions envahies, cette association s'étendit, dès le lendemain de sa fondation, à toutes les industries existant dans les pays occupés. La Société d'encouragement à l'industrie nationale et l'assemblée des présidents des Chambres de commerce s'occupèrent aussi de la question ainsi que le groupe parlementaire des représentants des régions envahies et les grandes Commissions de la Chambre. Le gouvernement de son côté avait institué un comité interministériel pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre. Un premier projet de loi avait été déposé le 11 janvier 1917, mais il fut retiré par le gouvernement à la suite d'échanges de vues entre les Commissions du budget et les ministres intéressés. Enfin le gouvernement déposait de nouveau, le 27 mars 1917, un projet de loi portant ouverture de crédits additionnels aux crédits provisoires de l'exercice 1917, pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des régions envahies.

Nous ne donnerons pas le texte du projet de loi, nous réservant de le publier quand la loi sera promulguée, nous nous contenterons d'en donner les éléments principaux.

L'article premier du projet met à la disposition du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes une somme de 150 millions pour effectuer les deux opérations suivantes : 1° achats des matières premières, outillage et produits d'entretien nécessaires à la remise en marche des établissements industriels des régions actuellement envahies; 2° la distribution par voie de cession de ces marchandises aux intéressés. Ces deux opérations en supposent une troisième qui sera la mise en stock et l'entretien des marchandises qui ne seraient pas livrées directement par les vendeurs aux industriels.

En principe, toutes les opérations sont effectuées par le ministre du Commerce et de l'Industrie, mais il a paru nécessaire de créer un organisme spécial, l'office de la reconstitution industrielle, composé de seize membres, dont huit délégués par les ministères intéressés et huit représentants des industries et du commerce, chargé de préparer ces opérations et de les réaliser (art. 2). En dehors de sa fonction propre, l'office, obligé de faire appel à des tiers pour la réalisation de son œuvre, choisit et présente ces tiers au ministre du Commerce et de l'Industrie, (art. 4) établit avec eux les programmes d'achats qui leur sont confiés (art. 5), donne son avis sur les règlements intérieurs que ces tiers doivent soumettre à l'approbation du ministre (art. 6), intervient dans la fixation des commissions à leur attribuer et dans l'établissement du montant des sommes à eux dues par l'Etat (art. 7). Toutes opérations des tiers sont soumises à son contrôle (art. 10). L'article 11 dispense des formalités de timbre et d'enregistrement les conventions passées entre l'Etat et les tiers. L'article 12 ouvre au ministre du Commerce et de l'Industrie un crédit de 100 060 000 fr jusqu'à la fin de l'exercice 1917. Et enfin l'article 13 spécifie que les opérations de recettes et de dépenses seront constatées à un compte spécial.

Telles sont résumées brièvement les dispositions de ce projet de loi des plus importants et que la Commission du budget d'accord avec le gouvernement, propose à la Chambre d'adopter.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 4. — 28 JUILLET 1917.

Chronique. — Nécrologie : K. Birkeland. — Cours, conférences et travaux pratiques de l'Institut électrotechnique de Toulouse pendant l'année scolaire 1917-1918. — Bibliographie, p. 121 et 122.

Section scientifique et technique. — Quelques réflexions sur les instruments de mesures électriques, par H. ARMAGNAT, p. 123. — Revues, analyses et informations : Sur la rigidité diélectrique de l'air, p. 129; Nouvelles recherches sur l'invar, p. 132.

Section industrielle. — La distribution d'électricité et d'eau de la ville de Tananarive, par J. DE SOUCY, p. 133. — Revues, analyses et informations : Améliorations dans le domaine de la télégraphie sans fil, p. 149; Extension de la ligne de tramways Baker-Street-Waterloo and London-North Western, p. 150.

Section économique et financière. — Commerce extérieur du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande en matériel électrique, d'après les statistiques douanières de ce pays, pour les années 1912, 1913, 1914 et 1915, par Désiré PECTOR, p. 151. — Assemblées générales : Société Havraise d'énergie électrique, p. 158; Compagnie générale de distribution d'énergie électrique, p. 158; Compagnie des tramways de Paris et du département de la Seine, p. 159; L'énergie électrique de la Seine, p. 159; Société des Forces motrices de la Vis, p. 160; Société des Forces motrices de la Loue, p. 160.

Nécrologie : K. Birkeland. — Nous apprenons la mort du professeur K. Birkeland, de l'Université de Christiania, décédé à Tokyo le 13 juin dernier ; il avait à peine 50 ans.

Après avoir reçu l'enseignement de l'Université de Christiania, Birkeland vint successivement à Paris, à Genève et à Bonn pour terminer ses études. Dès 1898, à l'âge de 31 ans, il était nommé à la chaire de physique de l'Université de Christiania où il continua les remarquables travaux qu'il avait commencés sur les ondes électriques, les rayons cathodiques et l'électricité atmosphérique et dont les résultats furent publiés dans des notes et mémoires insérés dans les « Comptes rendus de l'Académie des Sciences » et dans les « Wiedemann's Annalen ».

C'est au cours de ces travaux de pure science qu'il eut l'occasion, en 1903, de faire l'expérience de laboratoire qui devait donner naissance, quelques années plus tard, à l'une des plus importantes industries électrochimiques : la fabrication de l'acide azotique au moyen de l'azote et de l'oxygène de l'air.

L'expérience consistait à faire jaillir un arc de 10 A sous 6000 v dans un champ magnétique très puissant perpendiculaire aux électrodes. Avec du courant continu, Birkeland obtenait ainsi une flamme parfaitement stable en forme de demi-disque ; avec du courant alternatif un demi-disque se formait de part et d'autre des électrodes, dans un plan perpendiculaire au champ magnétique, et la flamme prenait l'aspect d'un disque complet, comme l'avait d'ailleurs signalé, dès 1860, le comte Th. du Moncel, le fondateur de « La Lumière électrique ».

La stabilité et la faible épaisseur de cette flamme suggérèrent à Birkeland l'idée qu'une telle flamme était apte à résoudre industriellement le problème de la fixation de l'azote de l'air sous forme d'acide azotique, problème qui avait déjà donné lieu à des recherches de MM. Ch. Guye et Ph. Guye, à Genève (1892), de MM. Perot et Coupier, à Marseille (1895); de lord Rayleigh, en Angleterre (1897); de M. de Kowalski, à Fribourg (1902), et même à une application industrielle aux États-Unis où l'Atmospheric Products Co avait monté, à Niagara Falls, une usine pour la fabrication de l'acide azotique par les procédés Bradley et Lovejoy (1902).

Comme nous le disions plus haut, il suffit de peu d'années pour que l'expérience de 1903 donnât lieu à une industrie du plus grand intérêt. Dès 1905, M. Birkeland et son collaborateur, le Dr S. Eyde installaient à Notodden (Norvège), trois fours d'une puissance individuelle de 800 ch, alimentés sous 5000 v par un alternateur triphasé de 2000 kw de l'usine génératrice de Tinnfos, et en juin 1907 l'usine de Notodden, érigée par la Société norvégienne de l'Azote, acquéreur des brevets Birkeland-Eyde, possédait 12 batteries de trois fours alimentés par les 30000 ch de la chute voisine de Svealgfos. On sait d'ailleurs que, depuis, la Société norvégienne de l'Azote n'a cessé de développer la fabrication de l'acide azotique au moyen des éléments de l'air atmosphérique et qu'actuellement cette Société, ou ses filiales, dispose en Norvège de nombreuses usines hydro-électriques aménagées ou en voie d'aménagement à Lienfos (15000 ch), Wamma (55000 ch), Rjukan

Digitized by Google

(227 000 ch), Tyin (81 000 ch) et Matre (83 000 ch) et que, tout récemment, elle entreprenait l'application de ses procédés dans les Pyrénées en vue de fournir à la Défense nationale une partie de l'acide azotique qui lui est nécessaire.

Mais Birkeland était avant tout un savant et, après avoir donné l'effort nécessaire pour rendre industriel son procédé de fixation de l'azote de l'air, il revint aux études théoriques qui avaient passionné sa jeunesse; tout récemment encore, il adressait à l'Académie des Sciences des notes d'un haut intérêt sur la théorie des phénomènes du magnétisme terrestre et sur les causes des aurores boréales.

Si l'on s'en rapporte au fait suivant qui nous fut conté, il y a une dizaine d'années, Birkeland, comme tous les vrais savants d'ailleurs, était particulièrement désintéressé : lorsque la Société norvégienne de l'Azote s'enquit des conditions pécuniaires auxquelles il consentirait à céder ses brevets, il demanda qu'elle mît à sa disposition un laboratoire bien outillé lui permettant de poursuivre ses recherches, mais ne réclama pour lui-même que quelques milliers de couronnes de redevances annuelles. La Société norvégienne de l'Azote fut d'ailleurs plus généreuse que ne le demandait l'inventeur. — J. B.

Cours, conférences et travaux pratiques de l'Institut électrotechnique de Toulouse pendant l'année scolaire 1917-1918. — Ces cours et conférences commenceront le 3 novembre 1917; en voici le programme :

Première année. — *Calcul différentiel et intégral :* 5 heures par semaine, par M. Bühl, professeur à la Faculté des Sciences;

Mécanique générale : 3 heures par semaine, par M. Lattès, professeur à la Faculté des Sciences;

Physique générale : 3 heures par semaine, par M. Jouane, professeur à la Faculté des Sciences;

Mesures électriques : 1 heure par semaine, par M. Jouane;

Travaux pratiques de mathématiques : 4 heures par semaine à la Faculté des Sciences;

Travaux pratiques de physique générale : 8 heures par semaine;

Dessin industriel : 8 heures par semaine, par M. Thuries, architecte;

Problèmes de mathématiques et de physique générale : 3 heures de composition par semaine.

Deuxième année. — *Mécanique appliquée et organes de machines :* 3 heures par semaine, par M. Espaignol, ingénieur;

Résistance des matériaux : 1 heure par semaine, par M. Roy, ingénieur, professeur à la Faculté des Sciences;

Hydraulique : 1 heure par semaine, par M. Eydoux, ingénieur des Ponts et Chaussées;

Physique industrielle : 1 heure par semaine, par M. Lamotte, professeur à la Faculté des Sciences;

Machines thermiques : 1 heure par semaine, par M. Lamotte;

Electrotechnique générale : Courants continus et alternatifs : 3 heures par semaine, par M. Camichel, professeur à la Faculté des Sciences;

Travaux de mécanique appliquée et d'électricité industrielle : 12 heures par semaine;

Dessin industriel : 8 heures par semaine, par M. Thuries;

Problèmes sur les divers enseignements : 4 heures de composition par semaine.

Troisième année. — *Electrotechnique générale :* 4 heures par semaine, par M. Camichel;

Electrotechnique appliquée : 3 heures par semaine, par M. Larroze, ancien élève de l'Ecole polytechnique;

Procédés généraux de construction et tachéométrie : 1 heure par semaine, par M. Eydoux;

Electrochimie appliquée : 1 heure par semaine, par M. Giran, professeur à la Faculté des Sciences;

Exploitation des réseaux : 1 heure par semaine, par M. Breilla, ancien élève de l'Ecole polytechnique, directeur de la Société Pyrénéenne d'Electricité;

Projets : 3 heures par jour, par M. Espaignol, ingénieur;

Travaux pratiques de mécanique appliquée et d'électricité industrielle : 12 heures par semaine.

Bibliographie : Manuel élémentaire de télégraphie sans fil (*troisième édition augmentée et mise à jour*); C. Tissot, capitaine de frégate, docteur ès sciences [1]. — Les additions nombreuses apportées à cette nouvelle édition, qui compte 414 pages contre 274, sont aussi bien du domaine théorique que pratique. La partie théorique s'est enrichie des équations de Maxwell et des expériences de Hertz sur la propagation des ondes électriques; ces compléments et quelques autres sont d'ailleurs empruntés à un très intéressant ouvrage de l'auteur que nous nous faisons un plaisir de remémorer à nos lecteurs parce que son étude nous a été d'un grand secours pour la compréhension des phénomènes de haute fréquence : « *Les oscillations électriques; principes de la télégraphie sans fil.* Encyclopédie scientifique publiée sous la direction du docteur Toulouse; Octave Doin et fils, éditeurs, Paris. » — Tout en restant strictement limitée aux dispositifs nouveaux qui ont reçu la sanction effective de la pratique, la deuxième partie a aussi été considérablement augmentée en ce sens que tous les tours de main que nécessite le réglage des postes d'émission et de réception sont décrits en détail. L'auteur insiste tout particulièrement sur l'émission par ondes entretenues telles que les donnent l'arc de Poulsen, les alternateurs Alexanderson et Goldschmidt et les appareils adaptés à leur détection, le ticker et les tubes à vide à deux anodes caractérisés par cette originalité de permettre la réception par battements dus à la superposition des oscillations directes à des oscillations locales. Cette dernière méthode est aussi connue sous le nom de méthode hétérodyne. L'auteur est ainsi amené à faire un exposé complet du fonctionnement de la valve de Fleming, de l'audion de Forest, des lampes à vide poussé du type Langmuir et enfin des amplificateurs. Les pages consacrées aux émissions musicales et surtout aux émissions par chocs, qui sont de date plus récente, nous paraissent contenir tous les principes essentiels à leur installation.

On sait, d'autre part, combien la conférence de Londres a insisté sur l'intérêt qui s'attache à l'emploi, dans les communications radiotélégraphiques, d'une onde pure et peu amortie. Les diverses questions de réglage, les déterminations d'amortissements sont appelées à jouer un rôle de plus en plus marqué dans la technique. Aussi a-t-on cru devoir traiter avec plus de détail ces questions importantes et plusieurs chapitres ont-ils été entièrement remaniés et notablement étendus.

Environ 12 pages du manuel sont réservés à la téléphonie sans fil. — L'épuisement rapide des deux premières éditions montre avec quelle faveur cet ouvrage a été accueilli par le public; la nouvelle édition continuera d'apporter, elle aussi, une aide précieuse à tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la télégraphie sans fil.

[1] Un volume de 14 × 23 cm, de VII et 414 pages, avec 224 figures dans le texte. Augustin Challemel, éditeur, 17, rue Jacob, Paris.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Quelques réflexions sur les instruments de mesures électriques

M. H. Armagnat nous expose, en quelques colonnes, l'histoire critique des appareils de mesures électriques : appareils de laboratoire et appareils industriels. Il donne quelques indications sur le choix des instruments suivant le but et les conditions de leur emploi ; ces conseils, émanant d'un spécialiste aussi averti que l'auteur, n'intéresseront pas seulement les manipulateurs, mais devront aussi servir de règles à nos constructeurs qui auront à cœur de faire briller d'un nouvel éclat cette branche de l'industrie française.

L'Exposition d'Électricité de Paris, en 1881, n'a certainement pas été le point de départ de l'industrie électrique, mais elle en a été la révélation au grand public. Si, à cette époque, on connaissait déjà les dynamos, les moteurs et les lampes, il faut avouer que les instruments de mesures, qui ont tant contribué au développement de cette industrie, étaient encore à l'état embryonnaire. Les unités électriques étaient déjà fixées, au moins les principales, mais elles étaient encore fort peu connues et les constructeurs, comme le public, se contentaient d'exprimer la puissance des machines par le nombre de lampes (?) qu'elles pouvaient allumer, procédé fort rudimentaire qui, très heureusement, ne tarda pas à faire place à des méthodes plus rationnelles et plus précises, grâce à la création de nombreux instruments de mesures perfectionnés chaque jour.

On peut affirmer sans crainte que ce sont les mesures qui ont facilité le développement si prodigieux de l'industrie électrique. La chose semble moins frappante aujourd'hui parce que nous y sommes habitués et, plus encore, parce que l'ère des grands progrès rapides est passée, mais il est bien certain que, jusqu'ici, aucune autre industrie ne s'est appuyée aussi fortement sur la mesure de tous les phénomènes mis en jeu, et on ne conçoit guère d'applications un peu importantes sans les appareils de mesures et de contrôle.

En 1881, il n'y avait encore presque rien : quelques fabricants d'instruments de précision commençaient seulement à réaliser des instruments de mesures, mais les constructeurs et le public leur faisaient un accueil plutôt froid : la constatation évidente des défauts des machines n'entrait pas alors dans le programme. La plupart des instruments construits étaient des modèles de laboratoire ; il suffit pour s'en convaincre de rappeler les noms des principaux constructeurs de l'époque : *Breguet*, *Carpentier*, *Ducretet* pour la France, *Elliott*, [illegible] pour l'Angleterre, *Siemens* pour l'Allemagne. Ce n'est que plus tard que les appareils industriels se répandirent, et, si la plupart des anciens constructeurs développent aujourd'hui des types industriels, il existe aussi des constructeurs presque spécialisés dans cette branche.

Laissant l'ordre chronologique, qui mettrait trop de confusion dans cette revue sommaire, nous allons examiner successivement les différentes catégories en rappelant, dans la mesure du possible, les dates initiales. Commençons par les appareils de laboratoire.

Appareils de laboratoire. — Ils ont joué un rôle important dans l'histoire et le développement de l'industrie électrique et ils continuent à présenter un intérêt de premier ordre, mais il faut bien reconnaître qu'ils tiennent, au point de vue commercial, une place bien moins considérable.

Avant la télégraphie sous-marine il existait, dans quelques laboratoires, des appareils de mesures électriques : galvanomètres, électromètres, rhéostats, mais c'étaient surtout des appareils de physique et les mesures courantes n'ont guère commencé qu'au moment de l'établissement du premier câble sous-marin ; c'est à cette occasion que *W. Thomson* créa le galvanomètre universellement connu sous son nom. Vers la même époque (1860-1865), l'*Association britannique* fixait la première valeur des unités électriques fondamentales et les constructeurs réalisaient les premières boites de résistances.

Depuis cette époque, les galvanomètres se sont bien perfectionnés et la substitution du cadre mobile à l'aimant mobile, par *d'Arsonval* (1880), fut un perfectionnement considérable. Actuellement, les appareils à aimant mobile ne sont plus guère employés que pour les recherches exigeant la sensibilité la plus grande et presque toutes les mesures sont facilement exécutables à l'aide des galvanomètres à cadre mobile.

Cette substitution est d'ailleurs indispensable dans bien des circonstances, car le développement continu des canalisations et de la traction électriques rend l'usage des appareils à aimants mobiles presque impossible dans les villes, malgré le cuirassement appliqué aux modèles les plus récents.

Dans ces dernières années, quelques nouveaux galvanomètres ont apparu, renouvelant et étendant le champ des applications ; parmi eux on peut citer : les galvano-

Digitized by Google

mètres à corde, simplification extrême des cadres mobiles (chose curieuse, tandis que le galvanomètre à cadre mobile n'est que l'application aux mesures du siphon recorder de lord Kelvin, le galvanomètre à corde est dérivé lui-même d'un récepteur de télégraphie sous-marine essayé, il y a 18 ans environ, par *Ader*), les galvanomètres à résonance et les thermo-galvanomètres qui sont les appareils les plus sensibles dont on dispose actuellement pour les courants alternatifs.

Une remarque à faire en passant : les galvanomètres sont, dans les appareils de mesure usuels, parmi ceux qui offrent la plus grande marge de mesures. Si on prend un des plus sensibles, le galvanomètre à corde, on peut déceler des courants de l'ordre de 10^{-12} A et le même appareil, convenablement shunté, pourra mesurer les courants industriels les plus intenses, au-dessus de 1 000 A ; la marge est donc 10^{15}. Si nous comparons aux mesures de longueur, cette marge pourra être représentée par l'intervalle entre la plus petite mesure faite au microscope 10^{-3} mm environ et 10^6 km, soit environ 10 fois la distance de la terre à la lune !

Pour les boîtes de résistances qui jouent un si grand rôle dans les laboratoires, un progrès capital a été réalisé grâce à l'alliage appelé manganin, découvert par *Weston* vers 1892.

Un autre progrès est dû également à *Weston* dont l'étalon de force électromotrice au cadmium a détrôné tous les étalons antérieurs.

Les condensateurs étaient restés jusqu'à ces dernières années des appareils très coûteux, il en est encore de même lorsqu'on cherche des condensateurs parfaitement étalonnés, mais, dans bien des cas, on peut se contenter de condensateurs ayant des valeurs quelconques pourvu que leurs propriétés soient bien définies. Un pas important a été fait dans cette voie, provoqué par la demande considérable des condensateurs nécessaires pour les téléphones à batterie centrale ; la fabrication a été simplifiée et beaucoup améliorée et on trouve aujourd'hui, à des prix très minimes, des condensateurs d'environ 1 et 2 microfarads, doués de propriétés égales, et quelquefois supérieures, à celles des anciens condensateurs étalons !

Les besoins toujours croissants de la télégraphie sans fil ont aussi amené à la fabrication en série des condensateurs à air à capacité variable ; ces instruments figureront certainement bientôt dans tous les laboratoires, car ils se prêtent à de nombreuses mesures.

Il serait trop long de s'arrêter aux multiples formes des appareils de laboratoire ; beaucoup ne sont réalisés qu'à un très petit nombre d'exemplaires et sont trop souvent construits par unité ou par très petits groupes, de sorte que les prix sont proportionnellement élevés. Cependant quelques modèles, comme les galvanomètres courants, les boîtes de résistances, les condensateurs, pourraient être fabriqués en série et étudiés dans ce but.

Une tendance qu'il y a lieu de noter et d'encourager, c'est l'emploi de plus en plus fréquent d'appareils ou de groupes d'appareils combinés pour une mesure spéciale et grâce auxquels il est possible de réaliser rapidement des méthodes assez compliquées : les ohmmètres, capacimètres, etc., sont des types des différentes sortes de combinaisons que l'on peut employer. Ces appareils sont plutôt de la catégorie industrielle, bien qu'ils appliquent des méthodes de laboratoires ; ils ont, entre autres, le grand avantage de pouvoir être employés par des personnes non habituées aux mesures délicates.

Une classe d'instruments qui a pris une grande extension est celle des pyromètres. Qu'il s'agisse de pyromètres purement électriques tels que celui de *Le Chatelier*, ou de pyromètres à rayonnement comme celui de *Féry*, le nombre des applications va croissant sans cesse pour le plus grand bénéfice des industries qui s'en servent ; c'est une classe à ne pas négliger.

Parmi les appareils spéciaux qui tiennent aujourd'hui une place importante dans les laboratoires, citons les oscillographes qui doivent tant à *Blondel* ; citons également les appareils magnétiques : perméamètres et hystérésimètres qui, sans être aussi répandus, sont cependant d'un intérêt important.

Les appareils spéciaux pour les oscillations électriques et la télégraphie sans fil, qui ont reçu de la guerre une si vive impulsion, les ondemètres en particulier, dont on fait un si grand usage, ne tarderont pas à se répandre dans les laboratoires où ils permettront beaucoup de méthodes de mesures nouvelles.

Dans la création et la fabrication des appareils dont nous venons de parler, l'industrie française a eu une part importante, les qualités techniques, l'élégance des formes et le fini de la construction ont toujours été en honneur chez nos constructeurs. Peut-être faut-il regretter que des efforts suffisants n'aient pas été faits pour produire en série de façon à abaisser les prix, à améliorer encore les types en les rendant plus robustes.

Il y aurait intérêt aujourd'hui à abandonner résolument la construction *instruments de physique* avec ses cuivres polis et ses acajous brillamment vernis, et à faire des appareils de laboratoires de véritables *outils* d'un maniement aussi simple que possible, étudiés de façon à réduire les réglages et la part de l'habileté personnelle de l'opérateur. Ce reproche ne s'adresse pas uniquement aux constructeurs français ; il suffit de feuilleter tels catalogues connus des maisons étrangères qui avaient réussi à s'implanter fortement dans tous nos grands établissements d'instruction, pour constater que le genre *instruments de physique* sévit aussi chez nos voisins.

Appareils industriels. — Nous allons d'abord rappeler les caractéristiques des grandes catégories dans lesquelles se rangent les appareils courants.

Galvanomètres a aimants. — L'un des premiers galvanomètres de tableaux est certainement celui de *Deprez* et *Carpentier*, dérivé du modèle de laboratoire, dit à *arête de poisson*, imaginé quelque temps auparavant par *Deprez*. Le premier de ces appareils, antérieur au Congrès d'Électricité de 1881, a été qualifié de *webermètre*, le *weber* étant à cette époque l'unité d'intensité.

Ce galvanomètre qui, plus ou moins modifié par divers constructeurs, a été pendant plusieurs années le

Digitized by Google

principal appareil de tableau, est maintenant ignoré par beaucoup de personnes; rappelons qu'il se composait essentiellement d'un fort aimant entre les pôles duquel se trouvait une palette de fer mobile montée sur un axe; une bobine entourait la palette et était parcourue par le courant à mesurer; la palette tendait toujours à se placer dans le champ résultant de l'aimant et de la bobine.

Les caractéristiques de ces galvanomètres étaient une grande force directrice due à l'intensité du champ de l'aimant, une grande rapidité d'indications et une grande robustesse. Comme contre partie à ces avantages : déréglage fréquent par suite de la désaimantation de l'aimant permanent, assez grande sensibilité aux champs magnétiques extérieurs et une très faible sensibilité pour le courant entrainant une consommation d'énergie élevée et un échauffement gênant.

On sait que l'idée initiale du galvanomètre *Deprez-d'Arsonval* a été le renversement du dispositif ci-dessus : la palette de fer rendue fixe et la bobine devenue mobile. On peut faire remonter l'idée du cadre mobile beaucoup plus haut : le siphon recorder de *Thomson* n'est évidemment pas autre chose; il paraît même que *Sturgeon* aurait, dès 1836, construit un galvanomètre de ce type. Ces antériorités n'enlèvent rien à la découverte de *d'Arsonval*, car elles étaient ignorées à cette époque, tout au moins dans leur application aux mesures.

Cette modification, si capitale et si avantageuse, n'est cependant devenue industrielle que dix ans plus tard. Un premier galvanomètre à cadre mobile sur pivots fut réalisé au commencement de 1887 par *Carpentier* et l'année suivante *Weston*, après de nombreuses tentatives infructueuses, prenait son premier brevet sur le galvanomètre à cadre mobile devenu industriel (6 novembre 1888); quelques années plus tard, 1894, *Chauvin* et *Arnoux* faisaient connaître le modèle dont ils sont restés les seuls constructeurs, qu'ils ont vulgarisé et auquel ils sont restés fidèles depuis plus de vingt ans.

Les brevets *Weston* ont donné lieu, en Amérique, à beaucoup de contestations et il semble n'avoir jamais bien été établi à qui on devait l'application industrielle du cadre mobile; le point essentiel : suspension du cadre sur pivots est certainement dû à *d'Arsonval* et *Carpentier* qui l'ont réalisé sur l'appareil exposé à la Société de Physique en 1887.

Avec les galvanomètres à cadre mobile, les mesures sont devenues très faciles et d'une précision suffisante, la sensibilité a augmenté dans de telles proportions qu'on peut négliger l'énergie dépensée dans les appareils de cette catégorie, lorsqu'il s'agit de mesures courantes.

Combinés à de grandes résistances pour les voltmètres, à des shunts pour les ampèremètres, les cadres mobiles se plient à toutes les exigences de la pratique et ils figurent sur tous les tableaux importants du courant continu, de même qu'ils sont employés dans tous les laboratoires.

Il est intéressant de souligner le contraste entre les deux types principaux de galvanomètres à aimants. Le type *Deprez-Carpentier* est robuste, les forces en jeu sont grandes, les vibrations sont rapides, mais l'aiguille se fixe vite à cause des frottements, c'est un appareil *amorti*, jamais un *apériodique*. Au contraire, le type à cadre mobile exige des organes aussi légers que possible, des forces très faibles appliquées à des masses d'inertie très réduite. Si paradoxal que cela semble tout d'abord, la robustesse d'un appareil augmente quand on allège les parties mobiles et quand on diminue les forces en jeu; le fait a été mis bien en évidence dans la catégorie d'instruments dont nous nous occupons, et maintenant on réalise des cadres mobiles complets pesant moins de 1 g, tenus par des ressorts dont le couple est de l'ordre de 100 dynes-cm. Pour des forces aussi faibles, il est évident que les pivotages doivent être soignés, mais ce n'est plus aujourd'hui une difficulté.

Le principe de l'allègement des organes mobiles des appareils de mesures est général et c'est pour l'avoir trop souvent oublié que beaucoup de constructeurs ont échoué dans cette fabrication.

Appareils thermiques. — On peut négliger les mesures calorimétriques qui n'ont donné industriellement aucun résultat.

Le premier appareil utilisant la dilatation d'un fil chauffé par le courant est celui de *Cardew* (1882), dont la forme pittoresque, mais si incommode, est aujourd'hui bien oubliée.

Les thermiques ne sont devenues pratiques qu'avec le modèle étudié par *Hartmann* et *Braun* (1894) et qui a certainement beaucoup contribué à établir la réputation de cette maison. C'est un succès dû à l'étude méthodique et non à l'invention, car il n'y a eu absolument rien de nouveau dans ce modèle : l'amplification par la mesure de la flèche du fil existait déjà dans un thermique antérieur, l'emploi de la double flèche constituait la seule originalité, et il est probable que, si des difficultés techniques réelles ne s'y étaient pas opposé, les thermiques auraient eu de nombreuses variantes.

Le problème n'est pas, en effet, comme l'ont cru trop d'inventeurs, une simple question de leviers et d'amplification de mouvements; il faut tenir compte des qualités physiques du métal qui sont assez variables d'un échantillon à l'autre. A côté de la dilatation qui sert de base, il faut tenir compte de la *viscosité* et de l'*élasticité*, lesquelles varient avec la température, et on est vite arrêté si on veut rester dans les limites où ces propriétés restent constantes. Le résultat de ceci est, une fois de plus, qu'on obtient de meilleurs appareils en affaiblissant les forces en jeu, alors qu'on est tenté, en considérant seulement la résistance mécanique des fils, de faire des appareils à grande force directrice.

Les appareils thermiques ont été pendant de longues années les seuls applicables pratiquement aux mesures en alternatif; malheureusement, ils ont fait payer assez cher ce monopole, le nombre d'appareils brûlés par excès de courant est vraiment trop considérable. De plus, le fil des thermiques se modifie et la graduation varie selon le temps pendant lequel le courant est appliqué; il en résulte une indécision dans les mesures, ce qui annule en grande partie les avantages réels de ces

Digitized by Google

appareils : indifférence à la forme des courants, action nulle des champs magnétiques extérieurs.

Appareils électromagnétiques. — Les appareils à fer doux ou électromagnétiques ont été parmi les premiers employés dans les mesures et cependant il est difficile de marquer par un nom connu l'époque à laquelle ils ont pris place dans l'industrie; ils s'y sont glissés peu à peu et ils tendent actuellement à y prendre une place prépondérante, dans les appareils de tableaux surtout. Considérés d'abord comme de simples indicateurs, ils s'élèvent de plus en plus au rôle d'appareils de mesures et il faut reconnaître que, bien construits et judicieusement employés, ils sont capables de rendre souvent plus de services que des instruments plus précis mais plus délicats.

Leur qualité fondamentale est, en effet, la robustesse. A l'inverse des thermiques, ils ne craignent pas ou peu les excès de courant, et, s'ils sont placés suffisamment à l'abri des champs extérieurs, ils peuvent donner des mesures très suffisantes industriellement.

Les électromagnétiques sont devenus des appareils de mesures depuis les progrès de la métallurgie : les aciers à faible hystérésis employés en *petite quantité* et sous une forme convenable, permettent d'obtenir une indifférence presque absolue au sens, à la forme et à la fréquence du courant.

Les appareils électromagnétiques reposent sur deux principes différents : ils agissent par *attraction* ou par *répulsion* ; cette dernière solution est de beaucoup préférable, elle donne des échelles plus indépendantes de la forme et de la fréquence du courant.

Les seuls inconvénients graves sont, pour les voltmètres, la consommation relativement élevée et la self-induction ; ces deux défauts peuvent être beaucoup réduits par une construction rationnelle et c'est à quoi tendent aujourd'hui beaucoup de fabricants.

Appareils électrodynamiques. — Si nous faisons abstraction des électrodynamomètres à torsion de *Siemens*, si incommodes, nous voyons tout d'abord les électrodynamomètres servir comme *wattmètres*. C'est sous cette forme qu'ont été réalisés les premiers électrodynamomètres de tableaux (wattmètre *Weston* à lecture directe pour tableaux, 1890). C'est actuellement encore le principal débouché de ce genre d'instruments.

Depuis, le système a été étendu aux voltmètres, mais les ampèremètres, qui étaient au début la seule application des électrodynamomètres, ont presque disparu. La raison en est bien simple : il est facile de faire passer un courant de faible intensité dans les ressorts directeurs d'un cadre mobile, tandis que pour les grandes intensités il faut employer des contacts à mercure qui n'ont rien d'industriel.

Le voltmètre électrodynamique a-t-il des avantages marqués? Pour les mesures de laboratoires ou de plateforme peut-être, mais pour l'usage courant non : de bons électromagnétiques, étalonnés pour la fréquence du courant mesuré, sont suffisants et moins délicats.

Il y a une application pour laquelle les électrodynamomètres occupent une situation capitale, qu'ils partagent d'ailleurs avec les appareils à induction, c'est comme *indicateurs de phases*.

Appareils électrostatiques. — A part quelques applications spéciales aux très hautes tensions, les électromètres n'ont guère franchi les limites des laboratoires, il ne semble pas qu'il y ait lieu de le regretter. Malgré leur apparente simplicité, les électromètres sont sujets à beaucoup de causes de déréglage : les forces en jeu sont extrêmement faibles, il faut donc des suspensions d'une très grande sensibilité. Si on ne prend pas des précautions minutieuses pour éviter l'influence des corps électrisés voisins, les mesures peuvent être absolument fausses, même avec des appareils parfaitement gradués, de sorte qu'en définitive on ne peut recommander la généralisation de l'usage de ces appareils.

Appareils a induction. — Cette catégorie est encore peu répandue en France et la plupart des modèles qu'on y trouve sont d'origine étrangère.

Le point de départ est le compteur *Blathy* (1890).

Ce qu'il y a de plus caractéristique et de plus intéressant dans ces appareils c'est que l'organe mobile n'est pas relié au circuit et qu'il n'est parcouru que par des courants induits ; de là grande facilité pour la construction des bobines qui sont absolument indépendantes du système mobile, comme dans les électromagnétiques ; par suite, la réalisation d'un ampèremètre d'intensité quelconque, ou d'un voltmètre, n'est qu'une simple question de changement de bobine. Par des groupements convenables on peut obtenir des wattmètres ou des phasemètres.

Les appareils à induction ne peuvent être gradués et vérifiés qu'avec des courants de même fréquence que ceux qu'ils doivent mesurer. Ils sont assez peu sensibles aux actions des circuits voisins.

Enregistreurs. — Tous les appareils de mesures électriques peuvent être montés sur des enregistreurs, mais, en réalité, il n'y a guère que ceux à grande force directrice qui se sont un peu répandus. Il faut reconnaître que, malgré de nombreuses tentatives et beaucoup de modèles, les appareils enregistreurs n'ont pas pris une place importante dans l'industrie ; il semble qu'il y a là quelque chose à faire, des modèles vraiment pratiques et précis auraient probablement de grands débouchés.

Compteurs. — Les compteurs occupent une trop grande place dans l'industrie électrique actuelle pour être examinés sommairement dans cette étude.

Choix des appareils. — Cette revue rapide des différents types va nous permettre de résumer brièvement quelques indications sur le choix des instruments les mieux appropriés aux circonstances.

Il est impossible de demander à un appareil des propriétés universelles, il faut choisir celles qui sont le plus utiles pour le but à remplir, ou, plus exactement, les appareils qui présentent le moins de défauts contraires à ce but.

Digitized by Google

Notons, en passant, qu'avant 1881 il n'y avait pas d'appareils de tableaux, tous les galvanomètres employés étaient des appareils de laboratoires. Aujourd'hui, il y a toujours des appareils de laboratoires, mais la plupart des mesures, même dans les laboratoires, sont faites avec des appareils industriels à lecture directe.

S'il s'agit d'expériences, d'essais de machines, la précision est un facteur très important, mais il faut tenir compte aussi de la robustesse et de la maniabilité. Il ne faut pas hésiter à avoir des appareils différents pour courant continu et alternatifs : cadres mobiles avec shunts et résistances convenables pour le premier, électrodynamomètres ou, à défaut seulement, thermiques pour les seconds.

Bien entendu, ces appareils exigent des précautions : il faut les manier doucement, ce qui est souvent difficile sur une plate-forme d'essais, et il faut aussi les éloigner suffisamment de toutes les influences étrangères. Ces conditions ne peuvent pas toujours être remplies, de sorte que, finalement, la précision de ces instruments devient fictive et il y aurait quelquefois avantage à les remplacer par des appareils industriels de bonne qualité : ceux-ci, bien installés et bien observés, donneraient peut-être moins de décimales, mais on serait plus sûr des unités ! Il ne faut pas conclure de cette observation que l'on doit *toujours* éliminer les instruments précis, mais simplement que l'appareil le plus précis ne donnera que des résultats incertains s'il ne peut pas être bien employé.

Pour les tableaux et la conduite des machines, la précision intéresse moins et, bien souvent, des indications à 1 ou 2 pour 100 sont suffisantes. D'autre part, les conditions à remplir sont définies une fois pour toutes et par là disparaît une grosse difficulté ; on peut faire usage d'instruments gradués en tenant compte de la forme et de la fréquence du courant, ce qui permet la généralisation d'appareils robustes comme ceux à fer doux, et l'élimination d'appareils délicats comme les thermiques qui n'ont pour eux que leur indifférence à la forme et à la fréquence.

Pour le courant continu, lorsque la question *prix* n'est pas plus importante, les appareils à cadre mobile sont à choisir de préférence, à cause de leur exactitude plus grande et aussi parce qu'ils s'adaptent plus facilement à toutes les conditions imposées. Au contraire, là où le prix d'achat est primordial, et lorsqu'on veut avant tout de la robustesse, les électromagnétiques sont préférables ; cependant, pour les courants intenses, il est difficile de remplacer les cadres mobiles, les shunts s'appliquant très mal aux électromagnétiques.

En courant alternatif, on a le choix entre les électrodynamomètres, les thermiques, les électromagnétiques et les appareils à induction. Les électro-dynamomètres sont certainement précis, mais comme le voisinage imprévu des courants intenses fausse fréquemment les indications, cette qualité devient illusoire. Tant qu'il n'y a à mesurer que des volts et ampères, les électromagnétiques sont capables de rendre les meilleurs services, joints aux transformateurs, ils se plient à toutes les conditions requises, *exactitude comprise*. Les appareils à induction peuvent servir à toutes les mesures : volts, ampères, watts, phase ; ils sont robustes et une fois gradués pour le courant à mesurer, ils ne comportent guère de causes de déréglage, leur emploi est donc recommandable. Les thermiques, bien que théoriquements parfaits, ont contre eux leur fragilité, leur déréglage avec le temps et leur consommation relativement élevée ; ce sont ceux qu'il faut classer aujourd'hui en dernière ligne. Il n'y a pas lieu de parler des électromètres qui sont très rarement employés, sauf pour les très hautes tensions et qui sont très peu recommandables.

Pour l'alternatif, les transformateurs de mesures remplacent les shunts et leur emploi est à préférer, même avec les thermiques, car ils réduisent la consommation et isolent l'appareil du circuit. Les transformateurs s'appliquent également bien à tous les appareils pour alternatif.

La question *forme* joue souvent un rôle important dans le choix des appareils ; il y a là une question de goûts personnels qu'on ne peut guère discuter et aussi, pour beaucoup, une question d'accoutumance ; cependant, il faut reconnaître que, selon les circonstances, certains modèles se groupent plus ou moins bien, permettent plus ou moins facilement le rapprochement des appareils.

Un point très important et qui se rattache à la forme est celui de la protection mécanique et électrique des instruments. Toutes les fois que les appareils doivent être montés dans des espaces très limités, dans des passages étroits, il ne faut pas hésiter à sacrifier l'élégance en choisissant des appareils cuirassés et ne laissant voir que le cadran, on évite ainsi la destruction par le bris des verres de protection et aussi les erreurs souvent fort graves dues à l'électrisation par frottement de ces verres !

Lorsque les tableaux sont à proximité des conducteurs traversés par des courants intenses, il est indispensable de protéger les appareils *magnétiquement*, mais cette protection doit être *réelle* et non pas seulement *apparente* ; il ne suffit pas de mettre un boîtier en fer, il faut être sûr qu'il corrige et n'*aggrave pas* le défaut à éviter. Le plus souvent, la meilleure protection consiste à éloigner les appareils de mesures des conducteurs chargés. Cette condition est facile à remplir avec les cadres mobiles qui peuvent être reliés à leurs shunts par des conducteurs longs et c'est là un des grands avantages de cette catégorie d'instruments. Il ne faut pas oublier que les appareils à cadre mobile sont eux-mêmes influencés par les gros courants à proximité d'un conducteur parcouru par une centaine d'ampères, l'aimantation des pièces polaires peut causer des erreurs de l'ordre de 1 pour 100.

Pour les courants alternatifs, tous les appareils peuvent être montés sur transformateurs, il n'y a donc pas d'autre difficulté que celle du prix un peu plus élevé ; d'une manière générale, il faut prévoir des transformateurs dès que l'intensité dépasse 100 ou 200 A et faire

Digitized by Google

passer les circuits loin des instruments de mesures.

Une autre question très importante est celle des échelles de graduation. Selon l'emploi de l'appareil, les divisions doivent être plus ou moins nombreuses, plus ou moins fines. Pour les tableaux qui sont rarement regardés de près, il faut des divisions *espacées*, en traits épais et les subdivisions sont rarement utiles; si on les met tout de même, il est bon de les faire en traits plus fins que les divisions principales. La *longueur* des traits d'une graduation a une importance réelle, beaucoup de constructeurs leur donnent une longueur exagérée, ce qui fatigue les yeux et rend souvent les lectures plus difficiles. La meilleure proportion, pour les traits rapprochés des subdivisions, est de faire la longueur égale à une fois ou une fois et demie l'intervalle.

Il est difficile de se rendre compte des qualités techniques des appareils de mesures, cela exige beaucoup d'expérience et d'outillage; c'est pourquoi on est presque toujours amené à se baser sur la réputation d'une marque, faute de pouvoir baser son jugement sur des preuves certaines, et on est souvent entraîné ainsi à des dépenses inutiles : on paie la marque plutôt que l'appareil.

Le prix d'un appareil n'est pas toujours le critérium le plus certain; fréquemment, on voit sur les tableaux des appareils bien supérieurs à ce qui serait nécessaire et qui seraient avantageusement remplacés par d'autres plus simples, moins coûteux et mieux appropriés.

Observations générales. — Quelle sera, après la guerre, la situation de notre industrie au point de vue des instruments de mesures?

Rappelons, tout d'abord, que les constructeurs ne seront guère gênés par les brevets. En effet, on peut dire que les principaux modèles d'appareils sont fixés depuis plus de trente ans et que les progrès, indiscutables, qui se produisent chaque jour, sont surtout des perfectionnements de détails, des améliorations de construction, etc., plutôt que des inventions nouvelles. Il serait difficile de citer, depuis 1900, un appareil réellement nouveau!

Les brevets généraux, qui constituaient pour les fabricants des obstacles sérieux, sont tous périmés et le domaine public est aujourd'hui si riche qu'il est possible de trouver plusieurs solutions équivalentes du même problème sans tomber dans aucun des brevets de perfectionnement en cours.

Peut-on prévoir des appareils nouveaux? A l'heure actuelle presque tous les phénomènes électriques et physiques connus ont été mis à contribution, avec plus ou moins de succès, pour la réalisation des appareils de mesures, et tant que de nouveaux phénomènes ne seront pas découverts, il semble bien peu probable qu'il surgisse des inventions complètement nouvelles, mais il reste encore un large champ d'investigations en reprenant seulement les essais qui ont échoué jusqu'à présent.

D'ailleurs, le rôle de l'inventeur n'est pas le seul à considérer au point de vue industriel, et les perfectionnements plus modestes qui amènent des abaissements de prix notables, une meilleure utilisation du matériel, une plus grande précision dans les résultats, la *mise au point* pour tout dire en abrégé, est d'un intérêt non moins considérable.

Qu'il s'agisse d'inventions ou simplement de mise au point, il faut toujours commencer par disposer de capitaux; les essais, quels qu'ils soient, coûtent toujours cher, mais, dans une question comme celle-ci, où le laboratoire doit représenter en quelque sorte l'âme de la fabrique, les essais peuvent marcher parallèlement avec le travail normal et, s'ils sont conduits méthodiquement, ils exercent sur la fabrication un effet des plus utiles, les dépenses engagées de ce côté peuvent être des plus fructueuses.

Il suffit de regarder la liste des appareils en usage pour se rendre compte que notre industrie a contribué beaucoup au progrès; ce qui lui a manqué le plus ce sont les énormes ressources des puissantes sociétés étrangères. De son côté, la clientèle, constructeurs, installateurs et autres, s'est laissé peut-être un peu trop facilement éblouir par la réputation habilement entretenue de nos rivaux, et il en est résulté un découragement assez compréhensible chez nos fabricants.

Quelle était la situation en France avant la guerre? On comptait, comme maisons réellement françaises, une grande société, deux ou trois constructeurs réputés et quelques autres moins connus, au total moins de dix! Mais à côté il y avait, fortement représentées en France, trois grandes sociétés allemandes, une américaine dont le centre européen s'était transporté à Berlin, quelques maisons anglaises et une italienne.

Un certain nombre de constructeurs français faisaient mettre leur nom sur des appareils qu'ils achetaient souvent à l'étranger!

Après la guerre, nous serons débarrassés, au moins pour un temps, des marques allemandes, et les fabricants français auront à cœur de les remplacer et de les dépasser, mais il faut pour cela deux choses : d'abord que les constructeurs se rendent bien compte des besoins actuels de l'industrie, qu'ils n'attendent pas les demandes mais qu'ils aillent au devant; ensuite que les clients se décident, à qualité égale, pour les appareils français, sans se laisser détourner par la recherche d'une marque plus connue et de réputation plus universelle.

Cette branche de l'industrie électrique ne représente dans l'ensemble qu'une fraction assez petite au point de vue commercial, mais elle peut avoir une grande influence morale et il y a grand intérêt à l'encourager. Nous avons d'ailleurs une raison de plus pour y attacher de l'importance : l'arrêt des transactions avec les pays ennemis nous a montré combien nous étions tributaires de leur industrie, et il nous a fallu improviser hâtivement pour remplacer ce qui nous manquait. Il ne faut plus que nous retombions dans ce défaut, notre industrie doit se suffire entièrement à elle-même et aucune branche, si petite soit-elle, ne doit nous mettre à la merci de l'étranger.

H. ARMAGNAT.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Sur la rigidité diélectrique de l'air.

Des recherches connexes de celles que nous avons décrites récemment dans la « R. G E » du 7 juillet, p. 7, au sujet de la rectification du courant dans l'hydrogène, ont été effectuées récemment par MM. Whitehead et Brown, qui ont étudié l'effet de couronne dans l'air. La tension à laquelle la couronne apparait sur un fil cylindrique dans l'air dépend du diamètre de ce fil, du gradient de potentiel à sa surface et de la densité de l'air. Peek a exprimé cette relation par la formule :

$$E = A\delta + B\sqrt{\frac{\delta}{d}}, \qquad (1)$$

où E est le gradient de potentiel à la surface du fil de diamètre d, δ le « facteur de densité » du gaz, dont la valeur est 1 sous une pression de 76 cm de mercure et à une température de 25°, et A et B sont des constantes. Dans les expériences qui ont servi à établir cette formule, on employait des tensions alternatives, et il a été constaté que c'était la valeur maximum de la tension ou du gradient qui déterminait l'apparition de la couronne.

Nous extrayons les renseignements suivants d'un mémoire publié par MM. Whitehead et Brown [1] :

Ces recherches ont été entreprises pour déterminer les constantes A et B de la formule (1), pour lesquelles les divers expérimentateurs ont trouvé des valeurs différentes.

Description des appareils. — 1° *Pour tensions alternatives*. — Le schéma est représenté par la figure 1. Le

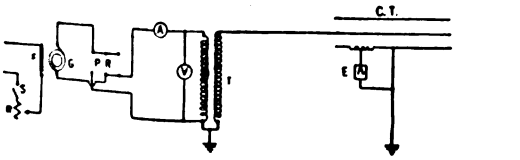


Fig 1. — Disposition des appareils pour l'étude de la couronne entre fil et cylindre coaxiaux en courant alternatif.

moteur génératrice G alimente l'enroulement basse tension du transformateur T par l'intermédiaire d'un régulateur de potentiel P R. Une extrémité de l'enroulement haute tension est reliée à l'enroulement basse tension et à la terre et l'autre, au fil à couronne. C T est le tube à couronne et E un électroscope.

Le transformateur employé avait les caractéristiques suivantes : 3 000 w, 60 p : sec, 100/25 000 v. L'appareil à couronne se composait d'un fil tendu suivant l'axe d'un tube métallique. De petits trous étaient percés dans une section du tube, et un disque de la même courbure que celui-ci était relié à une borne de l'électroscope et placé aussi près que possible du tube sans le toucher. Le disque, les connexions à l'électroscope et l'électroscope lui-même étaient protégés par des boucliers métalliques mis à la terre. L'électroscope était chargé à un potentiel de 440 v pris sur les canalisations de lumière par l'intermédiaire de lampes et de condensateurs montés en série parallèle. Le support commun du tube à couronne et de l'électroscope était mis à la terre ; l'autre borne de l'électroscope se trouvait ainsi mise à la terre. L'ionisation qui accompagne la première apparition de la couronne produit une décharge rapide de l'électroscope, qui sert ainsi à déceler la couronne.

2° *Pour tensions continues*. — On disposait de deux sources de haute tension continue, une génératrice à haute tension et un kénotron ou redresseur à cathode chaude. Avec la première, le montage était celui que représente la figure 2. La génératrice G fournit la haute tension au fil à

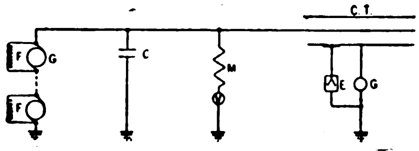


Fig. 2. — Disposition des appareils pour l'étude de la couronne en courant continu.

couronne ; des condensateurs Moscicki C, destinés à aplanir les irrégularités de la tension et formant une capacité totale de 0,032 microfarad, sont mis en parallèle avec cette génératrice ; V est un voltmètre, M son réducteur, G un galvanomètre. La génératrice se compose de 8 machines montées en série et pouvant donner au total 15 000 v. Le voltmètre est un appareil Weston gradué de 0 à 750 v et ayant une résistance de 82 790 ohms. Comme on voulait pouvoir mesurer les tensions jusqu'à 35 000 v, on a mis en série avec lui un réducteur de 4,5 mégohms.

Le montage pour la seconde méthode, comportant l'emploi du kénotron, est représenté par la figure 3. L'alternateur à

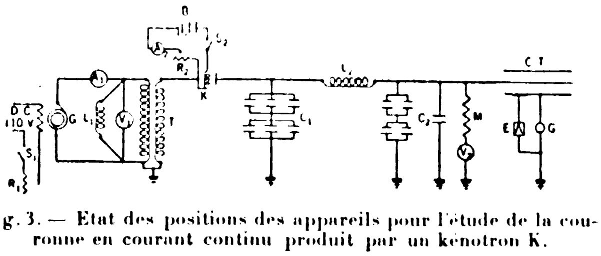


Fig. 3. — Etat des positions des appareils pour l'étude de la couronne en courant continu produit par un kénotron K.

haute fréquence G alimente, par le transformateur T mis à la terre, le kénotron K sous haute tension. Les condensateurs C_1 et C_2 et l'inductance L_2 ont pour rôle d'aplanir la courbe de la tension, qui est rectifiée sous forme pulsatoire par le kénotron. V_2 et M sont le voltmètre et son réducteur, tels qu'on les a employés dans la méthode précédente et CT est le tube à couronne, avec l'électroscope E et le galvanomètre G', comme précédemment. L_1 est une inductance. V_1 et A_1 un voltmètre et un ampèremètre thermiques.

L'alternateur à haute fréquence, muni d'un double inducteur, l'un de 48 pôles, l'autre de 240, pouvait donner 4,4 A, sous 110 v aux fréquences de 600 p : sec, ou de 3 000 p : sec.

[1] Whitehead et Brown. — Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 15 février 1917. — *Proceedings of the A I E E*, t. xxxvi, février 1917, p. 159-188.

Digitized by Google

Le kénotron K était construit pour une tension maximum de 40 000 v. Dans l'axe d'une anode cylindrique était tendu un filament de tungstène qui servait de cathode chaude. On le chauffait au moyen d'une batterie d'accumulateurs B de 12 v, à laquelle on faisait débiter un courant de 6,1 A.

Expériences préliminaires. — On a calculé, d'après les résultats de recherches antérieures, les calibres approximatifs des fils sur lesquels apparaîtrait la couronne, dans des tubes de diamètre donné, pour tension alternative ou continue. On a employé deux tubes, dont les diamètres intérieurs étaient 6,109 cm et 4,855 cm, et des fils de six calibres : 0,074 cm, 0,090 cm, 0,125 cm, 0,166 cm et 0,231 cm. Tous étaient en bronze, sauf le dernier, qui était en acier.

On a fait les premiers essais avec la dynamo à courant à haute tension, et on a constaté une cause d'erreur due à des fluctuations périodiques de haute fréquence dans la tension continue, fluctuations dont on ne put assigner la cause à aucune des caractéristiques de la partie tournante (passage des joints de courroie, nombre des lames du collecteur, etc.). C'est pour faire disparaître cette fluctuation qu'on a dû mettre une capacité en dérivation sur la dynamo. Pour une capacité égale ou supérieure à 0,016 microfarad, la fluctuation disparaissait et la valeur du champ critique (le champ à la surface du fil correspondant à l'apparition de la couronne) restait constante pour les différents essais faits dans les mêmes conditions. On a employé une capacité de 0,032 microfarad. Cette fluctuation était due probablement à une résonance entre l'inductance des induits et la capacité du circuit.

La tension maximum que pouvait fournir la dynamo à haute tension étant de 15 000 v, on employait le kénotron pour les tensions supérieures. Mais le transformateur employé absorbait, à 600 p : sec, un courant de charge de 20 à 25 A, tandis que le courant de pleine charge de l'alternateur n'était que de 4,4 A. Il fallait, pour compenser la capacité de l'enroulement haute tension du transformateur, mettre en dérivation sur son primaire une inductance L_1 dont l'effet vint s'ajouter à celui de la réactance interne de l'alternateur. Enfin, pour rendre pratiquement constante la tension ondulée fournie par le kénotron, on eut recours à l'inductance L_2 mise en série dans le circuit et aux capacités C_1 et C_2 montées en dérivation. On employait un téléphone pour se rendre compte du perfectionnement ainsi obtenu, le son du téléphone étant d'intensité proportionnelle à l'amplitude de la fluctuation de tension. On a réduit ainsi cette amplitude à 0,5 pour 100 environ.

On a fait ensuite une comparaison des différentes méthodes propres à déceler la couronne. Dans le cas du courant alternatif, on a comparé la méthode visuelle et la méthode de l'électroscope et on les a trouvées en très bon accord. Dans le cas du courant continu, on se servait en outre d'une méthode supplémentaire : observation d'un galvanomètre branché entre le tube et le sol, comme l'ont employé Farwell et Mackenzie. On se servait d'un galvanomètre balistique qui, pour un courant de 10^{-6} A, donnait une déviation de 1 mm sur une échelle placée à 1 m du miroir. A l'apparition de la couronne, le galvanomètre donnait une forte déviation (5 à 10 cm) et tout accroissement de la tension faisait sortir le spot de l'échelle.

Quand le fil était assez propre, l'état de sa surface n'avait que peu d'influence sur la valeur du champ superficiel critique dans le cas où le fil était à un potentiel positif ou alternatif, mais avec le fil négatif, la moindre inégalité de surface ou particule de poussière causait un abaissement de la valeur du champ critique.

Méthodes d'observations finales. — Dans le cas du courant alternatif, on élevait lentement la tension en faisant croître le courant d'excitation de l'alternateur jusqu'à ce que l'électroscope commençât à se décharger. On mesurait sa vitesse de décharge pour chaque accroissement de la tension, jusqu'à ce que cette vitesse devînt pratiquement infinie. On diminuait alors le courant d'excitation jusqu'à cessation de la décharge de l'électroscope et on l'augmentait de nouveau jusqu'à apparition de la couronne visuelle. On lisait et enregistrait alors la tension indiquée par le voltmètre primaire. On notait aussi la température et la pression.

Le facteur de pointe (rapport de la valeur maximum à la valeur efficace) des ondes de la tension alternative se déterminait au moyen d'oscillographies, qui donnèrent, avec une grande approximation, la valeur moyenne de 1,46, la tension primaire étant de 40, 50 ou 60 v. Dans les expériences en courant continu, on lisait directement la haute tension sur le voltmètre en série avec son réducteur.

Exactitude des observations. — Pour la couronne à courant alternatif, la seule limite à l'exactitude des observations est l'exactitude des lectures du voltmètre, car les autres facteurs entrant dans la détermination du champ superficiel critique peuvent se déterminer à bien moins de 1 pour 100 près. Or les lectures du voltmètre peuvent se faire à 0,3 pour 100 près environ. L'exactitude, il est vrai, dépend aussi de la mesure du facteur de pointe sur les oscillographies, mais sa valeur n'ayant varié que de 0,07 pour 100 dans l'étendue des tensions employées, on croit que c'est la lecture des tensions qui est la vraie limite de l'exactitude. Il en est de même pour les expériences en courant continu, où les lectures du voltmètre se font aussi à 0,3 pour 100 près environ.

Expériences finales. — Détermination des constantes A et B de la formule (1). — On a dit que la relation qui existe entre E, champ superficiel critique, et le diamètre du fil d est de la forme

$$E = A\delta + B\sqrt{\frac{\delta}{d}}$$

E étant exprimé en kilovolts par centimètre, d en centimètres, δ est le facteur de densité, A et B sont des constantes. On a trouvé les valeurs suivantes :

Couronne positive.

$A = 33,7$ $\qquad B = 11,5$

Couronne négative.

$A = 31,02$ $\qquad B = 13,5$

Couronne à courant alternatif.

$A = 33,7$ $\qquad B = 12,6$

Les valeurs du champ superficiel critique E, calculées pour les six calibres de fil par la formule

$$E = A + \frac{B}{\sqrt{d}}$$

en employant les constantes ci-dessus sont données dans les tables I et II et représentées par les courbes de la figure 4.

Digitized by Google

TABLEAU I. — *Courant alternatif.*
Relation entre le diamètre du fil et le champ superficiel critique.

DIAMÈTRE DU FIL CM	FACTEUR DE DENSITÉ δ	VOLTS PRIMAIRES	TENSION CRITIQUE (MAX.) V	CHAMP SUPERFICIEL CRITIQUE E (KV : CM)
0.074	1.005	35.8	13 120	80.6
0.090	1.005	39.65	14 530	77.1
0.107	1.005	43.0	15 760	72.9
0.125	1.005	45.7	16 750	69.0
0.166	1.005	53.5	19 610	65.6
0.231	1.005	61.4	22 500	59.6

TABLEAU II. — *Courant continu.*
Relation entre le diamètre du fil et le champ superficiel critique.

DIAMÈTRE DU FIL CM	FACTEUR DE DENSITÉ δ	LECTURE DU VOLTMÈTRE	TENSION CRITIQUE V	CHAMP SUPERFICIEL CRITIQUE E (KV : CM)
		Positif.		
0.074	1.02	228.0	11 897	77.0
0.090	1.025	253.0	13 200	73.7
0.107	1.012	275.0	14 350	69.2
0.125	1.008	292.5	15 263	66.8
0.166	1.003	357.5	18 654	62.4
0.231	1.02	422.5	22 044	58.4
		Négatif.		
0.074	1.003	462.5	13 117	80.6
0.090	1.03	517.0	14 662	77.8
0.107	1.003	560.0	15 880	73.5
0.125	0.992	587.0	16 657	68.6
0.166	1.003	677.5	19 214	64.3
0.231	1.001	431.0	22 490	59.3

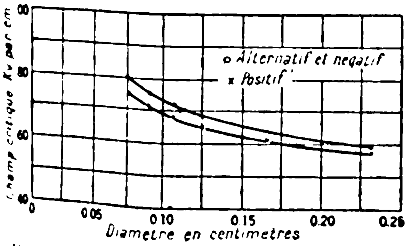


FIG. 4. — Valeurs des champs critiques en fonction du diamètre des fils pour courant alternatif et courant continu.

DISCUSSION. — Le fait que la couronne positive apparaît à une tension plus basse que la négative pour un fil de même calibre est d'accord avec la théorie de l'ionisation secondaire, si nous admettons que l'ion négatif est le principal agent d'ionisation. Ceci est pratiquement certain, parce que son énergie de mouvement est plus grande que celle de l'ion positif sous un gradient de potentiel donné. Quand on applique une différence de potentiel entre un fil et un cylindre concentriques, les ions négatifs ou électrons existant dans l'air se mettent en mouvement sous l'action du champ électrique. Ils entrent alors en collision avec les molécules de l'air et selon leur vitesse, ils pourront ou non produire d'autres ions. Supposons le fil positif : dans ce cas les électrons se meuvent vers le centre (vers le fil), c'est-à-dire dans la direction des champs croissants. Ainsi les ions nouveaux produits par les chocs se forment dans des champs de plus en plus forts et tendent à se multiplier jusqu'à atteindre la concentration qui correspond à l'apparition de la couronne. D'autre part, si le fil est négatif, les électrons se déplacent vers la zone extérieure dans la direction des champs décroissants. Ceux-là seuls, qui partent de la région toute voisine du fil, traversent un champ intense, de sorte que le nombre d'ions produits par les chocs est bien plus faible que dans le premier cas, c'est-à-dire qu'il faudra une différence de potentiel plus élevée pour engendrer par collision le nombre d'ions nécessaires à l'apparition de la couronne.

Quant à la convergence des courbes de la couronne positive et de la couronne négative (fig. 4), elle avait déjà été constatée. Si l'on prolonge ces courbes, on constate qu'elles se rencontrent en un point correspondant à un diamètre de 0.285 cm pour le fil.

EXPÉRIENCES DESTINÉES A VÉRIFIER LA THÉORIE DE LA COURONNE. — Selon la théorie de l'ionisation secondaire, due à Townsend, si l'on établit une différence de potentiel entre un fil et un tube concentriques, les électrons libres existant dans l'espace d'air intermédiaire acquièrent une certaine vitesse sous l'influence du champ statique. Cette vitesse dépend de la différence de potentiel appliquée et du « libre parcours moyen » de l'électron. Si on limite d'une façon quelconque ce libre parcours, il faudra une différence de potentiel plus élevée pour donner lieu à la vitesse critique, c'est-à-dire pour produire la couronne. Dans le but de vérifier cette théorie, on a introduit entre le fil et le tube des tubes métalliques isolés, à parois minces, ce qui avait pour effet de réduire le trajet libre possible de l'ion négatif. Une série d'expériences faites sur ce point a montré qu'on obtenait ainsi une élévation de la tension de couronne, ce qui est d'accord avec la théorie de Townsend.

CONCLUSIONS. — 1° Le champ critique donnant naissance à la couronne sous la pression atmosphérique a été déterminé pour six calibres de fil compris entre 0.074 cm et 0.231 cm de diamètre, pour des potentiels alternatifs et continus, dans le même appareil et dans les mêmes conditions.

2° La relation entre le champ superficiel critique, c'est-à-dire le champ auquel la couronne prend naissance et le diamètre d'un conducteur rond, à surface propre, s'exprime par les formules suivantes :

$$\text{Courant alternatif } E = 33.7\ \delta + 12.6 \sqrt{\frac{\delta}{d}}$$

$$\text{Courant continu (positif) } E = 33.7\ \delta + 11.5 \sqrt{\frac{\delta}{d}}$$

$$\text{Courant continu (négatif) } E = 31.02\ \delta + 13.5 \sqrt{\frac{\delta}{d}}$$

3° Pour les calibres de fil employés, la couronne apparaît à une tension plus faible quand le fil est positif que quand il est négatif. L'excès maximum observé de la tension négative sur la positive a été de 6.3 pour 100.

4° Les valeurs observées en courant alternatif sont très concordantes avec celles de la tension continue négative.

5° Les courbes représentant les valeurs pour tension positive et pour tension négative se rapprochent l'une de l'autre à mesure que le diamètre du fil s'accroît.

6° Les observations sur la couronne positive et par tension alternative s'accordent bien avec celles de Farwell,

Digitized by Google

Peek et Whitehead, bien que l'on indique ici de nouvelles valeurs pour les constantes de la formule (1).

7° Les observations sur la couronne négative donnent pour ces constantes des valeurs plus elevées que celles qu'on a obtenues jusqu'ici.

8° Des expériences, faites avec des tubes écrans concentriques et isolés, indiquent que le champ critique donnant lieu à la couronne devient plus élevé avec ce dispositif.

9° Les résultats de ces recherches sont d'accord avec la théorie de l'ionisation secondaire proposée par Townsend.

P. L.

Nouvelles recherches sur l'invar (1).

M. Ch.-Ed. Guillaume a fait une communication fort intéressante sur de nouvelles recherches sur l'invar. Voici le résumé de sa conférence.

La dilatabilité de l'invar (alliage Fe Ni à 35-36 pour 100 de Ni) ne possède pas une valeur parfaitement définie. D'une part, en effet, les additions nécessaires et un peu variables d'une opération à l'autre de C, Mn, Si relèvent la dilatabilité de l'alliage pur; de l'autre, les traitements thermiques et mécaniques la modifient dans une large mesure.

L'auteur avait signalé déjà, il y a longtemps, l'existence de ces actions, mais la question est extrêmement complexe et a exigé, pour être parfaitement éclaircie, des expériences nombreuses et délicates.

Les barres livrées par les aciéries (Aciéries d'Imphy de la Société de Commentry, Fourchambault et Decazeville) sont généralement laminées à chaud et abandonnées au refroidissement, à l'air. Tout autre mode de traitement est spécial ou supplémentaire; on dira donc qu'un échantillon simplement refroidi à l'air est à l'état *naturel*.

Des barres ou tiges ont été recuites et refroidies à l'air ou au four, ou encore trempées à des diamètres divers, de manière à permettre de suivre l'action d'un refroidissement plus ou moins rapide.

Pour examiner l'action d'un refroidissement aussi rapide que possible, on a même opéré sur des fils, dont la dilatabilité était mesurée sous une tension de 10 kg-force. La dilatabilité trouvée directement devait subir, pour être ramenée aux conditions ordinaires, une correction de $+0,15.10^{-6}$, afin de tenir compte de la variation du module d'élasticité avec la température. Les nombres relatifs aux fils donnés ci-après ont subi cette correction.

Les dilatabilités auxquelles on se réfère sont les valeurs vraies à 20° (moyenne entre 0° et 40°); dans tous les tableaux, $\Delta\alpha$ désigne l'écart de dilatabilité par rapport à l'invar naturel. Les actions thermiques sont résumées dans le tableau suivant.

Traitement.	$\Delta\alpha$
Tige recuite à 900° et refroidie au four	$+0,65.10^{-6}$
Tige recuite à 900° et refroidie à l'air	+0,26 »
Tige réchauffée et refroidie à l'air	0,00 »
Barre de 24 mm trempée	−0,42 »
Tige de 12 mm trempée	−0,46 »
Tige de 8 mm trempée	−0,49 »
Fil de 1,65 mm trempé	−0,53 »

(1) Ch.-Ed. GUILLAUME. Séance du 4 mai 1917 de la Société française de Physique.

L'action de l'écrouissage a été examinée sur des fils, obtenus par tréfilage à partir de fil plus gros, recuits ou trempés. Dans le tableau ci-après, qui résume les résultats relatifs à l'écrouissage, $\Delta'\alpha$ désigne la dilatabilité à partir du fil recuit :

	Diamètre de départ.	Allongement pour 100.	$\Delta\alpha$.	$\Delta'\alpha$.
	mm			
Recuit.....	1,65	0	$+0,21.10^{-6}$	
	1,80	19	−0,38 »	$-0,59.10^{-6}$
	1,95	40	−0,72 »	−0,93 »
	2,09	60	−1,15 »	−1,36 »
	2,20	78	−1,38 »	−1,59 »
	2,40	112	−1,42 »	−1,63 »
Trempé....	1,65	0	−0,53 »	−0,74 »
	2,09	60	−1,18 »	−1,39 »
	2,20	78	−1,53 »	−1,74 »
	2,45	116	−1,42 »	−1,63 »
	2,60	147	−1,50 »	−1,71 »

On voit donc que la dilatabilité, à partir de l'état naturel, peut être relevée de $0,65.10^{-6}$ ou abaissée de $1,53.10^{-6}$, soit une variation totale de $2,18.10^{-6}$, double de la dilatabilité même de l'invar de bonne qualité. La trempe et l'écrouissage amènent à des dilatabilités négatives.

L'étuvage (chauffe prolongée à une température modérément élevée) modifie à son tour la dilatabilité, surtout pour l'invar trempé ou écroui. L'action sur l'invar naturel est extrêmement faible. Une chauffe prolongée à 100° fait remonter de $0,62.10^{-6}$ la dilatabilité d'un invar écroui au maximum. On arrive ainsi, à partir de l'invar naturel, à un abaissement final de $0,88.10^{-6}$, valeur corrigée, alors que la valeur brute trouvée pour les fils des dimensions courantes dans la mesure des bases géodésiques reste abaissée de $1,03.10^{-6}$. Si donc on parle d'un invar dont la dilatabilité est voisine de 1.10^{-6}, le résultat final est l'obtention d'un fil pratiquement indilatable, ou tellement peu dilatable qu'un changement de 10 degrés dans sa température ne modifie pas sa longueur d'un millionième. L'emploi de ce fil dispense presque de la mesure de la température dans les opérations de mesure des bases.

La sensibilité que manifeste la dilatabilité de l'invar aux actions les plus diverses pose la question de l'homogénéité de cette dilatation. La question a été soumise à une étude détaillée.

Pour des barres de forte section transversale, à un état déterminé, par exemple l'état naturel, les diverses prises faites dans un même lingot ont montré une identité de dilatation qui dépasse souvent la précision possible des mesures. Pour des fils amenés à la dilatabilité minima puis étuvés pour leur stabilisation, on a trouvé des différences petites, mais mesurables, soit qu'elles proviennent de défauts d'homogénéité chimique, apparentes en raison du faible volume des échantillons, soit que les traitements n'aient pas pu se reproduire identiquement. Mais, pour 14 fils appartenant à des bottes différentes issues de la même coulée, l'écart probable des dilatabilités n'a été que de $\pm 0,02.10^{-6}$, ce qui permet d'appliquer à tous les fils issus de la même coulée le coefficient moyen, sans risquer d'erreurs appréciables dans la mesure des bases.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

La distribution d'électricité et d'eau de la ville de Tananarive

La première partie de cette monographie concerne la distribution d'électricité qui fonctionne d'une manière satisfaisante depuis sept ans à Tananarive; l'installation du réseau et des routes, bien qu'elle fût relativement peu importante, posait cependant quelques problèmes délicats, puisque toutes les pièces durent être expédiées d'Europe et montées sur place sans le secours de l'industrie locale, inexistante à cette époque. La distribution d'eau qui sera décrite ensuite contribuera, elle aussi au développement de la ville de Tananarive en améliorant les conditions d'hygiène de la population desservie.

Historique et résultats d'exploitation. — La concession de la distribution d'électricité pour l'éclairage, la force motrice et tous autres usages, ainsi que celle de la distribution de l'eau dans la ville de Tananarive, fut accordée le 25 août 1905, pour une durée de cinquante années, par convention passée par le gouverneur de Madagascar et approuvée par le ministre des Colonies, à la Compagnie des Eaux et de l'Électricité de Madagascar; elle comporte donc jusqu'au 25 août 1955 un privilège exclusif, puisqu'elle est placée sous un régime antérieur à celui de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie.

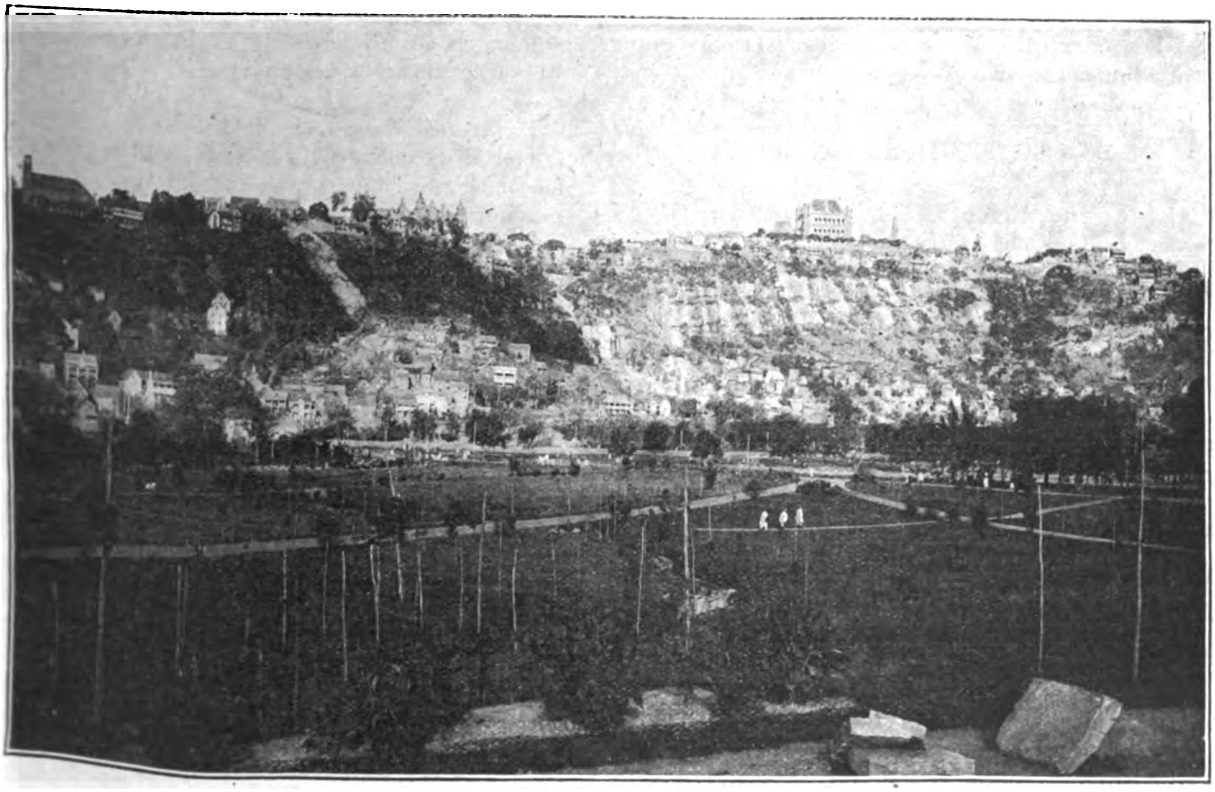


Fig. 1. — Vue générale de Tananarive et du palais de la Reine.

L'éclairage de la ville de Tananarive est assuré depuis le 1er mai 1910 par la Société l'Énergie industrielle qui a absorbé par voie de fusion, le 11 mars 1907, la Compagnie des Eaux et d'Électricité de Madagascar (fig. 1).

Digitized by Google

Les études pour l'aménagement de la chute sur la Vaharina et la distribution de l'eau et de l'électricité ont été commencées par MM. Gotland et Hutin, ingénieurs en chef des ponts et chaussées ; elles ont été achevées par les soins de M. P.-M. Durand, ingénieur, à Paris, qui a exécuté les travaux avec le concours de M. Briand, ingénieur.

La Société l'Énergie industrielle, outre le réseau de Madagascar, exploite directement en France, comme on le sait, de nombreuses distributions d'électricité, dans les régions du Rhône, de la Loire, de l'Auvergne, de la Côte-d'Or, de la Drôme, de la Bretagne, etc. Ces réseaux sont, pour la plupart, en plein rendement.

L'Énergie industrielle, en dehors des secteurs régis directement, exploite aussi, par l'intermédiaire de Sociétés filiales, les réseaux suivants: Énergie électrique de la Basse-Loire, Compagnie générale électrique du Sud-Ouest, l'Électrique de l'Orléanais, Société d'éclairage électrique de la ville d'Alais, Société d'éclairage et de force de Vougeot, etc.

Les tableaux comparatifs ci-dessous (p. 135), relatifs aux longueurs de lignes, nombre de clients, lampes et moteurs font ressortir l'importance de ces entreprises et leur rapide progression; surtout si l'on tient compte que l'exercice 1913 est celui qui a précédé la guerre et que l'exercice 1915 a été marqué par la plus grande dépression industrielle.

I. — DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ.

Usine génératrice. — L'île de Madagascar ne renferme aucun gisement de combustible, le prix de revient du charbon importé dépasse actuellement 200 fr la tonne, et celui des huiles lourdes et de l'essence est également élevé. Ces conditions économiques limitent le développement des industries obligées de produire leur force motrice, mais elles sont avantageuses pour un réseau utilisant exclusivement l'énergie hydro-électrique. La colonie ayant mis à la disposition de la Société une chute d'eau à Antelomita, sur la Vaharina à 21 km environ à vol d'oiseau de Tananarive, c'est en ce point que fut installée l'usine génératrice.

Le régime des cours d'eau est extrêmement irrégulier, le débit de la Vaharina, très abondant en été où il dépasse parfois 300 m³ : sec, descend jusqu'à 10 m³ : sec pendant les derniers mois de la saison sèche.

Les dispositions naturelles du terrain permettant d'utiliser facilement une succession de rapides d'une dénivellation totale de 15,50 m, on décida la construction d'un barrage créant une retenue de 3 m au-dessus du plan d'eau et qui portait ainsi la hauteur effective de la chute à 18,50 m avec une puissance brute d'environ 2 000 ch en étiage moyen (fig. 2 et 3).

Ce barrage, d'une longueur totale de 170 m et de forme légèrement convexe, a été établi presque dans son entier sur les rochers situés à la naissance des rapides. Sa largeur est de 1,50 m à la partie supérieure et de 3 m à une distance verticale de 3 m de la crête ; le parement intérieur est vertical, celui extérieur est incliné et ces deux parements sont raccordés au rocher par de larges solives. Du côté de l'aval, un enrochement sérieux a été effectué pour empêcher tout affouillement.

L'intérieur du barrage est en gros moellons de granit hourdés au mortier de ciment ordinaire ; l'extérieur est formé de gros éléments de pierres de taille, dont le rejointoiement parfaitement lisse est fait au mortier de ciment à 1 pour 1.

Afin de permettre, le cas échéant, l'évacuation des dépôts qui pourraient se fixer dans le bassin de retenue et la réparation du barrage, on l'a muni de deux vannes capables de débiter en totalité 18 m³ : sec.

A l'une des extrémités, une autre série de vannes établit la communication avec un canal d'amenée, d'une longueur totale de 180 m, canal entièrement maçonné et dont la moitié environ est en tunnel creusé dans le roc.

A sa naissance, ce canal s'élargit pour former une première chambre d'eau munie d'une vidange et séparée du canal proprement dit par une grille métallique. Cette chambre est destinée à favoriser l'arrêt ou le dépôt des corps que la rivière charrie en abondance au moment des crues.

Vers son milieu, le canal est muni d'un déversoir situé au même niveau que la crête du barrage et d'une vanne de vidange permettant le nettoyage et les réparations.

L'autre extrémité du canal débouche à la sortie du tunnel dans une deuxième chambre d'eau également maçonnée, de laquelle partent les deux conduites forcées qui conduisent l'eau aux turbines et dont l'entrée est commandée par une vanne, précédée elle-même d'une grille de protection destinée à arrêter les corps flottants.

L'importance de la force motrice nécessaire à la distribution d'eau de Tananarive, ou à la production de l'éclairage public ou privé dont on prévoyait l'installation immédiate en 1907, ne nécessitait peut-être pas la mise en valeur de la totalité de la puissance envisagée, mais considérant qu'un pays neuf doit être abondamment pourvu des moyens propres à faciliter son développement industriel, et pour permettre au service d'exploitation une élasticité suffisante, on décida, avec juste raison, l'établissement d'une usine hydro-électrique capable d'utiliser la puissance totale de la chute pendant les périodes d'étiage, et comprenant trois unités de 750 ch chacune, dont deux seraient installées immédiatement et la troisième ultérieurement, si les nécessités du service l'exigeaient.

L'installation entière fut donc établie sur ces bases. L'usine comprend un hall spacieux en maçonnerie de moellons de 27 m sur 12 m avec un élargissement du côté des conduites forcées formant avant-corps de 5 m de large sur 12 m de long et renfermant, au rez-de-chaussée, les transformateurs et aux divers étages les appareils de mesure, de sécurité et de départ de lignes. Un pont roulant de 8 t dessert la salle des machines dans toute sa longueur, et permet des manœuvres

Digitized by Google

1913

ÉNERGIE INDUSTRIELLE	LONGUEUR DES LIGNES		NOMBRE DE CLIENTS	NOMBRE DE LAMPES	NOMBRE DE MOTEURS	PUISSANCE DES MOTEURS SOUSCRITS
	haute tension	basse tension				
Réseaux :						
Madagascar	41 588 m	27 675 m	392	16 450	40	390 ch
Rhône-et-Loire	108 240	63 034	1 719	13 525	262	1 305
Haute-Auvergne	6 035	12 865	722	9 688	35	139
Drôme	39 535	32 230	1 650	12 326	141	325
Aube et Côte-d'Or	111 700	51 805	1 097	7 457	99	404
Est-de-Lyon	41 171	44 229	839	5 661	31	67
Oisans	9 220	3 030	218	937	12	127
Loiret	15 044	18 135	777	12 660	1	15
TOTAL ÉNERGIE INDUSTRIELLE	370 533	253 003	7 424	78 704	621	2 772
Energie électrique de la Basse-Loire	144 054	63 849	1 856	26 038	849	14 600
Energie électrique de la Côte-d'Or	40 954	76 392	1 437	12 300	176	405
Société d'éclairage électrique de la ville d'Alais	23 492	35 958	2 054	21 088	286	879
TOTAL GÉNÉRAL	579 033	429 202	12 761	138 130	1 932	18 656

1915

ÉNERGIE INDUSTRIELLE	LONGUEUR DES LIGNES		NOMBRE DE CLIENTS	NOMBRE DE LAMPES	NOMBRE DE MOTEURS	PUISSANCE DES MOTEURS SOUSCRITS
	haute tension	basse tension				
Réseaux :						
Madagascar	42 455 m	28 935 m	601	17 343	67	584 ch
Rhône-et-Loire	102 061	59 444	2 009	16 060	334	1 612
Haute-Auvergne	5 585	14 265	872	11 875	42	223
Drôme	60 343	37 395	1 982	14 307	167	409
Est-de-Lyon	45 333	60 174	1 204	6 930	43	88
Oisans	9 220	3 030	232	1 095	21	152
Montceau-les-Mines	23 177	61 946	1 263	6 946	136	335
Beaune	19 092	24 373	731	9 219	76	173
Secteurs de Bretagne		27 050	808	6 152	45	102
TOTAL ÉNERGIE INDUSTRIELLE	307 246	316 612	9 702	89 927	931	3 678
Energie électrique de la Basse-Loire	214 964	107 031	3 998	46 997	1 120	16 156
Société d'éclairage et de force de Vongeot	95 090	45 000	352	1 341	26	121
Société d'éclairage de la ville d'Alais	37 446	43 178	2 455	21 409	339	1 30[illegible]
E. Électrique de l'Orléanais	27 799	28 948	969	15 935	15	98
Compagnie du Sud-Ouest : Blois	171 100	93 000	3 238	32 500	370	1 430
Id. Dax		17 000	1 567	15 784	121	355
TOTAL GÉNÉRAL	853 645	650 769	22 [illegible]81	[illegible]3 843	2 9[illegible]	[illegible]

faciles et rapides en cas de démontage au moment des réparations.

Chaque unité comprend une turbine de 750 ch réunie par un accouplement élastique à un alternateur de 500 kw.

Les turbines de construction Escher Wyss et C^ie^, Zurich, sont du système Francis à axe horizontal et aspiration bilatérale. L'eau est amenée autour du distributeur à aubes pivotantes par une bâche en tôle en spirale assurant un rendement élevé; la construction en tôle de cette bâche a été nécessitée par la limitation du poids unitaire pour le transport des colis à pied d'œuvre.

L'arbre de la turbine porte un volant et actionne l'alternateur par un manchon élastique et isolant, système Zodel.

La puissance de chaque turbine est limitée par l'ouverture du distributeur à aubes pivotantes, réglée elle-même par un mécanisme de bielles et de leviers actionné par un servo-moteur à piston différentiel, fonctionnant exclusivement avec de l'huile sous pression de 4 à 6 atm.;

Digitized by Google

cette huile est prise dans un réservoir à air, qui est alimenté par une pompe placée dans le bâti formant l'embase du servo-moteur et du régulateur proprement dit.

Un régulateur à ressorts, extrêmement sensible, actionné au moyen d'une courroie par l'arbre de la turbine maintient constante la vitesse du groupe en agissant par l'intermédiaire d'une soupape de réglage sur le servomoteur et modifiant automatiquement l'ouverture de la distribution de zéro à pleine charge. L'huile de réglage parcourt toujours le même circuit : réservoir, pompe, réservoir à pression d'air, soupape de réglage, servomoteur, réservoir, et la sensibilité de cette régulation assurée par l'huile est pour ainsi dire invariable.

Indépendamment du réglage automatique, la distribution peut être réglée aussi à la main. Un dispositif spécial permet de modifier à la main ou à distance la vitesse de régime de la turbine pour la mise en parallèle des groupes, la répartition des charges, ou la fermeture complète de l'une ou l'autre des turbines en service. Un tachymètre, actionné par courroie depuis l'arbre de la turbine, indique constamment le nombre de tours de la turbine.

Les principales caractéristiques de ces turbines sont :

Nombre de tours : 375 : min.		
Rendement garanti à pleine charge		77 %
id	3/4	79 %
id	1/2	75 %

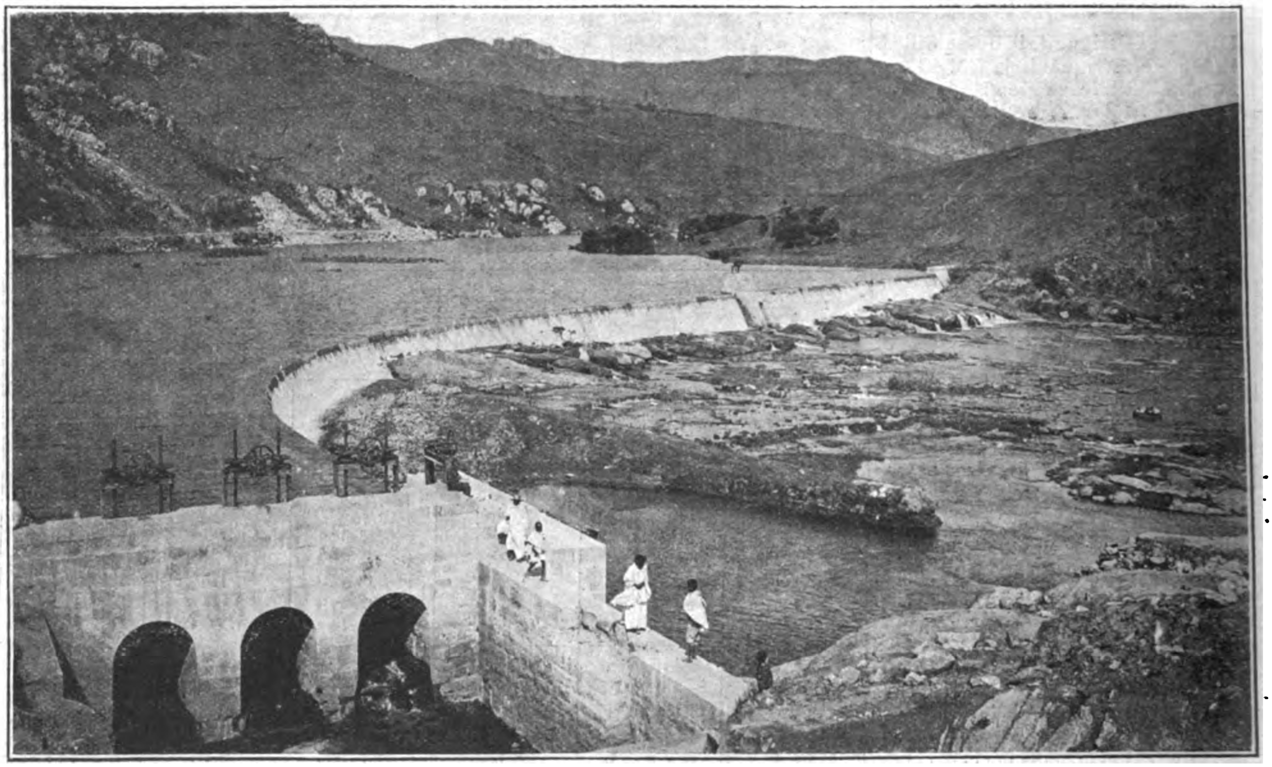


Fig. 2. — Vue d'ensemble des installations de la chute d'Antelomita.

Pour une variation progressive de la pleine charge à la marche à vide, la variation du nombre de tours est de 2 pour 100 au maximum.

En cas de variation brusque de la charge, les variations de la vitesse sont les suivantes :

Pour 25 % de la charge,	la variation est de	3 %
50 %	id	5 %
100 %	id	7 %

L'eau est amenée de la chambre de mise en charge aux deux turbines par deux conduites indépendantes en tôle de 1,70 m de diamètre.

Précédée d'une vanne et d'une grille du côté de la prise d'eau, chaque conduite est munie, à son arrivée à la turbine, d'une valve à papillon manœuvrable de la salle des machines à l'aide d'un volant à main.

Les alternateurs triphasés, construits par la Société Westinghouse dans ses usines du Havre, sont directement couplés aux turbines au moyen de manchons élastiques isolants, système Zodel (fig. 9).

Leurs principales caractéristiques sont :

Puissance........................	600 kv-A
Tension..........................	2000 v
Nombre de tours par minute : 375.	
id par seconde : 50.	

Ils sont du type à inducteurs tournants ; et pour permettre la visite facile des enroulements, sans recours au

Digitized by Google

pont roulant, la carcasse de l'induit peut être déplacée par rapport aux inducteurs et parallèlement à l'axe de l'alternateur.

Les inducteurs sont munis d'amortisseurs Leblanc, assurant une grande stabilité pour la marche en parallèle.

Les garanties de rendement pour ces alternateurs sont les suivants :

Pleine charge	94	%
3/4 de charge	92,5	
1/4 de charge	90	

Pour chaque unité, le courant d'excitation est produit par excitatrice multipolaire Westinghouse de 50 kv-A sous 125 v et à enroulement compound.

Le courant triphasé 2 000 v est élevé à 20 000 v, par son passage dans des transformateurs élévateurs de tension, de rapport 2 000/20 000 v.

Pour chaque alternateur, il y a 3 transformateurs monophasés de 200 kv-A ; l'ensemble formant un groupe triphasé de 600 kv-A. Les enroulements primaires et secondaires des transformateurs sont formés de bobines plates disposées en éventail autour d'un noyau finement lamellé et le tout est placé dans une caisse en tôle ondulée remplie d'huile spéciale. La disposition adoptée permet une circulation d'huile et par suite le refroidissement automatique des enroulements.

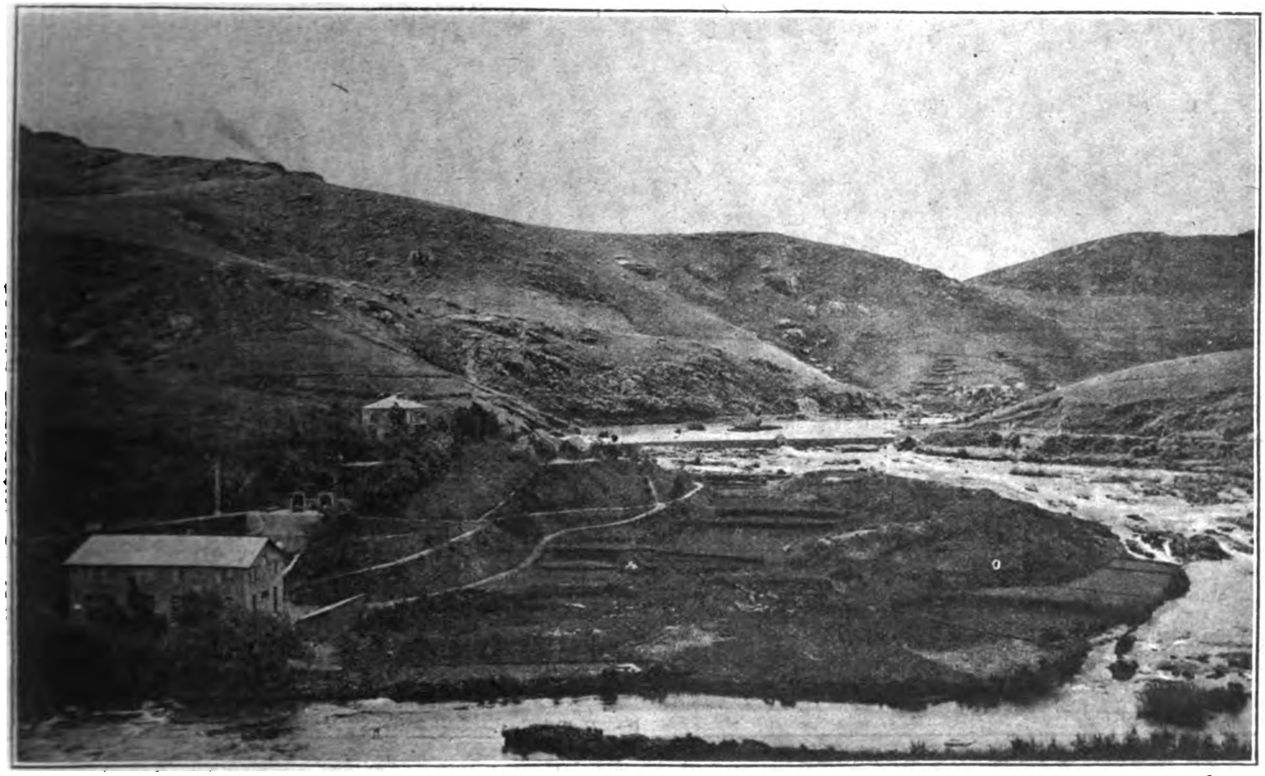


Fig. 3. — Vue du barrage terminé en charge (usine d'Antelomita).

Des barres omnibus, les circuits à 20 000 v et à 2 000 v passent au-dessus des transformateurs à des niveaux différents et permettent, le cas échéant, de remplacer, par simple modification des connexions, un transformateur avarié par un transformateur de réserve.

Entre la salle des machines et celle des transformateurs, et formant une sorte de cloison, est disposé le tableau de distribution constitué par des panneaux de marbre blanc, montés sur des fers cornières.

Ce tableau comprend tous les appareils habituels de manœuvre et de contrôle, rhéostats d'excitation, ampèremètres, voltmètres, interrupteurs à huile, disjoncteurs automatiques, relais à action différée.

Pour la mise en parallèle des alternateurs, un synchroscope Westinghouse donne des indications d'une grande précision et permet un couplage facile.

En dehors de ces appareils indispensables, le tableau porte encore un wattmètre indicateur pour chaque alternateur, un wattmètre enregistreur pour l'ensemble et un compteur général.

Afin de rendre leur manœuvre facile et sans danger, tous les appareils du tableau de distribution sont des appareils basse tension à graduations fictives et qui sont tous branchés sur les secondaires de transformateurs spéciaux, dont les primaires sont reliés aux circuits 2 000 ou 20 000 v.

Tous ces appareils sont placés à l'étage au-dessus des

Digitized by Google

transformateurs, sur une espèce d'estrade dominant la salle des machines et dans des cellules incombustibles séparées les unes des autres par des cloisons en ciment armé. A l'étage au-dessus de cette estrade, se trouve la salle des parafoudres et des sectionneurs de départ et de mise à la terre de la ligne 20000 v.

Entre les transformateurs et les parafoudres sont branchées en série sur le circuit principal des bobines de self-induction destinées à présenter une forte résistance aux décharges statiques sur la ligne aérienne et à les rejeter dans les parafoudres.

Immédiatement après les bobines de self-induction, sont branchés sur la ligne et en dérivation vers la terre des parafoudres à arcs multiples, système Würts et composés d'une série de rouleaux en métal anti-arc.

Pour protéger d'une façon plus efficace la ligne aérienne et les machines contre les surtensions atmosphériques les plus violentes, on a utilisé, en outre, des parafoudres à cornes.

Toutes les parties métalliques de l'usine, y compris les socles des alternateurs et les bâches des transformateurs, sont reliées à une ceinture métallique qui entoure le bâtiment et en communication avec la rivière par des barres de fer de forte section. On a estimé que cette précaution était plus efficace que l'emploi de tapis isolants et d'appareils isolés de la terre.

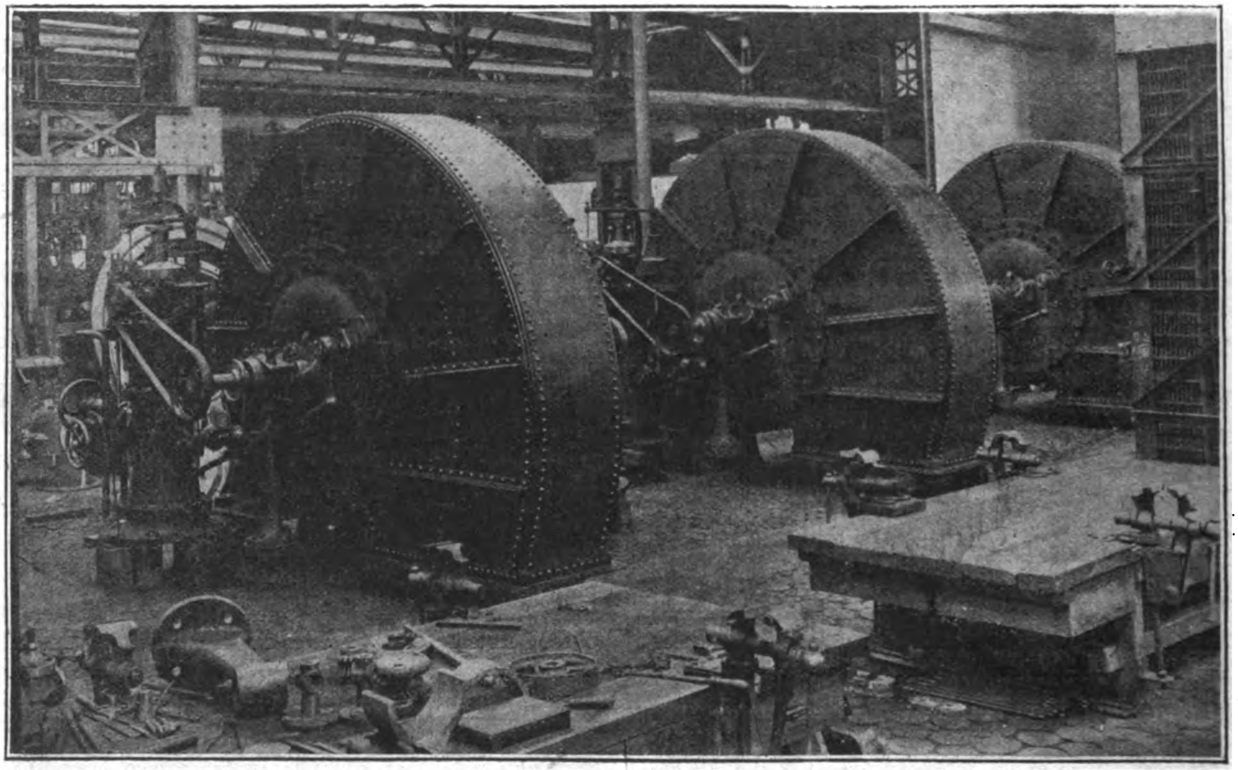


Fig. 4. — Vue des turbines de l'usine d'Antelomita dans les ateliers Escher Wyss et Cie à Zurich.

Afin de ne pas être tributaire de l'industrie, presque nulle à Tananarive, pour toutes les réparations et d'éviter tout arrêt du service provenant d'avarie du matériel, une partie du hall fut aménagée en atelier comprenant un moteur de 10 ch avec transmission pour la commande de différentes machines-outils : raboteuse, meule émeri, tour parallèle à banc rompu de 5 m, poinçonneuse, cisaille, machine à percer.

Le transport de tous les matériaux servant à la construction de l'usine et des machines donna lieu à des difficultés spéciales. Au début de l'installation, en effet, la gare terminus du chemin de fer était à Manjakandriana, située à 25 km environ d'Antelomita. Une piste muletière, venant de cette localité et aboutissant à quelques kilomètres d'Antelomita, fut améliorée et transformée en chemin praticable aux charrettes à bras, une route semblable fut créée pour arriver jusqu'à l'usine et tous les transports de ciments et de pièces moyennes furent effectués par cette voie.

Au moment de l'arrivée des grosses pièces : turbines, alternateurs, transformateurs et dont certaines dépassaient 4 000 kg, le chemin de fer arrivait jusqu'à Ambohimanambola, située sur la même rivière à une dizaine de kilomètres en aval.

On en profita pour transporter ces pièces par eau sur des chalands improvisés formés de pirogues accouplées, jusqu'en aval des rapides d'Antelomita, d'où elles

Digitized by Google

furent amenées jusqu'à l'usine par une voie Decauville d'environ 2 km (fig. 10).

Les transports et le montage, ainsi effectués dans un pays à peu près dénué de ressources industrielles, avec des moyens primitifs et à l'aide d'indigènes absolument inexpérimentés, furent cependant assez rapides et, à la fin de l'année 1909, l'usine était complètement terminée.

Les essais du matériel furent faits en mai 1910 et répondirent d'une façon pleinement satisfaisante aux conditions des cahiers des charges que nous avons résumées ci-dessus.

Depuis cette époque l'exploitation est assurée par un chef d'usine français et un personnel indigène composé de mécaniciens et de manœuvres.

Ligne de transport d'énergie. — La distance d'Antelomita, point choisi pour l'installation de la station centrale, de Tananarive est de 21 km à vol d'oiseau, mais la ligne de transport ne put être établie en ligne droite à cause des montagnes et des marais qu'il fallut contourner; la ligne aérienne a donc une longueur de 25 km et elle coupe à Anjeva, au tiers de sa longueur, la voie ferrée qu'elle suit ensuite d'une manière générale jusqu'à Tananarive. La ligne se compose actuellement de 4 fils de cuivre étiré de 5,5 mm de diamètre et d'une résistance minimum à la rupture de 65 kg : mm² (fig. 11).

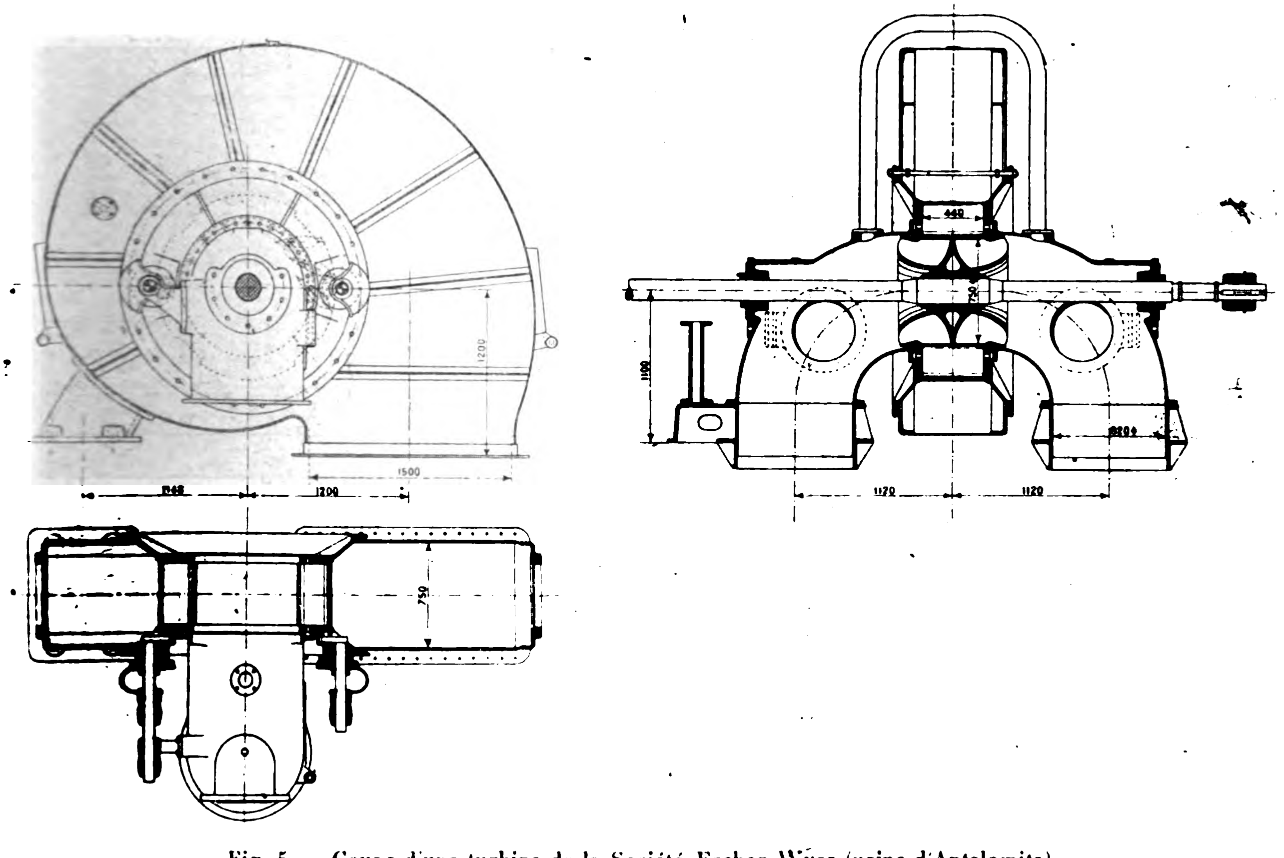


Fig. 5. — Coupe d'une turbine de la Société Escher Wyss (usine d'Antelomita).

Sur ces quatre fils, trois sont normalement en service et le quatrième est conservé comme réserve.

Les pylônes sont disposés pour recevoir ultérieurement deux autres fils de façon à constituer deux lignes à trois fils absolument indépendantes et à pouvoir disposer ainsi de deux circuits triphasés pouvant fonctionner séparément ou simultanément.

Les pylônes en treillis métalliques sont d'un modèle analogue à ceux qui sont employés couramment en France dans les installations similaires.

Une portée normale de 80 m a été admise pour ces pylônes dont la hauteur totale est de 12 m. Ils sont encastrés de 1,50 m dans des massifs en béton; leur section à la base est de 0,80 m × 0,80 m et en tête 0,30 m × 0,30 m.

Par suite des difficultés d'encombrement qu'aurait présentées le transport, ils ont été amenés en pièces détachées et ils ont été assemblés et rivés sur place.

Ils sont de deux types, le type normal pesant 300 kg pouvant supporter 6 fils de ligne avec la portée normale de 80 m et un angle maximum de 5° et un type renforcé, dont la structure est la même, mais dont le poids atteint 800 kg.

Ces derniers furent employés comme pylônes d'angle,

Digitized by Google

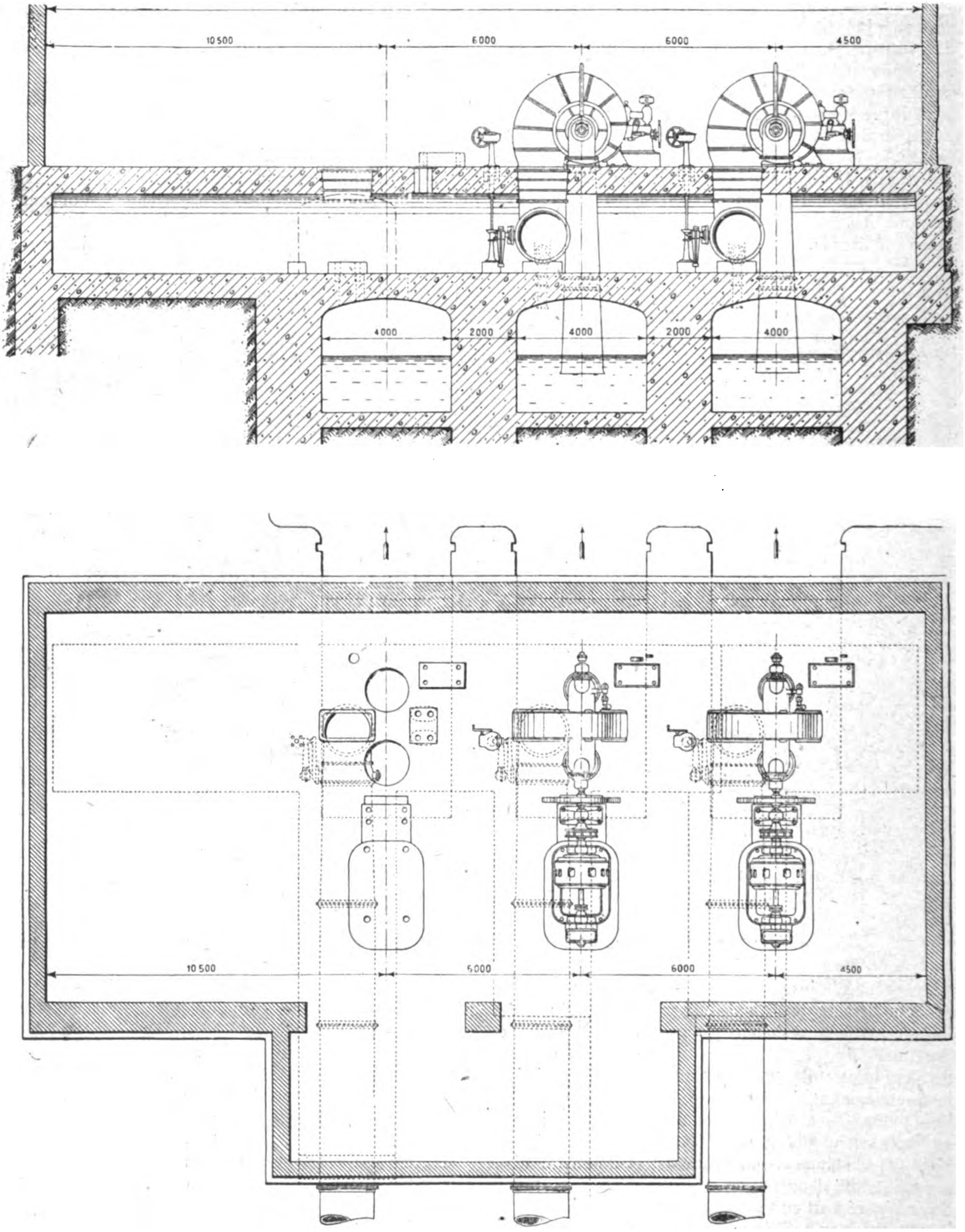


Fig. 6. — Coupe longitudinale et vue en plan des groupes composés d'une turbine Escher Wyss et d'un alternateur Westinghouse (usine d'Antelomita).

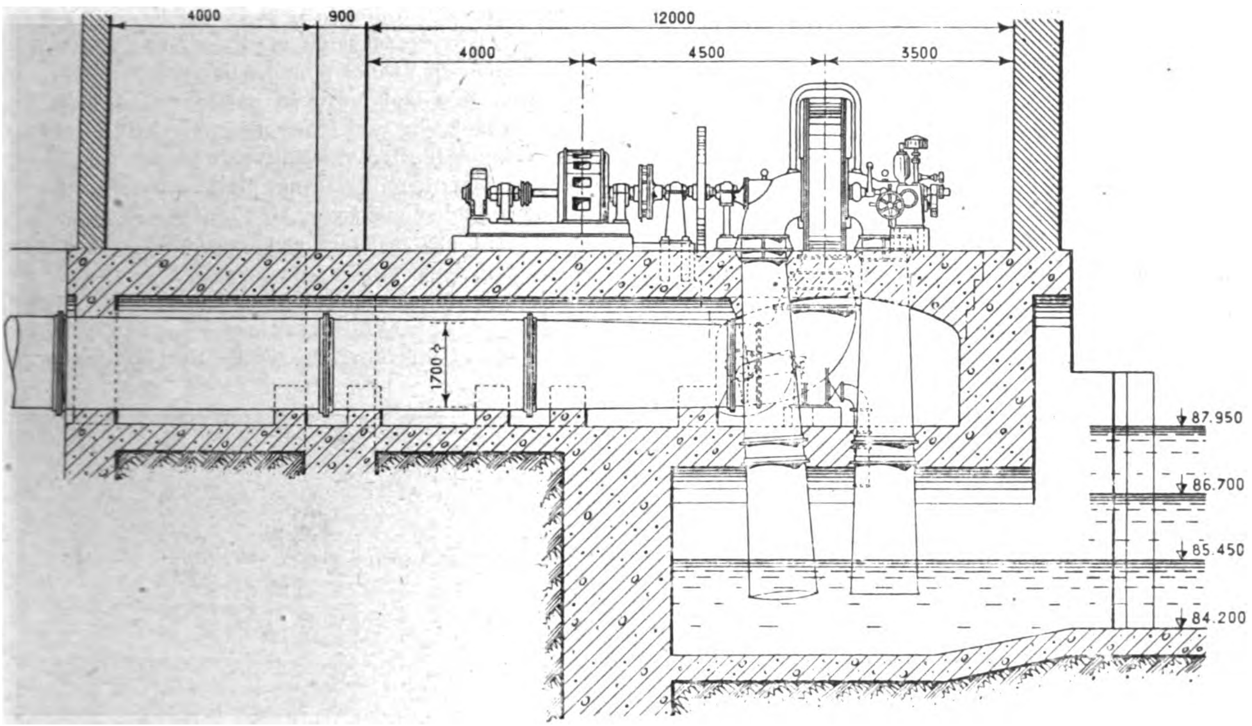


Fig. 7. — Coupe transversale d'un groupe turbo-alternateur (usine d'Antelomita).

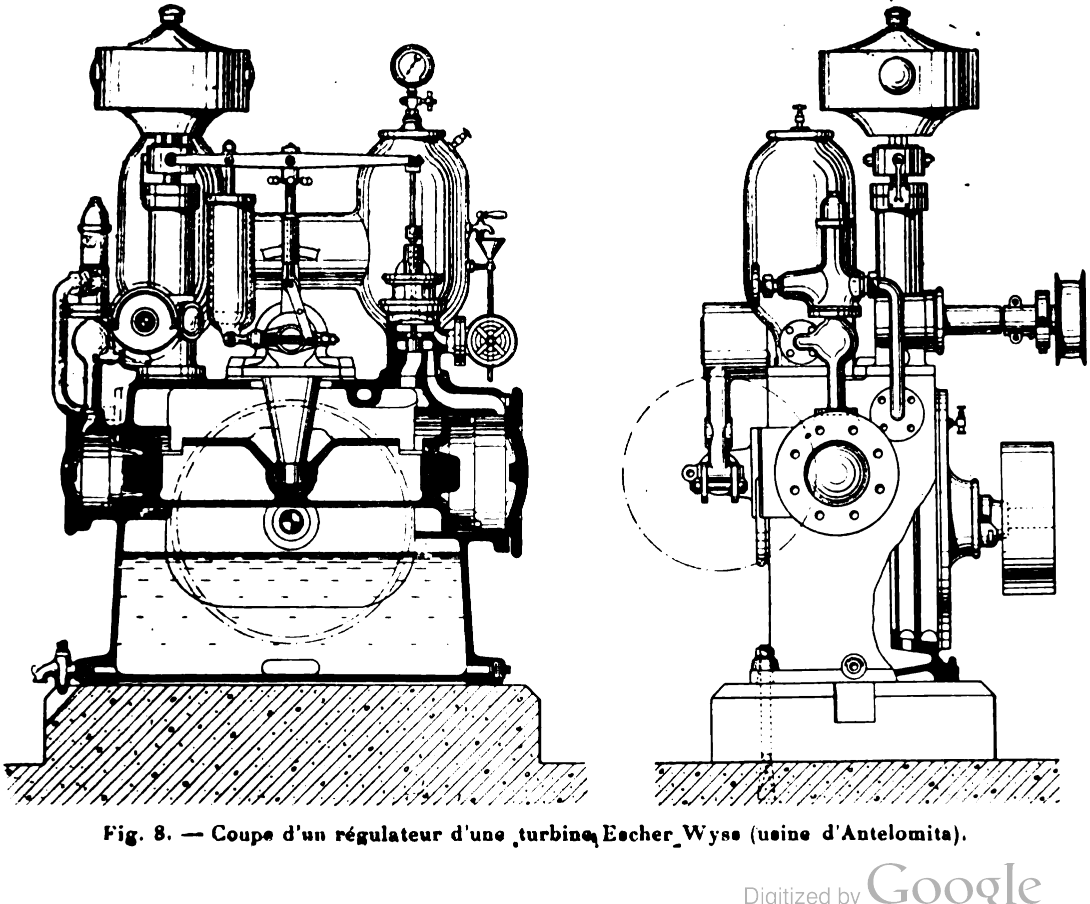


Fig. 8. — Coupe d'un régulateur d'une turbine Escher Wyss (usine d'Antelomita).

Digitized by Google

lorsque les dispositions du terrain l'ont nécessité.

On utilisa ainsi 324 pylônes normaux et 11 pylônes d'angle. Chaque pylône est disposé pour recevoir trois traverses horizontales en fer à U et ces traverses sont placées respectivement à 1,20 m, l'une au-dessous de l'autre. Chacune d'elles porte à son extrémité, les isolateurs supportant les fils qui se trouvent ainsi placés à 1,50 m l'un de l'autre en distance horizontale et à 1,20 m en distance verticale.

Les isolateurs ont été fournis par la manufacture française de Sainte-Foy-l'Argentière.

Afin de tenir compte des importantes surtensions auxquelles ils devaient pouvoir résister pendant les gros orages de la saison pluvieuse et de maintenir un important coefficient de sécurité, on choisit un type adopté généralement en France pour les lignes à 30 000 v.

Ce sont des isolateurs en porcelaine, à quintuple cloche, pesant 5 kg sans leur support. Ils ont été soumis en usine à une tension alternative de 90 000 v appliquée progressivement, puis sous une pluie battante artificielle à une tension de 35 000 v.

Seuls ont été reçus et employés ceux qui avaient résisté victorieusement à ces essais délicats.

Malgré des précautions aussi sérieuses, chaque année, au moment des plus violents orages, quelques isolateurs sont brisés et mis hors de service par les décharges atmosphériques qui atteignent une intensité inconnue en Europe.

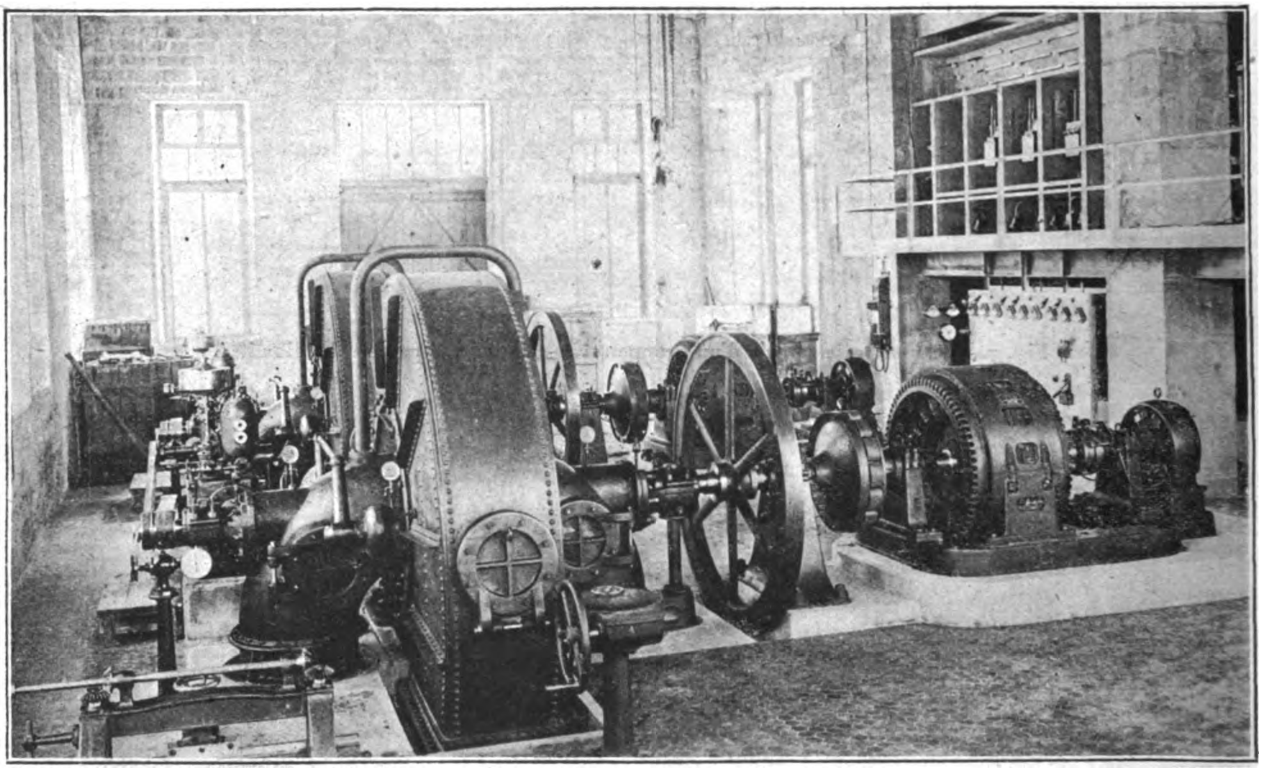


Fig. 9. — Vue de la salle des machines de l'usine d'Antelomita. Turbines Escher Wyss, alternateurs Westinghouse.

La saison pluvieuse 1913-1914 fut à ce sujet une des plus dures, et pendant cette saison, une trentaine d'isolateurs furent brisés par la foudre. Remarquant à cette époque que la plupart des ruptures se produisaient sur les jupes extérieures des isolateurs, on décida la pose d'anneaux de protection en cuivre, fixés au-dessous des isolateurs et formant, au-dessous de ceux-ci, un cercle relié à la terre. Ce cercle, d'un diamètre dépassant de quelques centimètres celui de la plus grande cloche, est destiné à amorcer les fortes décharges, qui précédemment éclataient entre le fil et le support de l'isolateur, dont elles contournaient les jupes qu'elles faisaient éclater.

Pendant la saison orageuse 1914-1915, il n'y eut aucun accident d'isolateur, mais les orages ayant été beaucoup moins nombreux et violents que ceux de la précédente saison, il n'est pas encore possible de préciser si ce meilleur fonctionnement est dû à la pose de ces anneaux de protection.

Immédiatement avant la traversée du chemin de fer à Anjeva et conformément aux prescriptions de la loi du 15 juin 1906, un poste de coupure a été établi. Ce poste renferme tous les sectionneurs et interrupteurs à huile, nécessaires pour l'interruption et la remise du courant. Il contient également des parafoudres à cornes avec résistance d'amortissement établis en dérivation sur chaque fil et qui contribuent, avec les parafoudres d'extrémité, à la protection générale de la ligne contre les

Digitized by Google

surtensions. Il est muni, d'autre part, d'un poste téléphonique permettant de communiquer avec Tananarive ou Antelomita (fig. 12).

En dehors de la ligne de transport de force, les pylônes portent également la ligne téléphonique qui assure une liaison constante et indispensable entre l'usine d'Antelomita et la sous-station de Tananarive.

Afin de limiter au minimum sur cette ligne les effets de self-induction produits par le voisinage, sur 25 km, de la ligne à haute tension, et qui, dans le cas d'une ligne ordinaire à 2 fils parallèles, supprimeraient toute possibilité de communication verbale entre les 2 postes, on l'a établie en formant avec chaque fil une hélice allongée dont le pas correspond à la longueur de 4 pylônes et de telle manière que chaque fil est tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de l'autre.

Les fils sont en bronze siliceux de 3 mm de diamètre et sont supportés par des isolateurs placés à 3 m environ au-dessous du fil inférieur de la ligne haute tension.

Ces isolateurs sont en porcelaine et ont été soumis à une tension d'essai de 30 000 v.

Chaque poste téléphonique, établi en communication avec cette ligne, est du type spécial pour le voisinage des lignes à haute tension et se compose de deux boîtes : la boîte supérieure qui renferme la magnéto

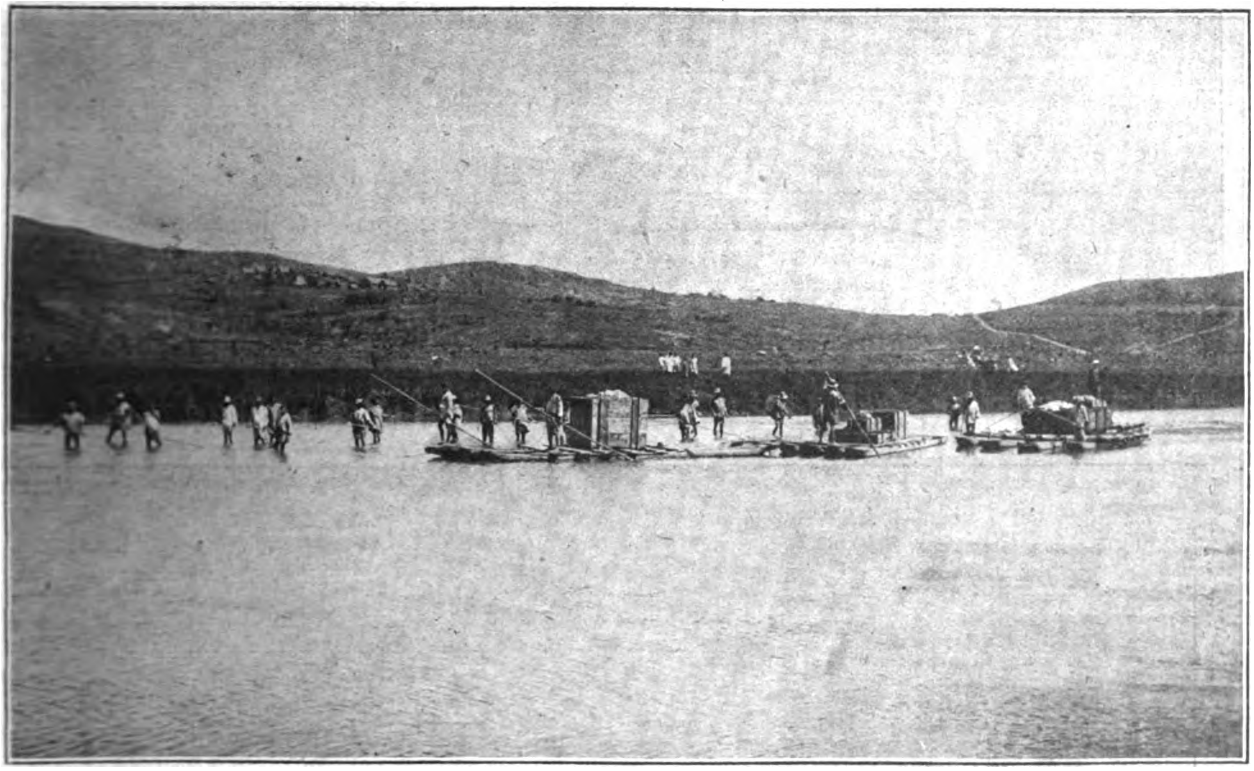


Fig. 10. — Transport par eau des grosses pièces de la gare d'Ambohimanambola jusqu'à l'usine d'Antelomita.

d'appel, la sonnerie polarisée, la bobine d'induction, le transmetteur et le récepteur, et la boîte inférieure qui est la seule à portée de l'opérateur.

Cette dernière n'est qu'une simple boîte acoustique, complètement isolée au point de vue électrique de la première et portant les 2 tubes acoustiques allant aux oreilles, et la manivelle de commande à distance par courroie de la magnéto.

D'autre part, l'opérateur monte, pour téléphoner, sur un tabouret muni de supports en porcelaine qui l'isolent complètement du sol.

Chaque poste téléphonique est muni de parafoudres à pointes multiples installés en dérivation à l'entrée du bâtiment, de coupe-circuits et de parafoudres à peignes sur le tableau des communications, et possède, en outre, des déchargeurs à eau qui permettent de mettre constamment la ligne téléphonique à la terre par l'intermédiaire d'une mince couche d'eau, et constituent ainsi un système de protection d'une très grande efficacité, surtout contre les charges statiques produites par les nuages orageux et qui causent dans les téléphones des bruits caractéristiques bien connus sous le nom de « friture ».

Toutes les précautions sont prises pour qu'il ne puisse se produire d'accident dans le cas de la chute d'un fil à haute tension sur la ligne téléphonique, et, en fait, cette ligne donne toute satisfaction depuis son installation.

La ligne haute tension est surveillée par deux plantons qui, chaque jour, partent l'un de Tananarive,

Digitized by Google

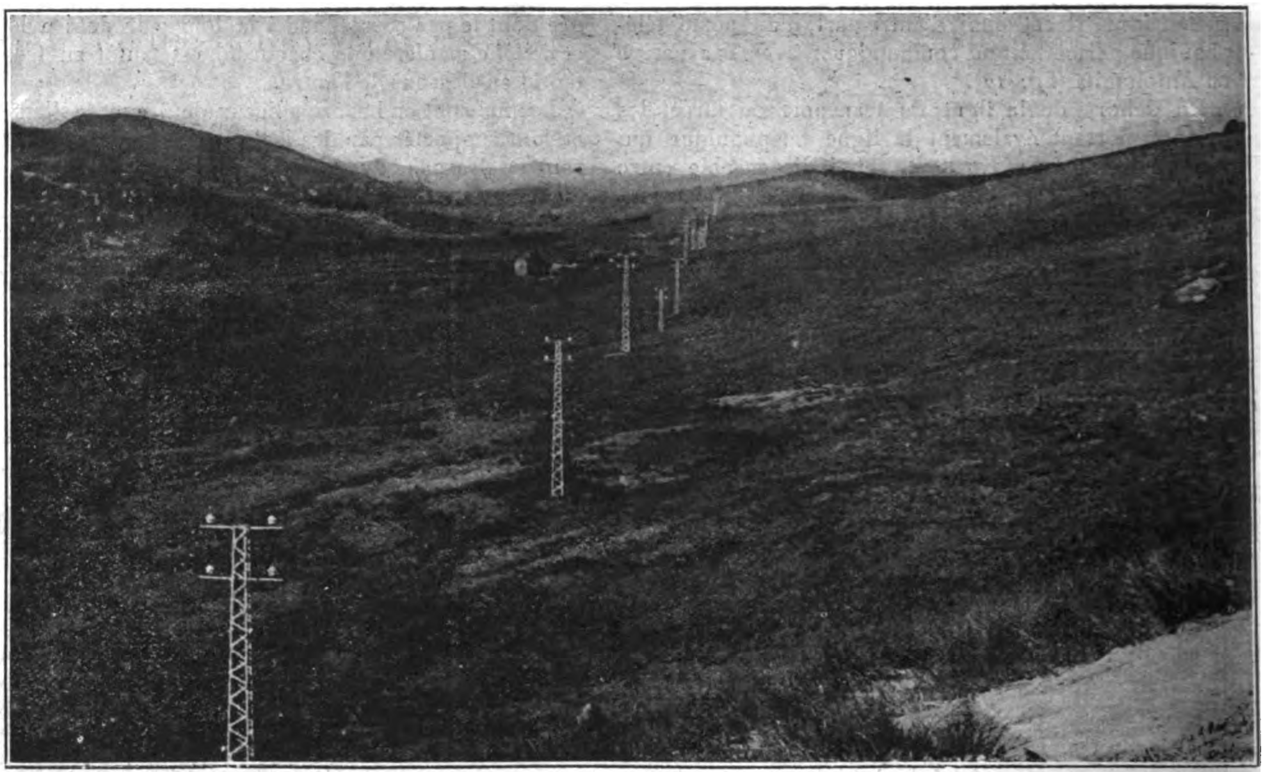


Fig. 11. — Ligne de transmission d'énergie à 20 000 v.

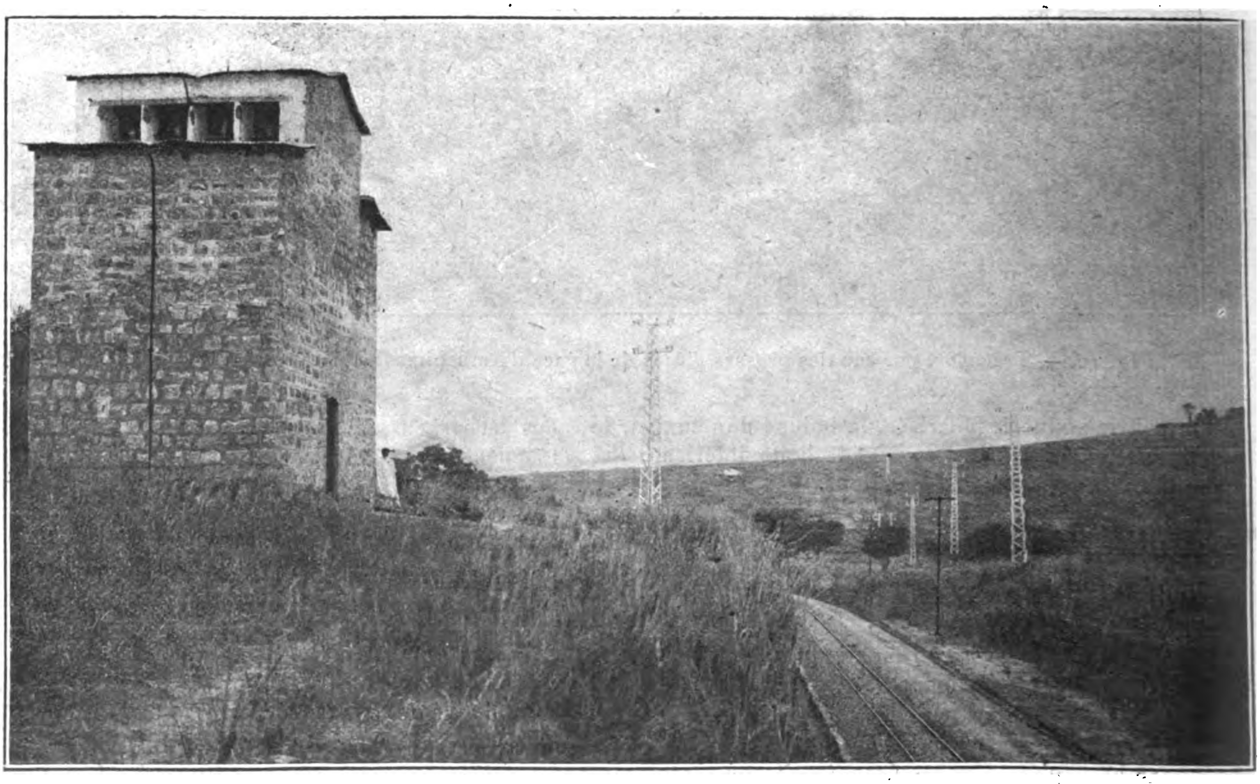


Fig. 12. — Traversée de la voie ferrée à Anjeva par la ligne à 20 000 v

Digitized by Google

l'autre d'Antelomita, et visitent la ligne entière. Ils disposent d'appareils téléphoniques portatifs pouvant se brancher facilement sur la ligne et peuvent, de cette façon, signaler rapidement les moindres incidents.

A 4 km de Tananarive et à hauteur de l'usine élévatoire de Mandroseza, on a effectué sur la ligne à 20000 v une dérivation d'une longueur d'un kilomètre et qui fournit la force motrice nécessaire à cette usine, dont il sera parlé plus loin.

Sous-station de transformation. — La sous-station de transformation a été établie à l'est de Tananarive, avenue Labourdonnais, et le choix de cet emplacement a été déterminé par les deux considérations principales suivantes (fig. 13) :

1° Rester aussi près que possible du centre de densité du réseau de distribution;

2° Amener à la sous-station la ligne à 20000 v sans avoir à traverser des quartier habités.

Cette sous-station a été établie pour loger un groupe de transformateurs réducteurs de tension, soit trois transformateurs de 200 kw et un transformateur de réserve, et comprend, en outre, un atelier de réparations et de constructions mécaniques.

On s'est réservé la possibilité de doubler tous les

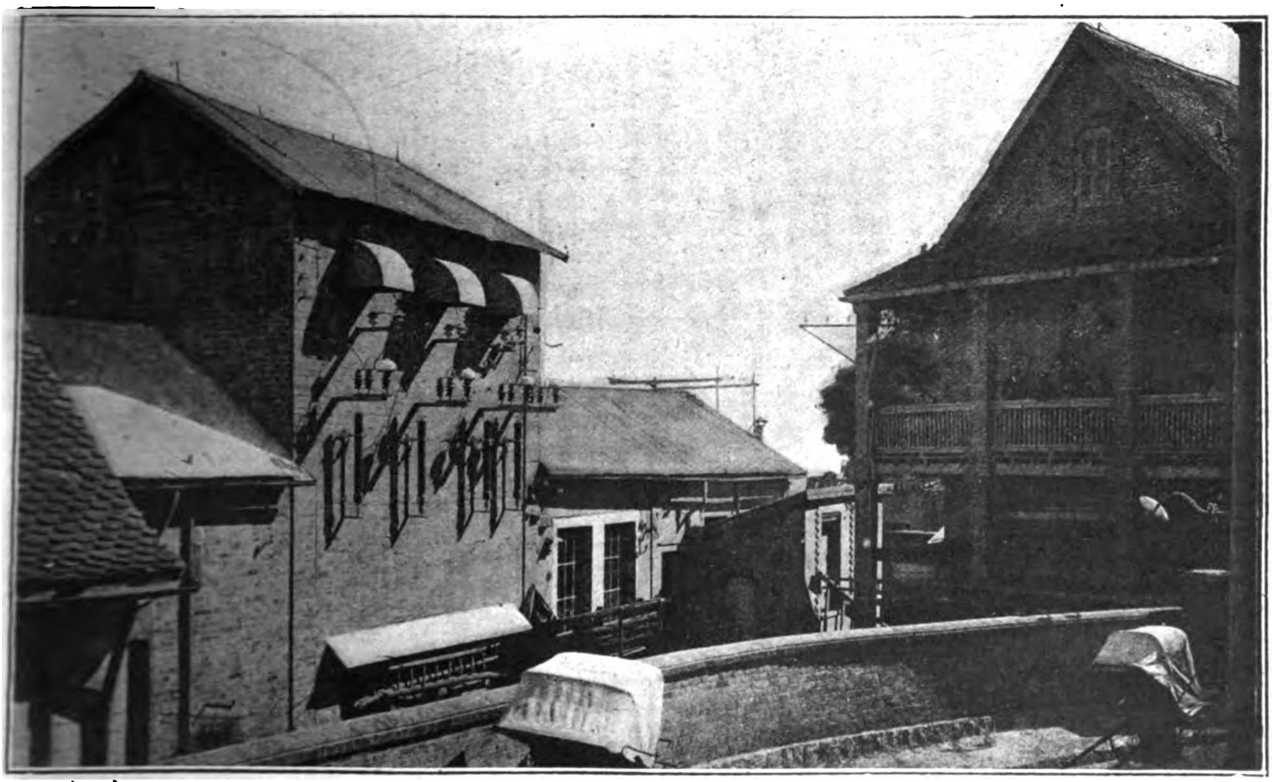


Fig. 13. — Sous-station de transformation de Tananarive à l'arrivée de la ligne 20 000 v.

bâtiments et l'installation électrique elle-même lorsque la nécessité en sera reconnue.

L'arrivée de la ligne à 20000 v (3 fils de service et 1 fil de réserve) se fait, comme le départ d'Antelomita, par des sectionneurs à 3 directions permettant la mise à la terre pendant les arrêts ou réparations.

Les appareils de transformation sont également protégés par des parafoudres à rouleaux système Würts et des parafoudres à cornes avec résistance d'amortissement et des bobines de self-induction, tous ces appareils étant également installés dans des cellules séparées par des cloisons en ciment armé.

En outre, vers la fin de la saison orageuse 1914-1915, on a installé à l'extérieur, à l'arrivée de la ligne et à titre d'essai, des parafoudres système Gola.

Ces parafoudres, grâce à un dispositif spécial modifiant l'homogénéité du circuit de ligne au point de vue de la capacité, ont pour but de déformer les ondes de surtensions des décharges oscillatoires en les raccourcissant, de telle façon que les cornes, dont est muni cet appareil, soient toujours le siège d'un sommet de ces ondes et constituent alors, en principe, un déchargeur d'une très grande efficacité. Ces appareils sont accompagnés de résistance d'amortissement convenable.

Si le fonctionnement de ces parafoudres continue à être satisfaisant au cours de la prochaine saison orageuse, on en continuera l'installation dans différents points du réseau.

Les transformateurs réducteurs de tension, fournis également par la Société Westinghouse du Havre, sont du même type que ceux de l'usine génératrice,

Digitized by Google

mais afin de tenir compte de la perte en ligne pour une charge normale leur rapport de tension est de 18500/5000 v. Ce choix de 5000 v pour la tension du secondaire de ces transformateurs, constituant la tension primaire du réseau de Tananarive, a été déterminé en tenant compte du périmètre important à desservir et du développement probable de l'industrie qui, placée ainsi dans des conditions nouvelles grâce à la mise à sa disposition de la force motrice électrique, devait sans doute avoir un jour des besoins importants.

Le tableau de distribution, disposé comme celui de l'usine génératrice, comprend tous les appareils de mesure : ampèremètres et voltmètres des circuits 20000 v et 5000 v, compteur général, ainsi qu'un disjoncteur automatique et un relais à action différée. Tous ces appareils sont des appareils à basse tension, branchés sur les réseaux haute tension par l'intermédiaire de transformateurs réducteurs.

A la sortie des lignes 5000 v de la sous-station, on rencontre les mêmes appareils de protection du côté, 20000 v ; bobines de self-induction, parafoudres à rouleaux système Würst, sectionneurs des lignes avec dispositif de mise à la terre.

D'autre part, chaque ligne 5000 v est protégée, avant sa sortie, par des coupe-circuits munis de cornes pour le soufflage des arcs de rupture. Ces coupe-circuits, démontables avec une perche isolée, de façon à permettre leur remplacement pendant la marche, évitent le fonctionnement du disjoncteur général automatique du réseau pour des surcharges individuelles des lignes.

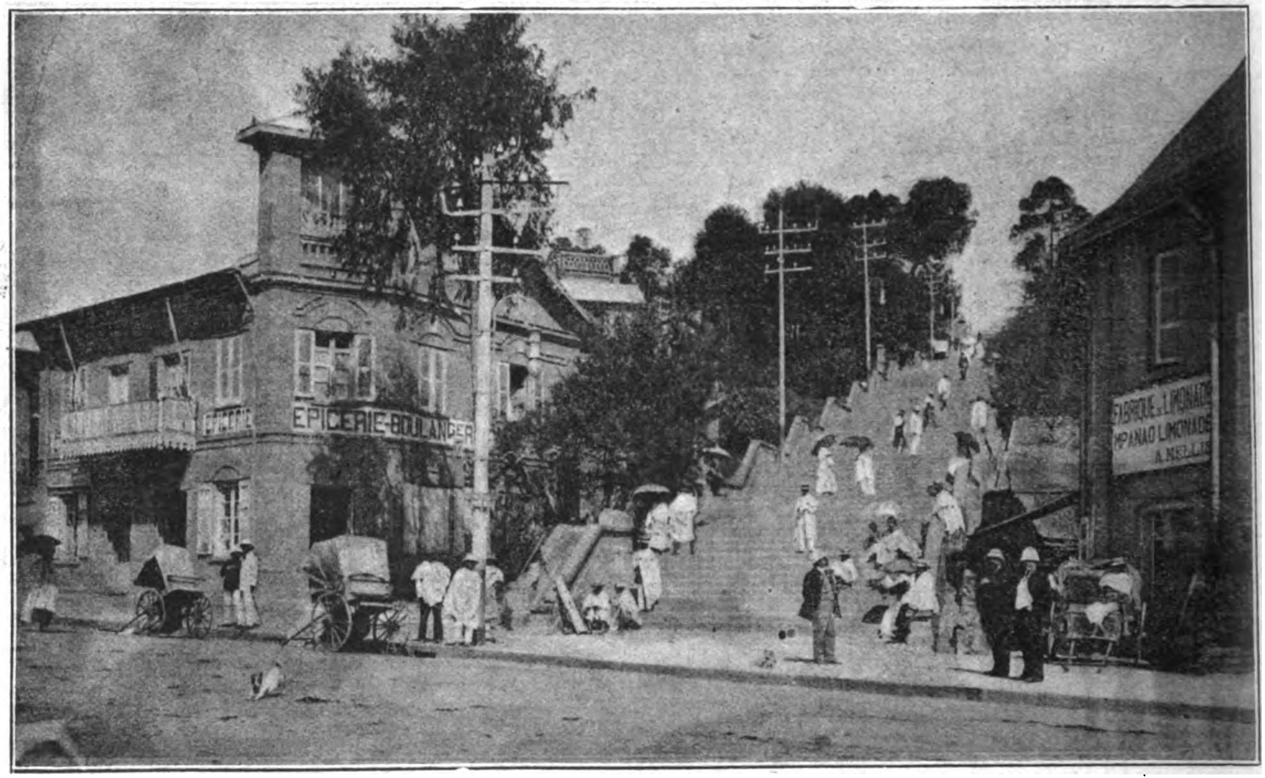


Fig. 14. — Escalier de l'avenue de France d'Anala Rely à la place Colbert à Tananarive.

Lignes de distribution. — Cinq lignes triphasées, 5000 v, formant 15 départs monofilaires, partent de la sous-station.

Deux de ces départs constituent les extrémités de la ligne bouclée qui dessert tous les postes de transformation de la partie centrale de la Ville. A son entrée et à sa sortie de chaque poste, cette ligne est munie de sectionneurs qui permettent, en cas d'avarie ou de travaux sur un tronçon quelconque de cette ligne, d'alimenter tous les postes par la partie de la boucle en bon état.

La troisième ligne alimente les quartiers excentriques d'Andonalo et du Palais de la Reine.

La quatrième et la cinquième desservent les quartiers suburbains comprenant, d'une part, les casernes de Fiadanana, Soanierana et l'importante usine de conserves de la Société d'alimentation de l'Emyrne, et, d'autre part, les casernes d'Ampahibe, Betongolo et l'hôpital militaire.

Chaque fois que l'une de ces lignes passe dans le voisinage d'un poste de transformation alimenté par une autre ligne, on a réalisé la liaison des deux lignes par l'intermédiaire de sectionneurs placés dans l'intérieur du poste, de façon à pouvoir effectuer le plus possible de manœuvres de substitution d'une ligne à une autre, en cas d'avarie ou de travaux sur un secteur.

Digitized by Google

Chacune de ces lignes comprend trois fils de cuivre écrui, dont le diamètre varie de 3 à 5 mm suivant l'importance de la puissance distribuée, et ces fils sont fixés sur des isolateurs en porcelaine dont la tension d'épreuve est de 30 000 v et qui sont eux-mêmes montés sur des ferrures souples galvanisées.

Toutes les canalisations 5 000 v sont supportées par des poteaux coniques en tôle d'une seule pièce et d'une hauteur de 10,50 m.

Suivant la charge portée et suivant qu'ils sont employés comme supports d'alignement, d'angle ou d'arrêt, ils sont de trois types pesant respectivement 230, 290, 400 kg et capables de supporter à leur sommet sans fléchir, des efforts horizontaux de 250, 350, 650 kg. Les mêmes types de poteaux ont été employés pour les canalisations de la distribution basse tension et souvent ils servent de support commun aux lignes des deux réseaux primaire et secondaire (fig. 14).

Conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 21 mars 1911, les isolateurs ont été doublés dans les traversées de voies ou d'artères téléphoniques, lorsque ces dernières passent au-dessous des lignes haute tension, et lorsque, au contraire, les fils téléphoniques passent au-dessus, on a établi un filet métallique de protection relié à la terre et destiné, en cas de chute de ces fils, à empêcher tout contact avec les conducteurs d'énergie.

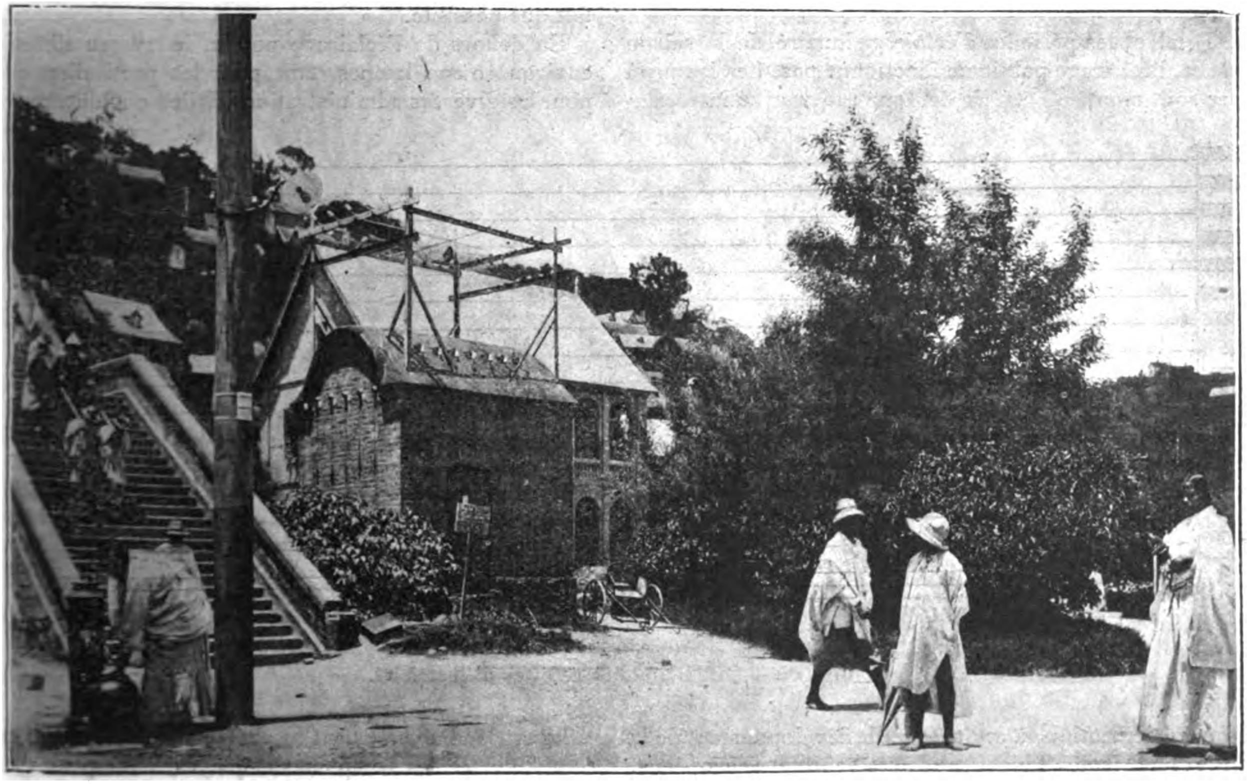


Fig. 15. — Poste de transformation du jardin d'Ambohijatovo à Tananarive.

Postes de transformation. — Les postes de transformation actuellement en service sont au nombre de 27; la plupart fournissent l'éclairage public, l'éclairage des particuliers et alimentent en même temps quelques abonnés de force motrice; les autres ont été établis spécialement pour desservir en force motrice et lumière des industries importantes (fig. 15).

Les caractéristiques sont les mêmes pour tous ces postes, qui ne diffèrent entre eux que par la puissance des appareils de transformation qu'ils renferment, laquelle varie de 20 kw pour les postes ordinaires à 120 kw pour les postes plus importants.

Chaque poste est constitué par un local en briques, de 3 m × 2,60 m et surmonté d'une tourelle métallique, sur laquelle les différentes lignes sont arrêtées avant de pénétrer par la toiture dans l'intérieur du poste.

Du côté du primaire 5 000 v, on trouve les appareils réglementaires habituels : sectionneurs, parafoudres à rouleaux avec résistance, bobines de self-induction, coupe-circuits.

Les transformateurs sont également dans des bacs à huile et leur rapport de transformation est de 5 000/120 avec secondaire généralement en triangle. Ils possèdent toujours sur la haute ou la basse tension des bornes de réglage, permettant de fixer, suivant les besoins, la tension du secondaire à 115, 120 ou 125 v.

Les transformateurs particuliers alimentant de gros moteurs sont également de rapport 5 000/120, mais avec secondaire en étoile permettant ainsi l'alimentation des moteurs avec du courant à $120 \times \sqrt{3}$ soit 208 v.

Digitized by Google

Chaque poste possède un tableau de distribution basse tension portant les interrupteurs et coupe-circuits principaux, ainsi que les différents interrupteurs de commande de l'éclairage public. Chaque ligne secondaire est, en outre, munie d'un parafoudre à diélectrique mica et d'une bobine de self-induction.

Eclairage et force motrice. — L'éclairage public de la ville est assuré dans les voies principales :

1° Par 150 lampes à arc fonctionnant du coucher du soleil à 9 h du soir;

2° par 150 lampes à incandescence de 25 bougies, fonctionnant de 9 h du soir au matin, et dans les voies secondaires par 360 lampes à incandescence de 25 bougies.

Pendant les périodes d'éclairage lunaire de la saison sèche, l'éclairage public ne fonctionne pas. Les lampes à arc sont montées en série de 3 sur 120 v avec intercalation d'une bobine de self-induction et sont du type Bardon.

Tous les fils d'allumage des lampes à arc et des lampes à incandescence sont ramenés aux divers postes de transformation d'où se fait l'allumage et l'extinction de l'éclairage public.

Les abonnés sont branchés en monophasé lorsque l'installation comporte au maximum une trentaine de lampes et en triphasé lorsque ce nombre de lampes est dépassé.

Dans une même rue, on cherche à effectuer une répartition logique des abonnés sur les différentes phases, de façon à réaliser, pour l'ensemble de chaque poste de tranformation, un équilibrage des phases aussi aussi parfait que possible.

En dehors de l'éclairage public, le réseau alimente environ 10 000 lampes, tant pour les particuliers que pour les diverses administrations civiles ou militaires, et

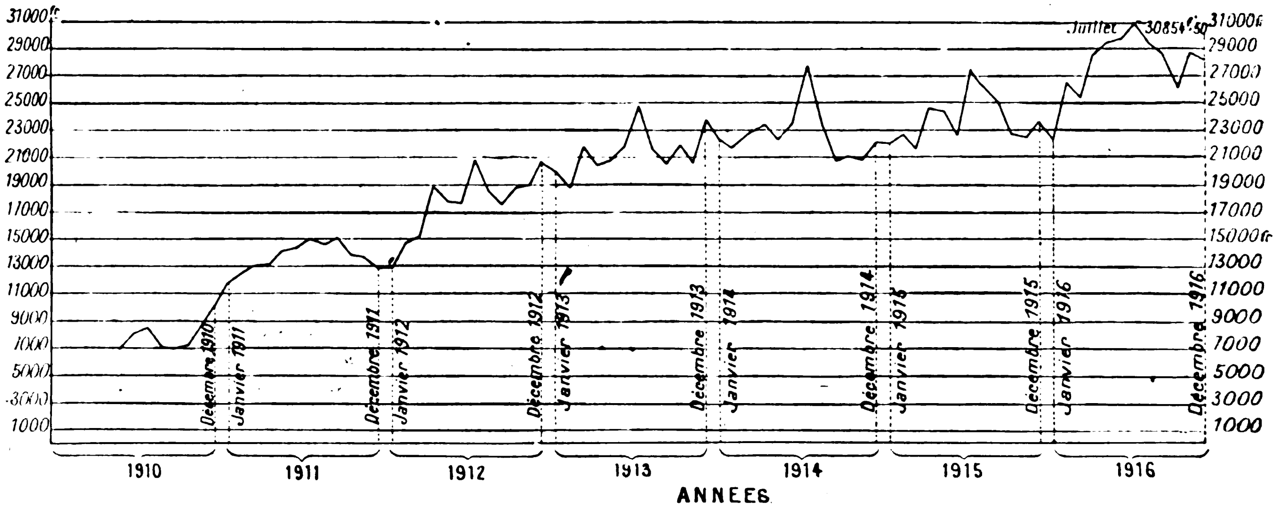


Fig. 16. - Graphique des recettes d'électricité.

ce nombre continue à croître avec le développement de la ville et le besoin de bien-être de ses habitants européens.

Ces derniers, en effet, délaissent de plus en plus les vieilles maisons malgaches qui paraissaient luxueuses il n'y a guère qu'une quinzaine d'années, pour rechercher les habitations neuves, dans lesquelles des propriétaires avisés ont introduit ce facteur important du confort moderne : l'éclairage électrique.

Les indigènes eux-mêmes ne sont pas réfractaires à ce mode d'éclairage; la plupart des commerçants et notables l'ont adopté, et on peut voir briller les lampes électriques dans des magasins et boutiques, qui, il y a seulement quatre ans, paraissaient réfractaires à tout progrès de ce genre.

Les installations de ventilateurs qui sont si nombreuses dans certaines colonies, telle que l'Indo-Chine, se développent peu à Tananarive, et cela se conçoit si l'on songe qu'en raison de la température, le besoin de ventilation ne se fait pas plus sentir que dans n'importe quelle ville du midi de la France.

Le mode d'abonnement le plus fréquent est celui au compteur, et les compteurs employés, monophasés ou triphasés suivant le cas, sont des compteurs d'induction. Leur fonctionnement est absolument satisfaisant et les seules avaries dont ils sont susceptibles sont celles occasionnées par les violentes surtensions des saisons orageuses. Le développement des installations d'abonnés de force motrice n'a pas été moindre que celui des installations d'éclairage, et dès la mise en service du réseau, de nombreuses industries se sont créées ou développées.

Le nombre des moteurs d'abonnés branchés sur les réseaux, s'élève actuellement à 70, représentant une puissance totale installée de 600 ch.

La plupart des moteurs sont du type triphasé asynchrone, à rotor bobiné et rhéostat de démarrage; toutefois, pour les faibles puissances de 2 ch et au-dessous, on admet les moteurs à démarrage en court-circuit.

Dans ces installations de force motrice, on retrouve toutes les industries existant à Tananarive. Les décortiqueries de riz et les minoteries de manioc y sont le plus

Digitized by Google

largement représentées avec une puissance de 200 ch, des scieries mécaniques et ateliers de menuiserie (30 ch), des raffineries de graphite (50 ch), des ateliers mécaniques, fonderies, briqueteries, (40 ch) et un certain nombre d'autres petites industries : imprimeries, fabriques de glace, de limonade, boulangeries mécaniques.

Il est bien certain que, grâce aux avantages de la force motrice électrique, l'industrie tananarivienne, qui a déjà fait des progrès si intéressants, continuera à croître, et que nombre de produits du pays, encore exportés à l'état brut, ou seulement dégrossis, seront, dans un avenir plus ou moins rapproché, traités complètement à Tananarive, au grand bénéfice des producteurs et des consommateurs et dans l'intérêt général du pays.

Le graphique des recettes d'électricité à Tananarive de la page 148 fait ressortir d'une façon saisissante le développement de l'entreprise (fig. 16).

(A suivre.)

Jacques DE SOUCY,
Ingénieur-conseil.

Revues, analyses et informations

Améliorations dans le domaine de la télégraphie sans fil (1).

L'année 1915 n'a apporté à la radiotélégraphie que des progrès d'ordre technique mais pas de modifications profondes des appareils et des méthodes d'exploitation. Les installations à bord des navires ont été modernisées et pourvues de batteries destinées à l'alimentation des postes transmetteurs et à l'éclairage de secours.

Les recherches ont porté surtout sur les dispositifs permettant de modifier rapidement la longueur d'onde à la réception comme à la transmission.

On a disposé sur les transformateurs d'oscillations des clefs multiples pour donner par une seule manœuvre des valeurs convenables aux inductances primaires et secondaires d'autre part, on fait varier simultanément dans les récepteurs les self-inductances ou capacités primaires et secondaires afin que les appareils restent syntonisés pour des longueurs d'onde très diverses.

Pour les communications officielles, on utilise le mode d'exploitation suivant : on utilise pour l'appel une longueur d'onde déterminée et commune, et une fois la communication établie, on échange les signaux sur d'autres longueurs d'onde choisies au gré de chaque couple de postes. Malgré la réduction de troubles qui en résulte, on ne peut guère appliquer ce système aux correspondances publiques, la Convention de Londres réservant aux communications de la marine les longueurs d'onde comprises entre 600 et 1600 m.

Le transmetteur à étincelles semble devoir disparaître sauf pour les portées réduites, dans ce cas, on le fixe ou rotatif. Pour les postes à moyenne et grande portée, l'exploitation par ondes entretenues supplante l'exploitation par ondes amorties. Mais on ne s'est pas encore mis d'accord pour savoir s'il est préférable de produire les ondes entretenues par l'arc électrique ou par des alternateurs à haute fréquence.

COMMUNICATIONS RADIOTÉLÉGRAPHIQUES A GRANDE DISTANCE. — Jusqu'à l'entrée en guerre des États-Unis à côté des Alliés les relations directes entre l'Allemagne et les États-Unis étaient assurées par deux postes radiotélégraphiques, l'un à Sayville, l'autre à Nauen. Les ondes entretenues étaient produites par des alternateurs à haute fréquence associés à des transformateurs de fréquence. Ces installations ont fonctionné d'une façon très satisfaisante et montré la supériorité des générateurs mécaniques.

De même, les relations entre les stations de Tuckerton et Eilvese (7200 km) pourvues de machines à courant alternatif se font régulièrement, il faut cependant signaler que la station de Tuckerton utilise le plus souvent un arc électrique puissant.

Le ministère de la Marine des États-Unis semble avoir donné la préférence aux générateurs à arc et se propose de les employer à Pearl Harbor aux Philippines et à San Diego. L'arc a donné, en effet, de bons résultats entre San Francisco et Honolulu, mais par contre un certain nombre de stations établies avec des arcs n'ont pas réussi. Et, si la supériorité des ondes entretenues est incontestable, on ne peut encore dire s'il vaut mieux pour le service public adopter l'arc électrique ou l'alternateur.

TRANSMISSIONS PAR ONDES ENTRETENUES. — Le succès des ondes entretenues est incontestable, mais il est curieux de constater que les raisons primitives qui les avaient fait adopter n'ont pas été pleinement justifiées. Il est certain qu'avec des accouplements assez lâches elles produisent des sons plus forts dans les récepteurs, mais cet avantage n'est pas aussi grand qu'on l'avait supposé tout d'abord, d'un autre côté on n'a pas constaté une réduction très notable dans l'absorption. Mais elles montrent leur incontestable supériorité en s'adaptant mieux à l'emploi des récepteurs hétérodynes. Ceci est capital, car il importe avant tout d'éliminer, ou tout au moins de diminuer, les perturbations atmosphériques.

La méthode qui est la plus utilisée est celle qui consiste à produire des sons musicaux qui se distinguent facilement des bruits produits par les ondes parasites. Il existe cependant une deuxième méthode qui semble devoir donner des résultats aussi satisfaisants que la première, on emploie alors un récepteur plus sensible aux ondes de faible décrément qu'aux impulsions saccadées et de décrément très élevé produites par les phénomènes atmosphériques. Cette propriété est possédée complètement par les récepteurs à battement auxquels on adjoint des amplificateurs convenablement choisis ; il faut ajouter qu'alors elle se manifeste aussi bien avec les ondes amorties qu'avec les ondes entretenues, mais avec ces dernières la régularité des battements est telle que l'hétérodyne produit un son musical très pur, et le résultat est d'autant meilleur que les troubles statiques sont très bien éliminés.

(1) *Electrical World* janvier 1916 ; *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1917, t. VI, p. 66, 2 200 mots.

Digitized by Google

Récepteurs hétérodynes. — L'emploi des récepteurs hétérodynes s'est beaucoup généralisé durant l'année 1915. Les types employés ont été des plus variés. Les tubes à vide à trois électrodes, entre autres, peuvent fonctionner comme relais à haute fréquence, comme détecteurs très sensibles, redresseurs et amplificateurs et aussi comme générateurs d'oscillations entretenues. Sous cette forme, elles ont donné des résultats surprenants pour les transmissions à grande distance. Les signaux auditifs résultent alors de l'action simultanée des ondes incidentes et des oscillations engendrées dans le récepteur lui-même. Ces sons produits sont musicaux comme dans tous les autres systèmes hétérodynes. Cependant, ces systèmes, vu leur grande sensibilité, sont très influencés par les phénomènes parasites; dans de bonnes conditions atmosphériques ils permettent de couvrir des distances considérables, par exemple, on a entendu de Honolulu le poste allemand de Nauen distant de 9000 miles.

On a cherché à réduire les troubles statiques, tout en gardant l'extrême sensibilité. Parmi les systèmes essayés en 1915, il en est un qui semble devoir donner de très bons résultats, c'est l'antenne chargée. Elle est formée d'un fil divisé en sections par des spires d'inductance convenablement calculées, elle est mise à la terre par l'intermédiaire d'autres spires de telle sorte que les impulsions parasites produisent des vibrations de fréquence très différente de celle des signaux transmis.

La radiotélégraphie militaire a fait de très grands progrès dans les armées belligérantes et rendu des services considérables pour le réglage du tir par avion, mais on ne peut rien dire pour le moment sur les systèmes employés.

Radiotéléphonie. — L'emploi des ondes entretenues avait déjà été regardé comme indispensable, mais ces ondes n'avaient pu être réglées pour de grandes puissances. Le réglage a pu être réalisé dans une certaine mesure par l'emploi de tubes à vide à trois électrodes. On aurait ainsi obtenu des transmissions radiotéléphoniques d'Arlington à San Francisco, San Diego, Panama, Paris et même Honolulu. Ces résultats ont été obtenus par l'emploi d'un meilleur réglage de la transmission et de récepteurs amplificateurs très sensibles. Il en résulte que ces interruptions dues aux perturbations atmosphériques sont très fréquentes. Mais il est à espérer que la science arrivera prochainement à mettre au point la radiotéléphonie, ce qui permettra de parler à des distances inconnues avec la téléphonie à fils.

Extension de la ligne de tramways Baker-Street-Waterloo and London-North Western (1).

Le nouveau tronçon des lignes de tramways Baker-Street-Waterloo et London-North Western de Willesden Junction à Watford a été ouvert à la circulation le 16 avril. C'est la sixième extension de la ligne de Bakerloo depuis son établissement en 1906. Cette nouvelle ramification du réseau souterrain constitue une partie importante du programme d'électrification des lignes suburbaines.

Les trains du Bakerloo quittent le souterrain au Queens Park et utilisent ensuite les voies de London and North Western Railways jusqu'à Watford par Willesden Junction. Les trains à vapeur circulant sur cette ligne entre Watford et Euston et Broad Street n'en continueront pas moins leur service aux heures d'affluence le matin et le soir.

Equipement électrique. — Le courant continu à 600 v est fourni par la centrale de London and North Western Railway de Stonebridge Park.

Les trains sont composés de cinq voitures dont deux motrices. Les voitures non motrices sont du type des London Electric Railway; elles avaient été construites pour une extension de cette ligne qui n'a pas eu lieu.

La Central London employant le retour par la terre et les London Electric Railway le retour par conducteur isolé, l'équipement des automotrices a dû subir des modifications qui ramènent la différence des deux voitures aux combinateurs.

Le combinateur fourni par la British Thomson Houston Co est du type à relais automatique. La manœuvre de cet appareil consiste à placer la poignée sur le mot « marche » pour le départ du train. Les plots de contact sont alors mis successivement hors circuit sous l'action du relais dès que le courant admis dans le moteur atteint une valeur déterminée.

Le relais est constitué par deux bobines-shunts et une bobine principale. Celle-ci supporte un courant égal à celui d'un seul moteur.

Les bobines agissant sur les plots de contact sont actionnées par l'une ou l'autre des bobines-shunts de façon telle que, si l'une est actionnée par une bobine-shunt, la suivante le sera en série avec l'autre bobine-shunt. Les deux bobines-shunts agissent sur deux cylindres soumis à l'action de la pesanteur. Chaque cylindre, dans sa position inférieure, ferme un interrupteur à disque en série avec l'autre bobine-shunt, mais, lorsque sous l'action de la bobine il passe à la position supérieure, il ouvre l'interrupteur. De cette façon, lorsqu'un cylindre est à la position supérieure, la bobine-shunt agissant sur l'autre ne peut pas recevoir de courant, l'interrupteur correspondant étant ouvert; mais bien que ce soit le courant passant dans les bobines-shunts qui relève les cylindres pour opérer cette ouverture de l'interrupteur, c'est le courant qui traverse la bobine principale qui maintient l'interruption, et le cylindre n'est pas libéré avant que le courant ait atteint la valeur déterminée. Le cylindre prend alors la position inférieure et ferme l'interrupteur qui complète le circuit permettant d'actionner la bobine du plot de contact suivant. Lorsqu'un plot a ainsi été mis hors circuit, la bobine correspondante est immédiatement reliée au moyen d'un système de verrous à un autre circuit.

Le combinateur comporte divers dispositifs de sécurité.

Chaque automotrice comporte deux moteurs de 240 ch démultipliés pour une vitesse de 50 à 60 km : h.

Les freins sont du type Westinghouse alimentés par un compresseur à air de la British Thomson-Houston type C. P. 28 a.

Toutes les voitures comportent un éclairage de secours alimenté par des accumulateurs portés par les automotrices et qui entrent automatiquement en action dès l'arrêt du courant principal.

Les planchers des automotrices sont en matériaux incombustibles fournis par la Saint-Flooring Co.

Le poids total d'un train de cinq voitures est un peu supérieur à 110 t.

(1) *Tramway and Railway World*, 12 avril 1917, t. XLI, p. 227-232, 2000 mots, 12 fig.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Commerce extérieur du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande en matériel électrique, d'après les statistiques douanières de ce pays, pour les années 1912, 1913, 1914 et 1915

L'auteur passe en revue les importations de matériel électrique en Angleterre, avec indication des valeurs de celui-ci. Il étudie l'exportation de ces mêmes produits et montre en détail la part qui revient à chaque État étranger et à chaque colonie anglaise dans ce commerce spécial. Il finit par une énumération des ports du Royaume-Uni, principaux importateurs et exportateurs de ces marchandises.

Rapport entre l'importation et l'exportation. — Si l'on compare entre elles les valeurs figurant au tableau I (importations et exportations) de matériel électrique, on se rend compte que les chiffres des exportations dépassent chaque année de 3 et même 5 millions de livres sterling ceux des importations.

Tableau I. — *Ensemble du commerce du Royaume-Uni en matériel électrique (en livres sterling anglaises).*

	IMPORTATIONS				EXPORTATIONS			
	1912	1913	1914	1915	1912	1913	1914	1915
Fils et cables non télégraphiques ni téléphoniques :								
Isolés au caoutchouc	103 969	378 837	245 487	96 348	489 882	430 744	347 494	372 042
Autres isolants	58 519	74 849	60 710	46 554	700 428	542 361	405 707	519 532
Télégraphiques et téléphoniques	283 424	59 170	49 203	28 823	459 384	727 798	319 367	445 052
Sous-marins	7 014		1 769	3 089	1 100 123	1 903 915	489 808	354 782
Appareils télégraphiques et téléphoniques	218 889	251 758	222 302	122 481	397 571	390 471	348 437	302 468
Charbons	146 392	163 444	124 814	141 170	18 108	18 999	13 815	17 827
	n 58 254 540	64 278 481	43 847 408	39 797 586	n 4 149 573	4 720 828	3 748 536	3 811 359
Lampes . à incandescence	288 362	196 033	120 550	154 113	193 098	191 885	151 458	151 010
	n 4 525 539	3 309 893	2 942 532	5 099 871	n 3 529 587	3 675 136	3 597 985	4 242 067
à arc et projecteurs	1 517	3 798	3 093	2 839	17 341	17 967	14 239	9 510
	n 520	1 230	769	653	n 3 443	3 462	2 298	1 168
parties détachées	122 770	115 257	90 325	84 645	22 304	54 275	24 439	24 510
Piles et accumulateurs	67 129	89 781	88 249	165 196	225 866	230 262	181 985	200 092
Compteurs et appareils de mesure				34 206				157 683
Appareils non dénommés	159 658	254 307	236 188	211 050	943 259	1 116 514		613 915
Transformateurs								74 445
Appareillage				5 639				59 483
Moteurs de traction								114 183
								p 1 214
Moteurs et génératrices	1 151 351	1 346 006	1 520 911	1 251 087	2 029 578	2 337 974	2 236 310	625 307
	p 8 937	11 427	12 570	p 2 443	p 24 632	27 667	25 317	p 7 739
Machines non dénommées				1 269 862				600 807
				p 10 284				p 7 886
Faïence, porcelaine, etc., pour usages électriques et autres objets	43 985	54 460	39 952	4 249	47 550	65 190	58 675	46 123
	p 28 144	33 098	18 741	1 782	p 48 595	62 179	39 459	24 250
	2 652 979	2 957 760	2 803 583	2 621 421	6 574 492	8 019 445	5 499 568	4 799 770

Remarques générales sur les importations. — Parmi les 4 années qui vont nous occuper, de 1912 à 1915 inclusivement, c'est l'année 1913 qui a été la plus importante, avec une valeur de 2 957 760 £, et 1915 la plus réduite avec 2 621 421 £, chiffre sensiblement égal à celui de 1912.

Digitized by Google

Principaux articles importés. — Ce sont d'abord les *génératrices, moteurs et autres machines* dont la valeur annuelle moyenne a été de 1 400 000 £. Puis viennent les *lampes à incandescence*, dont le nombre de pièces importées a été le plus important en 1915, 5 099 871, quoique de valeur (154 113 £) inférieure à celle de 1912 (288 362 £).

Ce phénomène est dû à l'importation des lampes à filaments métalliques d'abord très chères et qui dans la suite ont baissé de prix.

Les *piles et accumulateurs*, dont la valeur d'importation a augmenté chaque année, pour être à son apogée en 1915 avec 165 196 £;

Les *charbons*, dont la valeur de 141 170 £ a été en 1915 supérieure à celle de 1914;

Les *appareils télégraphiques et téléphoniques*, dont la valeur variait chaque année entre 220 000 £ et 250 000 £; leur valeur est tombée à 122 481 £ en 1915.

Observations générales sur les exportations faites d'Angleterre. — La vente de matériel électrique effectuée à l'étranger et aux colonies anglaises s'est élevée, de 1912 à 1915 inclus, à une moyenne annuelle de 5 225 000 £. Il est à remarquer que pendant la guerre, en 1915, la valeur d'exportation de 4 605 924 £ a été supérieure à celle de 1912 qui n'avait été que de 3 356 272 £.

Les articles dont les constructeurs et commerçants britanniques ont fait la plus forte exportation sont, par ordre d'importance, en 1915, les suivants :

	En valeur de
Les *moteurs et génératrices*	1 301 327 £
Les *appareils électriques divers*	877 878
Les *fils et câbles électriques isolés* (ni télégraphiques ni téléphoniques)	881 551
Les *fils et câbles télégraphiques et téléphoniques* (non sous-marins)	443 452
Les *câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins*	354 782
Les *appareils télégraphiques et téléphoniques*	217 846
Les *piles et accumulateurs*	196 048
Les *lampes à incandescence*	137 023

Observations sur le tableau I. — Le chiffre des exportations comprend la réunion des chiffres de l'exportation du matériel dit fabriqué dans le Royaume-Uni et de celui importé de l'étranger et réexporté.

Les chiffres des lignes du tableau au commencement desquelles se trouvent *n* ou *p* indiquent soit le nombre de pièces (en abréviation = *n*), soit le poids (en abréviation = *p*), poids qui est exprimé en tonnes anglaises. Les chiffres des autres lignes donnent les valeurs en livres anglaises.

Celui des faïences, porcelaines, etc., est en hundredweights (en abréviation cwts.), c'est-à-dire en quintaux de 112 livres anglaises.

Le dernier article « Faïence », etc., du tableau est mélangé dans la statistique anglaise avec des accessoires de portes, etc., ce qui empêche de séparer des chiffres totaux la valeur exacte à attribuer à ce genre d'accessoires électriques.

Comparaison détaillée des divers articles de matériel électrique tant à l'importation qu'à l'exportation. — *Fils et câbles* (non télégraphiques ni téléphoniques) *isolés au caoutchouc*.

Les importations, qui allaient en croissant avant la guerre, ont subi une dépression en 1914 qui s'est accentuée en 1915 et surtout en 1916.

Les exportations sont également en décroissance, mais à un degré bien moindre.

Jusqu'en 1914, l'Allemagne était le principal pays importateur. La Belgique, l'Italie et la Suisse venaient ensuite et les Etats-Unis en dernier lieu. En 1915, l'Italie a légèrement augmenté et les Etats-Unis sont devenus un client important. L'Allemagne et la Belgique ont naturellement disparu.

A l'exportation, les pays que dessert l'Angleterre se classent comme suit : Dominions et colonies, Argentine, Brésil, Hollande, Chine. Les autres pays ne jouaient qu'un rôle secondaire.

En 1915, les exportations en Russie, par suite de la guerre, sont brusquement montées de 139 £ à 30 154 £.

Tableau II. — *Détail d'importation de : fils électriques isolés, en caoutchouc (ni télégraphiques ni téléphoniques).*

Pays vendeurs	Valeurs en livres sterling			
	1912	1913	1914	1915
Allemagne	45 918	262 345	137 780	
Belgique	19 072	36 410	32 861	
Suisse	13 074	12 181	14 123	284
Italie	14 422	51 694	43 528	55 574
Etats-Unis	747	4 293	2 254	28 900
Autres pays	10 736	11 819	14 941	11 330
	103 969	378 837	245 487	96 348

Tableau III. — *Détail d'exportation : fils et câbles isolés, en caoutchouc (ni télégraphiques ni téléphoniques).*

Pays acheteurs	Valeurs en livres sterling			
	1912	1913	1914	1915
Russie	776	131	139	30 154
Allemagne	1 432	3 606	5 973	
Hollande	10 238	8 750	2 418	11 077
Afrique orientale portugaise	3 562	3 841	5 414	570
Espagne	8 853	1 426	275	701
Egypte	4 502	3 327	2 619	4 107
Siam	321	118	110	3 160
Chine	12 105	5 512	4 458	5 640
Japon	3 441	2 258	825	282
Chili	3 890	5 504	2 019	4 709
Brésil	12 637	11 541	5 578	4 471
Argentine	77 157	62 379	30 302	10 685
Autres pays étrangers	11 980	13 789	16 226	17 078
Cap (le)	20 876	20 810	11 238	10 344
Natal	35 963	30 912	23 618	15 608
Inde anglaise	65 811	64 351	65 341	78 172
Australie	145 345	132 425	98 710	119 526
Nouvelle-Zélande	31 089	23 193	21 237	29 308
Autres colonies anglaises	30 404	27 848	29 653	20 302
	481 201	421 691	340 243	362 983

Digitized by Google

On note aussi un accroissement pour la Hollande, dû probablement aux besoins de l'Allemagne en cuivre et en caoutchouc.

Autres isolants que le caoutchouc. — Les importations se sont réduites sensiblement en 1914 et en 1915.

Quant aux exportations, elles ont passé de 405 707 £ en 1914 à 519 532 £ en 1915.

L'Allemagne était le plus fort importateur avant la guerre, suivie de loin par la France. Depuis 1915, les Etats-Unis sont les premiers fournisseurs de ces articles à l'Angleterre avec 15 029 £. La France ne vient qu'au second rang avec 7 492 £, en augmentation sur 1914.

Parmi les plus importants acheteurs, il faut citer : l'Australie qui, depuis 1912, tient toujours la tête en accroissement avec 135 578 £ en 1915 ; la Norvège qui, de 4 716 £ en 1914, passe à 79 215 £ en 1915; la Hollande, avec 63 014 £, en augmentation de 45 000 £ sur 1914, pour marchandises destinées, sans nul doute, à l'Allemagne qui manque de cuivre.

Tableau IV. — *Détail d'importation : Fils et câbles avec autres isolants que le caoutchouc (ni télégraphiques ni téléphoniques).*

PAYS VENDEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
Allemagne	44 568	63 789	33 101	
France	1 650	241	6 809	7 492
Etats-Unis	6 980	2 633	2 389	15 029
Autres pays	5 321	8 186	18 138	17 226
	58 519	74 849	60 710	46 554

Tableau V. — *Détail d'exportation : Fils et câbles avec autres isolants que le caoutchouc (ni télégraphiques ni téléphoniques).*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
Norvège	1 106		4 716	79 215
Allemagne	30 392	22 209	9 700	
Hollande	10 221	7 436	10 422	63 014
Belgique	5 329	3 048	1 358	
Espagne	15 927	15 546	1 084	529
Chine	666	19 627	32 746	4 180
Japon	219 916	18 306	720	363
Etats-Unis		457	13 567	27
Brésil	8 517	3 214	6 384	4 856
Argentine	34 123	83 963	45 468	55 144
Autres pays étrangers	25 468	14 249	6 176	25 246
Cap (le)	19 449	20 285	17 284	12 168
Natal	29 612	44 186	37 057	17 590
Inde anglaise	73 047	66 438	61 795	53 464
Australie	111 546	133 364	98 201	135 578
Canada	62 091	42 927	11 264	793
Autres colonies anglaises	52 203	45 473	46 570	66 401
	699 613	540 728	404 512	518 168

Fils télégraphiques et téléphoniques non sous-marins. — A l'importation, on peut noter une diminution sensible.

Pour l'exportation, si le chiffre de 1914 a été de moitié moindre que celui de 1913, il est remonté en 1915 pour arriver à une valeur de 445 052 £.

L'Allemagne était la première importatrice jusqu'en 1914 inclusivement avec une valeur de 32 027 £. Les Etats-Unis tendent à la remplacer avec 21 323 £ en 1915, suivis de très loin par la France (2 291 £).

Les principaux acheteurs ont été :

La France qui, avant-guerre, achetait une quantité minime de ces fils et qui, en 1915, a fait un bond considérable en achetant une valeur de 146 621 £ pour les besoins de la guerre;

L'Australie, avec un chiffre normal de 145 024 £ en 1915 ;

La Russie qui, de 1912 à 1914, n'avait presque rien acheté, s'est rendue acquéreur d'une valeur de 27 285 £ en 1915.

Tableau VI. — *Détail d'importation : Fils et câbles télégraphiques et téléphoniques (non sous-marins).*

PAYS VENDEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
Allemagne	225 141	36 143	32 027	
Belgique	6 644	893	2 354	
France	9 214	16 446	4 299	2 291
Italie	32 892	1 752	974	1 190
Etats-Unis	260	1 247	8 305	21 323
Autres pays	9 273	2 689	1 324	3 310
	283 424	59 170	49 283	28 823

Tableau VII. — *Détail d'exportation : Fils et câbles télégraphiques et téléphoniques non sous-marins.*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
Russie	560	998	185	27 285
Suède	13 338	1 660	3 074	
France	735	172	8 737	146 621
Turquie	19 696	34 262	940	7 303
Chine	1 729	29 751	3 846	2 503
Japon	50 389	25 337	1 472	
Brésil	38 014	48 527	9 493	490
Argentine	39 487	86 950	35 153	16 346
Sud-Afrique anglaise	20 586	52 760	38 905	5 856
Autres pays étrangers	27 456	30 798	33 591	53 484
Inde anglaise	20 956	26 861	45 332	23 815
Australie	190 030	317 715	114 304	145 024
Canada	5 343	20 112	3 311	
Autres colonies anglaises	27 682	35 426	16 534	14 635
	456 006	711 329	314 877	443 452

Câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins. — Leur importation a été peu importante en 1915, quoique en augmentation du double sur celle de 1914.

Leur exportation a été en décroissance considérable sur le chiffre de 1913. Mais leur valeur en 1915 était encore de 354 782 £.

La France était en 1912 la seule vendeuse importante à l'Angleterre avec une valeur de 6060 £. En 1915, son importation a été insignifiante.

Digitized by Google

Les exportations principales de l'Angleterre en 1915 ont été pour :

Le Japon, avec une valeur de 50 772 £, sans doute pour mieux assurer sa mainmise sur la colonie allemande de Kiao-tchéou et ses communications avec la Chine, la Corée et la Russie;

Le Canada qui a importé 35 829 £, en forte diminution sur 1914, 1913 et 1912. Gibraltar et l'Afrique orientale anglaise ont aussi reçu une valeur de 35 000 £ chacune.

TABLEAU VIII. — *Détail d'importation : Câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins.*

PAYS VENDEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
France	6 060			180
Autres pays	954		1 769	2 909
	7 014		1 769	3 089

TABLEAU IX. — *Détail d'exportation : Câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins.*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
Danemark	113	53 000	16 654	28 733
Antilles hollandaises		135 000	15 000	
France	32 660	977	5 883	3 600
Italie	52 000	6 043		
Egypte	366 000	36 625	16 058	10 975
Japon	14 869	6 178	85 624	50 772
Etats-Unis	154 796	191 012		
Brésil	52 000	81 406	14 626	16 000
Uruguay	2 823			32 016
Autres pays étrangers	64 599	81 098	35 547	54 340
Gibraltar	3 240	29 530	19 465	35 799
Afrique occid. anglaise	41 560	11 900	111 000	3 000
Afrique orient. anglaise	22 866	7 801		35 800
Aden	23 515	66 666		
Détroits	13 314	56 866	3 606	7 787
Ceylan		1 067 818		
Australie	162 890	2 082	8 555	4 696
Canada	78 121	65 138	101 813	35 829
Autres colonies anglaises	12 327	4 795	56 067	35 441
	1 097 093	1 903 915	489 808	354 782

Appareils télégraphiques et téléphoniques. — La valeur d'importation la plus élevée de cet article a été en 1913 de 251 718 et la plus basse en 1915 de 122 481 £.

Les exportations sont d'une valeur à peu près double de celles des importations. Elles ont été de 390 471 en 1912, pour atteindre la valeur décroissante de 302 468 £ en 1915.

La Suède a été la plus forte importatrice en 1912 et 1913, avec respectivement 87 279 et 79 100 £ ; mais ses ventes n'étaient plus que de 34 268 en 1915. Peut-être des difficultés de transport maritime avec l'Angleterre, causées par la guerre, et des achats de l'Allemagne plus proches, sont-ils une des causes de cette diminution. En 1914, la Belgique, du reste, commençait à devancer la Suède pour une valeur de 45 787 £. Mais en 1915, les États-Unis prennent la première place avec 61 226 £, en accroissement du double de leurs ventes de 1914.

C'est l'Australie qui, comme les années précédentes, a été la plus forte acheteuse de ces appareils en 1915, pour une valeur de 59 073 £. Viennent ensuite :

L'Argentine, avec 20 231 £ en accroissement sur 1914, mais en diminution sur 1913; l'Inde anglaise, avec 17 117 £ en décroissance sur les années précédentes ; la France avec 15 133 £, en accroissement de 10 000 £ sur chacune des deux années précédentes.

TABLEAU X. — *Détail d'importation : Appareils télégraphiques et téléphoniques.*

PAYS VENDEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
Suède	87 279	79 100	29 965	34 268
Allemagne	40 976	39 264	22 581	100
Belgique	72 072	75 102	45 787	1 515
France	3 357	7 519	3 926	508
Etats-Unis	8 294	29 840	28 627	61 226
Autres pays	6 576	6 163	72 337	22 671
	218 889	251 758	222 302	122 481

TABLEAU XI. — *Détail d'exportation : Appareils télégraphiques et téléphoniques.*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
Suède	1 881	6 310	2 341	2 516
Belgique	10 205	15 453	15 869	
France	4 974	3 134	5 931	15 133
Espagne	2 074	8 071	2 813	4 436
Italie	5 383	9 385	1 217	2 672
Turquie	6 863	11 124	6 087	8 803
Egypte	8 530	6 058	5 545	3 177
Chine	2 571	6 142	3 308	6 194
Japon	14 686	7 936	4 341	2 544
Etats-Unis	2 782	4 721	1 540	2 279
Chili	5 091	1 928	1 464	929
Brésil	19 933	21 028	4 738	2 337
Argentine	26 789	32 839	12 509	20 231
Autres pays étrangers	18 164	31 448	37 907	42 711
Cap (le)	7 113	12 328	5 569	5 511
Natal	3 818	1 388	1 034	2 026
Transvaal	6 755	626	267	621
Inde anglaise	16 571	32 920	29 011	17 117
Australie	65 491	51 537	84 098	59 073
Autres colonies anglaises	30 323	25 903	21 329	19 536
	259 907	290 279	246 918	217 846

Charbons. — L'apogée de l'importation a été en 1913 avec un nombre de pièces de 64 278 481 et une valeur de 163 444 £; elle n'était plus en 1915 que de 39 797 586 £.

L'exportation de cet article d'Angleterre, s'il y fut jamais fabriqué, a été, comme les autres années, de beaucoup inférieure à son importation.

Le principal fournisseur de charbons avant la guerre était incontestablement l'Allemagne, pour une valeur en décroissance de 63 229 en 1914. Ce pays a été remplacé

Digitized by Google

par les États-Unis en 1915 avec une valeur de 68 228 £, en augmentation de 58 000 sur 1914. La France, qui fournissait environ 30 pour 100 des importations, n'a pu en livrer que pour 30 069 £, en décroissance sur les années précédentes.

Pour les exportations, la statistique officielle anglaise ne spécifie pas les pays acheteurs : elle se contente de les diviser en pays étrangers et colonies anglaises. La première catégorie de pays a une valeur décroissante depuis 5 574 £ en 1912 jusqu'à 1 031 en 1915. L'importation en colonies anglaises augmente, au contraire, de 4 845 £ en 1914. Elle était de 7 401 en 1915.

Tableau XII. — *Détail d'exportation : Charbons.*

PAYS ACHETEURS	PAR PIÈCES				VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915	1912	1913	1914	1915
Pays étrangers	1 183 533	1 054 359	583 972	119 724	5 574	5 219	2 956	1 031
Colonies anglaises	1 453 331	1 241 943	1 255 461	1 045 668	6 265	4 845	4 751	7 401
	2 636 864	2 296 302	1 839 433	1 165 392	11 839	10 064	7 707	8 432

Tableau XIII. — *Détail d'importation : Charbons.*

PAYS VENDEURS	PAR PIÈCES				VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915	1912	1913	1914	1915
Allemagne	42 544 400	48 450 177	31 783 589	584 000	83 341	97 471	63 229	1 620
Hollande	310 500	251 600	537 948		488	556	1 022	
Belgique	4 022 758	822 866	410 150		6 419	2 154	1 814	
France	6 396 193	6 494 144	2 948 295	5 096 398	44 400	46 897	33 527	30 069
Autriche	3 955 630	5 125 748	76 840		5 979	5 625	524	
États-Unis	74 782	237 046	3 779 634	21 297 904	1 781	4 215	10 690	68 228
Autres pays	932 727	2 896 300	4 306 452	11 884 765	3 609	6 526	13 976	39 707
	58 254 540	64 278 481	43 847 408	39 797 586	146 392	163 444	124 814	141 170

Lampes à incandescence. — Leur importation a été la plus considérable en 1912 comme valeur (288 362 £) avec 4 526 000 lampes ; elle a baissé jusques et y compris l'année 1914 (120 550 £), pour remonter un peu à la valeur de 154 113 £ pour le nombre le plus élevé de lampes jamais importées par l'Angleterre, 5 099 871 pièces, dont la valorisation douanière a beaucoup baissé.

L'exportation de ces lampes a, en général, été un peu moindre que leur importation. Les valeurs des années 1914 et 1915 qui, chacune, ont été de 151 000 £, ont été inférieures d'environ 40 000 £ chacune à celle des années 1912 et 1913.

Avant la guerre, l'Angleterre était pour cet article tributaire principalement de l'Allemagne, qui y avait importé en 1912 une valeur de 239 359 £ et en 1914, 73 605 £. Mais en 1915, une fourniture hollandaise de 116 524 a remplacé celle de l'Allemagne. Supposons que toutes ces lampes ont été fabriquées en Hollande et qu'aucune lampe de provenance allemande ne s'est faufilée en ce pays en s'y naturalisant.

L'Australie a eu en 1915, comme les années précédentes, la priorité pour l'acquisition de ces lampes (44 496 £). Venaient ensuite :

L'Inde anglaise, avec une valeur de 27 752 £ et le Transvaal, avec 12 055 £. Les achats des autres pays ont été beaucoup moins importants.

Tableau XIV. — *Détail d'importation : Lampes à incandescence.*

PAYS VENDEURS	PAR PIÈCES				VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915	1912	1913	1914	1915
Allemagne	3 649 944	2 524 040	1 253 444		239 359	155 754	73 605	
Hollande	280 754	376 171	1 042 490	3 006 159	15 480	15 991	27 871	116 524
France	245 702	255 426	256 361	357 237	13 642	14 682	12 124	13 394
Autriche	101 946	82 483	26 729		6 608	5 732	1 666	
Autres pays	246 793	64 773	363 298	1 732 909	13 233	3 874	5 269	23 961
	4 525 539	3 302 893	2 942 532	5 099 871	288 362	196 033	120 550	154 113

Digitized by Google

Tableau XV. — *Détail d'exportation : Lampes électriques à incandescence.*

PAYS ACHETEURS	PAR PIÈCES				VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915	1912	1913	1914	1915
Russie	11 443	23 643	207 095	205 766	479	1 002	8 310	9 832
France	5 366	2 746	2 618	198 757	309	275	218	2 630
Chine	133 567	157 776	21 540	68 191	7 690	7 162	783	2 647
Japon	29 407	12 520	11 497	13 014	2 109	481	442	239
Etats-Unis	87 120	51 473	184 626	1 712	3 648	738	2 020	120
Chili	36 016	41 972	24 322	48 198	2 254	2 700	1 050	2 542
Brésil	78 136	108 484	27 262	71 883	5 457	4 847	1 523	3 436
Argentine	166 822	344 885	219 928	137 726	7 756	14 278	11 100	6 049
Autres pays	102 031	148 684	109 374	166 774	7 020	7 791	5 357	7 519
Cap (le)	131 700	123 510	144 811	216 671	7 129	7 067	6 028	8 397
Natal	93 152	60 400	78 971	52 864	4 835	3 255	3 414	2 192
Transvaal	328 886	221 968	275 369	342 975	16 687	10 110	10 448	12 055
Inde anglaise	504 796	510 077	419 077	636 702	29 048	27 682	18 217	27 752
Australie	814 910	780 374	946 000	1 093 009	41 350	40 161	37 151	44 496
Canada	344 838	183 105	300 581	149 845	19 891	8 117	13 065	8 218
Autres colonies anglaises	296 211	310 076	297 485	418 657	16 484	16 850	15 454	17 999
	3 164 401	3 081 693	3 270 556	3 822 744	172 146	152 456	134 646	157 023

Lampes à arc et projecteurs. — L'importation des deux articles figurant à cette rubrique est passée de 1517 £ en 1912 à 2839 £ en 1915. Mais comme presque partout dans le monde, la vente des lampes à arc a été chaque année en décroissance depuis la diffusion des lampes à filaments métalliques, il est à présumer que le chiffre cité plus haut se réfère plutôt aux projecteurs.

Les exportations ont été beaucoup plus fortes que les importations, puisqu'elles ont été d'une valeur d'environ 18000 £ en 1912 et 1913, de 14000 £ en 1914 et de 9510 en 1915. Mais, là aussi, il doit s'agir principalement de projecteurs (searchlights).

Jusques et y compris 1912, l'Allemagne était le principal fournisseur de ces articles. Mais à partir de 1913, les États-Unis ont pris la tête 1659 £ en 1915.

C'est à la Russie qu'a été destinée la valeur la plus importante de ces articles (5455 £ en 1915) et 3363 £ en 1913. En 1914, c'était l'Argentine qui avait été la plus forte acheteuse pour une valeur de 3887 £.

Tableau XVI. — *Détail d'importation : Lampes à arc et projecteurs.*

PAYS VENDEURS	PAR PIÈCES				VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915	1912	1913	1914	1915
Allemagne	320	608	202	26	907	1 704	683	100
France	102	39	1	20	222	112	4	40
Etats-Unis	69	495	233	297	281	1 753	1 173	1 659
Autres pays	29	88	320	17	107	229	1 208	330
	520	1 230	769	653	1 517	3 798	3 093	2 839

Tableau XVII. — *Détail d'exportation : Lampes à arc et projecteurs.*

PAYS ACHETEURS	PAR PIÈCES				VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915	1912	1913	1914	1915
Russie	6	184	28	79	211	3 363	683	5 455
Argentine	999	877	415	173	3 316	1 909	3 887	509
Autres pays étrangers	660	607	308	404	5 114	4 021	4 400	1 542
Inde anglaise	303	373	242	187	1 640	2 466	735	611
Australie	472	203	612	152	1 776	1 665	2 734	527
Autres colonies anglaises	542	321	427	173	3 343	1 088	1 217	866
	2 982	2 565	2 032	1 168	15 400	14 512	13 656	9 510

Digitized by Google

Parties détachées de lampes (sans tiges de charbon). — La valeur de l'importation, qui avait été de 122 770 £ en 1912, est tombée successivement d'année en année à 84 645 £ en 1915.

Les exportations, qui ont été de 54 275 en 1913, se sont maintenues les autres années à 24 000 £.

L'Allemagne avait été la plus forte importatrice en 1912, (87 000 £) en 1913 (97 000 £) et en 1914 (50 725 £). En 1915, ce sont les États-Unis qui tiennent la tête avec une valeur de 56 575 £, en croissance considérable sur les années précédentes.

Viennent après : la France avec 9 390 £ et la Hollande avec 8 134 £.

La Russie a été la principale cliente de l'Angleterre en 1913 (valeur, 19 737 £) et en 1915, (13 571 £).

Tableau XVIII. — *Détail d'importation : Parties détachées de lampes (sauf tiges de charbons).*

PAYS VENDEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
Allemagne	86 944	96 896	50 725	55
Hollande	6 763	9 371	23 280	8 134
France	6 786	3 108	4 262	9 390
Autriche	1 382	1 677	52	
États-Unis	18 925	2 425	10 102	56 575
Autres pays	1 834	1 520	1 994	10 478
	122 770	115 257	90 325	84 645

Tableau XIX. — *Détail d'exportation : Parties détachées de lampes (sauf tiges de charbons).*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
Russie	190	19 737	7 703	13 571
Allemagne	7 414	7 397	2 667	
Belgique	4 086	2 131	1 110	64
France	145	2 057	84	1 786
Argentine	921	2 573	813	104
Autres pays	2 782	8 988	1 447	4 116
Colonies anglaises	3 599	8 943	8 695	2 479
	19 137	51 828	22 519	22 120

Piles et accumulateurs. — Leur importation, qui n'avait été en 1912 que d'une valeur de 67 000 £, est passée en 1913 et 1914 à 89 000 £, pour monter encore davantage en 1915 à 165 196 £.

Les exportations au contraire, qui avaient atteint leur apogée en 1913 avec une valeur de 230 262 £, n'ont plus été en 1915 que de 200 092 £.

L'Allemagne, avant la guerre, était la plus forte importatrice, même avec la valeur de 30 066 £ à fin décembre 1914, en baisse sur années précédentes. Dès 1915, la France est la première vendeuse de ces articles à l'Angleterre pour une valeur de 73 045 £, en augmentation de 50 000 £ sur 1914. Les États-Unis venaient immédiatement après avec une valeur de 71 075 £, suivis de loin par le Danemark (12 351).

En 1915, ce sont exclusivement des colonies ou protectorats de l'Angleterre qui sont ses plus forts acheteurs : l'Australie, pour une valeur de 53 407 £, l'Inde (35 257 £), le Sud-Afrique anglais et l'Égypte, chacun respectivement 17 400 £.

Tableau XX. — *Détail d'importation : Piles et accumulateurs.*

PAYS VENDEURS	VALEURS EN LIVRES ANGLAISES			
	1912	1913	1914	1915
Suède	202	1 552	5 555	1 288
Danemark	5 651	6 713	7 658	12 351
Allemagne	39 912	60 387	30 066	298
France	15 421	8 778	22 683	73 045
Etats-Unis	2 643	5 253	16 889	71 075
Autres pays	3 290	7 098	4 798	7 083
	67 129	89 781	88 249	165 196

Tableau XXI. — *Détail d'exportation : Piles et accumulateurs.*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
Danemark	4 890	45	50	2 099
Egypte	3 043	3 452	2 100	17 400
Chine	2 385	3 035	1 268	1 971
Japon	22 823	17 199	7 325	754
Chili	9 924	3 535	1 281	9 371
Brésil	2 365	7 537	3 135	3 176
Argentine	26 595	23 731	16 767	7 607
Autres pays étrangers	8 743	18 777	16 442	27 567
Sud-Afrique anglais	28 178	28 090	8 335	17 400
Inde anglaise	27 087	43 458	49 084	35 257
Australie	38 112	27 435	32 613	53 407
Canada	29 544	31 626	13 211	11 218
Autres colonies anglaises	19 582	18 405	26 619	24 489
	223 271	226 325	178 230	196 048

(A suivre.)

Désiré Pector,
Conseiller honoraire du Commerce extérieur.

Digitized by Google

Assemblées générales

Société Havraise d'Energie électrique.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES ORDINAIRE, CONSTITUTIVE ET EXTRAORDINAIRE DU 6 JUIN 1917.

Les recettes de toute nature de l'exercice se sont élevées à 4320789 fr, en progression très marquée sur celles des exercices précédents par suite de l'accroissement considérable des demandes de la clientèle d'éclairage et de force motrice. Le bénéfice net, qui ressort à 1533363 fr, a été employé à amortir 800 actions, soit 200 de plus que pour 1916, en raison de l'augmentation de capital réalisée pendant l'exercice, à porter à son maximum la réserve légale correspondant à ce nouveau montant du capital social, et à distribuer un dividende de 30 fr aux actions de capital et de 20 fr aux actions de jouissance.

La Société, pour faire face aux besoins croissants des usines travaillant pour la Défense nationale, a été obligée de faire des dépenses très importantes pour l'édification de nouvelles constructions, l'établissement et le renforcement des canalisations électriques, l'achat de nouveau matériel électrique, qui se sont élevées à 2628695 fr.

Pour faire face à ces dépenses une augmentation de capital de 4250000 fr — conformément à l'autorisation accordée par l'Assemblée générale extraordinaire du 16 mars 1916 — a été réalisée par l'émission de 17000 actions nouvelles, ce qui a porté le capital social à 15 millions de francs.

Une Assemblée générale constitutive, qui s'est tenue immédiatement après l'Assemblée générale ordinaire, a reconnu la sincérité de la déclaration de souscription de ces 17000 actions et a modifié en conséquence la rédaction des statuts.

Enfin, en prévision des travaux importants prévus dans l'avenir pour satisfaire aux importants besoins d'énergie électrique qui se manifesteront dans le département de la Seine-Inférieure, le Conseil a demandé à une Assemblée générale extraordinaire qui a suivi les deux précédentes de l'autoriser à augmenter ultérieurement, selon les besoins, le capital de la Société de 10 millions par l'émission de 40000 actions nouvelles de 250 fr.

Le Conseil pourra déterminer l'importance et les conditions des émissions successives sans être obligé de remettre à nouveau l'Assemblée générale des actionnaires.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Caisses et banques	1 700 563,15
Portefeuille	395 698,05
Quittances mensuelles à recouvrer	1 271 382,67
Versement restant à effectuer sur les 7000 actions nouvelles (1916)	410 250 »
Débiteurs divers et avances aux constructeurs	539 044,06
Marchandises en magasin	449 153,57
Terrains	1 039 467,48
Concessions, usine, matériel et divers, travaux nouveaux, augmentation usine en 1916	9 789 850,33
Canalisations	1 680 302,75
Frais de premier établissement	1 »
Frais d'installation, éclairage public, théâtre	1 »
A reporter	17 275 714,06
Report	17 275 714,06
Travaux du port	1 »
Installations des particuliers	1 »
Prime de remboursement d'obligations, série A et B (amortissements de 1916 déduits)	168 598,75
	17 444 315,81

Passif.

	fr
Capital actions (amortissements déduits)	8 950 000 »
Capital obligations (amortissements déduits)	2 575 200 »
Fonds d'assurances	19 179,80
Obligations à rembourser (tirage 1916)	59 700 »
Coupons, 2e semestre 1916, sur obligations	52 698 »
Actions et obligations amorties à rembourser et coupons échus à payer	218 886,90
Créditeurs divers	1 727 507,63
Réserve légale	900 000 »
Provision pour amortissements divers	606 131,40
Profits et pertes (reliquat antérieur à 1914)	801 648,65
Profits et pertes (solde 1916)	1 533 363,43
	17 444 315,81

Compagnie générale de Distribution d'Energie électrique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 7 JUIN 1917.

Les demandes d'énergie de l'exercice ont été plus fortes qu'en 1916 et les ventes de courant ont passé à 6205624 fr contre 4799789 fr l'année précédente. Les dépenses d'exploitation se sont accrues aussi et ont été de 3875411 fr contre 2803197 fr en 1915 par suite des augmentations et allocations accordées au personnel et des plus-values énormes des matières premières. La Compagnie n'a pu augmenter, en effet, ses prix de vente en proportion de l'élévation des prix du charbon, car elle vendait l'énergie avec des contrats à longs termes à des distributeurs ou des sociétés de transport en commun. Le compte de Profits et pertes a été établi en ne considérant comme recettes d'exploitation que le prix de vente résultant des contrats, et en ne comprenant dans les dépenses d'exploitation le combustible que pour les taux de base prévus à ces contrats. L'accroissement de dépenses dues aux causes ci-dessus a été porté à un compte de « Charges spéciales de guerre » pour une somme de 959675 fr.

Dans ces conditions, l'excédent de l'actif sur le passif ressort à 1206351 fr, mais avec, comme contre-partie, une charge de guerre de 959675 fr.

Ce compte de Charges spéciales de guerre, qui paraissait l'année précédente pour 771431 fr, avait été diminué de 135695 fr par application du montant de la Réserve par amortissement d'obligations figurant au bilan de 1915; il a été augmenté des charges afférentes à l'exercice 1916, ainsi qu'il vient d'être dit, mais diminué également de 139696 fr correspondant au produit net de l'amortissement d'obligations en 1916; il ressort donc finalement à 1455714 fr.

Bien que, en raison des circonstances qui vont plutôt en s'aggravant en 1917, ce compte demeure ouvert au bilan, il a été complètement amorti au moyen de la Provision spéciale pour 1916 constituée à l'exercice précédent, soit 1518016 fr, à laquelle a été ajouté l'excédent de l'actif sur le passif, soit 1206351 fr.

Digitized by Google

Le solde, après ce prélèvement, soit 1 268 653 fr, reste au crédit du compte Provision spéciale sous la dénomination Provision spéciale pour 1917.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Mobilier	1 »
Dépenses d'installations	30 545 842,96
Approvisionnements divers	728 180,99
Caisses et banques	4 278 203,37
Débiteurs divers	4 046 425,86
Droits de transmission sur actions	55 049,07
Comptes d'ordre	51 377,40
Charges spéciales de la guerre	1 455 714,51
Frais d'émission et prime de remboursement des obligations	1 708 650,17
	42 869 446,33

Passif.

	fr
Capital actions	16 000 000 »
Capital obligations	20 282 500 »
Réserve légale	40 612,30
Réserve pour amortissement du capital	41 000 »
Provision pour grosses réparations, fonds de renouvellement et accidents	400 000 »
Créditeurs divers	2 731 996,90
Coupons d'obligations et obligations à rembourser	434 250,24
Comptes d'ordre et divers	93 001,26
Provision spéciale pour 1916	1 518 016,56
Report de l'exercice 1913	121 717,85
Excédent de l'actif sur le passif	1 206 351,22
	42 869 446,33

Compagnie des Tramways de Paris et du Département de la Seine.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 19 JUIN 1917.

L'exercice 1916 a vu s'accroître les difficultés rencontrées depuis le début de la guerre pour l'achat des matières premières nécessaires aux réparations et à l'entretien du matériel, pour l'approvisionnement en combustible dont la hausse a occasionné pour l'exercice une plus-value de dépenses de 2 200 000 fr, enfin pour le recrutement du personnel et le paiement d'indemnités de cherté de vie réclamées par celui-ci.

La Compagnie n'ayant pu obtenir en contre-partie de ces dépenses imprévues et qui lui étaient imposées une indemnité du pouvoir concédant, toutes les conditions prévues aux contrats de concession se trouvant bouleversées, a demandé aux tribunaux administratifs, comme d'ailleurs toutes les autres Compagnies de transports de la région parisienne, de donner droit à ses réclamations.

Malgré les réductions de services effectuées, le nombre des kilomètres-voitures s'est élevé à 11 879 000 contre 10 062 000 en 1915 ; le nombre des voyageurs transportés a été de 90 478 000 contre 75 168 000 en 1915 et 80 000 000 en 1914 produisant une recette de 12 285 000 fr contre 10 221 008 fr en 1915.

Le bénéfice de l'exercice a été de 524 852 fr, sur lequel il a été prélevé 5 pour 100 pour la réserve légale, 200 000 fr pour amortissement des actions et 298 610 fr pour créer un compte Provision pour charges exceptionnelles résultant de la guerre.

Le solde de l'exercice 1915, soit 957 920 fr, a été reporté à nouveau.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Caisse, banques et bons de la Défense nationale	7 058 577,46
Cautionnement de la Compagnie	283 576,55
Débiteurs et avances diverses	2 055 831,78
Nue propriété de rentes	30 587,60
Approvisionnements	3 140 914,94
Premier établissement :	
Voies ferrées, lignes	38 772 696,88
Terrains et constructions	12 722 512,56
Usines et sous-stations	2 270 586,65
Matériel roulant	22 428 675,93
Outillage et mobilier	684 286,47
Prélèvement pour parfaire à 4 pour 100 le dividende des actions pendant la période de transformation	2 942 772,49
Frais d'émission d'obligations et de bons 6 pour 100 et prime de remboursement des obligations	1 651 390,60
	94 042 409,91

Passif.

	fr
Capital :	
Actions de capital	52 580 250 »
Actions de jouissance	2 008 000 »
Actions rachetées	411 750 »
Obligations :	
3 pour 100	621 000 »
4 pour 100	1 760 500 »
5 pour 100	12 260 000 »
Bons 6 pour 100 à 5 ans	12 500 000 »
Réserve légale	1 267 788,96
Fonds d'amortissement des actions	231 169,32
Amortissement par remboursement des obligations	418 717,68
Fonds d'amortissement et de prévoyance	1 126 167,44
Provision pour dépenses différées et renouvellements	1 377 579,01
Fonds d'assurances	765 999,80
Créditeurs divers	4 386 145,21
Coupons à payer	695 819,18
Titres à rembourser	148 750 »
Profits et pertes :	
Report de l'exercice 1915	957 920,42
Bénéfice net de l'exercice 1916	524 852,89
	94 042 409,91

L'Energie Electrique de la Seine.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 20 JUIN 1917.

L'exercice a été consacré à l'achèvement des travaux des chaufferies et salles de machines aux usines de Romainville et d'Ivry, à la mise au point des installations d'incinération et aux raccordements des nouveaux clients au réseau. Ces divers travaux ont absorbé 738 650 fr, ce qui porte les immobilisations de 1 708 646 fr à 2 447 297 fr.

Les bénéfices de l'exercice se sont montés à 97 079 fr, contre une perte de 39 317 fr. Le solde disponible s'élevant à 57 762 fr a été reporté à nouveau après prélèvement de la réserve légale.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Frais de constitution	17 665 »
Mobilier et outillage	11 398,75
Usines	796 889,70
Réseaux	1 136 826,47
Avances sur travaux en cours	513 481,11
Apports	550 000 «
Caisses et banques	3 008,15
A reporter	3 029 299,18

Digitized by Google

Report	3 029 269,18
Portefeuille	265 341 »
Marchandises en magasin	434 399,65
Avances et cautionnements	3 655,50
Débiteurs divers	665 315,80
Actionnaires	1 728 125 »
	6 126 206,13

Passif.

	fr
Capital actions	4 000 000 »
Réserve légale	371,10
Créditeurs divers	2 068 072,20
Profits et pertes	57 762,74
	6 126 206,13

Société des Forces motrices de la Vis.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 15 MAI 1917.

La Société le Sud-Electrique a continué à assurer l'exploitation des installations de la Société des Forces motrices de la Vis dans de bonnes conditions et à utiliser de la façon la plus complète possible l'énergie hydraulique dont elle dispose.

Le loyer que paie le Sud-Electrique à la Société se compose, d'une part, d'une somme équivalente à toutes les charges qu'elle a à supporter, et, d'autre part, d'une somme qui est fonction du dividende que le Sud-Electrique distribue à ses propres actionnaires.

Pour l'exercice 1915-1916, cette Société a encaissé des recettes de 2636519 fr, en augmentation de 314130 fr sur celles de l'exercice 1914-1915. Son bénéfice a été de 496669 fr, et elle a distribué un dividende de 4 pour 100 à ses actions de priorité.

Conformément à ses accords avec la Société des Forces motrices de la Vis, le Sud-Electrique lui a payé, en sus de ses charges, une somme de 66000 fr qui représente le solde créditeur du compte Profits et pertes de l'exercice. En y ajoutant le report de l'exercice précédent, le solde disponible à répartir se monte à 69993 fr.

Il a été employé à amortir à 1 fr le compte « Frais de constitution et d'augmentation du capital », ce qui a absorbé 43417 fr, et à porter à la réserve légale une somme de 1129 fr. Le solde, soit 25446 fr, a été reporté à nouveau.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Frais de constitution et d'augmentation	43 418,80
Apports	750 000 »
Terrains et immeubles	409 096,27
Dépenses générales de premier établissement (usine, sous-station, réseaux, etc.)	4 751 171,93
Espèces en banques	1 720,70
Débiteurs divers	163 399,15
Prime de remboursement des obligations	404 950 »
	6 523 756,85

Passif.

	fr
Capital :	
Actions de priorité de 250 fr	1 650 000 »
Actions ordinaires de 250 fr	600 000 »
Obligations :	
5 pour 100 non amorties	407 000 »
4 1/2 pour 100 non amorties	3 642 500 »
Réserve légale	3 827,75
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	90 450 »
Coupons obligations à payer et obligations à rembourser	6 882,69
A reporter	6 400 760,44
Report	6 400 760,44
Créanciers divers	53 102,79
Profits et pertes reportés	3 993,62
Profits et pertes de l'exercice	66 000 »
	6 523 756,85

Société des Forces motrices de la Loue.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES ORDINAIRE ET EXTRAORDINAIRE DU 20 JUIN 1917.

L'Assemblée générale extraordinaire de la Société des Forces motrices de la Loue a été appelée à délibérer sur les nouvelles conditions proposées pour l'absorption par voie de fusion de la Compagnie Electrique du Jura-Doubs, différentes de celles décidées par l'Assemblée générale extraordinaire du 28 février 1914.

Aux termes de cette convention, approuvée par l'Assemblée générale extraordinaire du 29 décembre 1916 des actionnaires de la Compagnie Electrique du Jura-Doubs, cette dernière Société fusionnerait par voie d'absorption avec la Société des Forces motrices de la Loue et apporterait tout son actif et son passif à cette Société, moyennant notamment l'attribution de 900 actions de 250 fr de la Société des Forces motrices de la Loue à créer en augmentation du capital de cette Société et portant jouissance du 1er janvier 1917.

L'Assemblée générale extraordinaire du 20 juin de la Société des Forces motrices de la Loue a approuvé la Convention ci-dessus, et elle a, sous réserve de l'acceptation par l'Assemblée générale des apports, décidé que le capital social de la Société serait augmenté de 225000 fr par la création de 900 actions nouvelles de 250 fr chacune portant jouissance au 1er janvier 1917.

L'Assemblée générale ordinaire, qui a été tenue le même jour, a pris connaissance du rapport du Conseil sur l'exercice 1915-1916.

Pendant cet exercice, la Société a continué l'exécution des travaux du Syndicat et elle a poursuivi la demande de règlement d'eau relative au projet de l'usine de Monthier qui est actuellement en bonne voie d'exécution. Par suite de la construction de différentes lignes, une progression des chiffres de vente de courant a été obtenue ; ceux-ci ont atteint un total de 154 898 fr, supérieur de 63 123 fr à celui de l'exercice précédent. Le compte Profits et pertes présente finalement un solde débiteur de 16 514 fr qui a été visé au compte de premier établissement.

BILAN AU 30 JUIN 1917.

Actif.

	fr
Premier établissement, terrains, usines, réseaux	2 390 646,47
Frais de constitution	30 768 »
Mobilier et outillage	24 506,80
Compteurs et matériel en location	26 180,20
Prime de remboursement des obligations	94 605,50
Caisses et banques	213 219,25
Débiteurs divers	578 228,24
Magasin et approvisionnements	192 985,46
	3 551 139,92

Passif.

	fr
Capital actions	1 480 000 »
Obligations en circulation	1 357 000 »
Créditeurs à long terme	117 500 »
Créditeurs divers	563 565,79
Coupons à payer	33 074,13
	3 551 139,92

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : J. **BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 5. — 4 AOUT 1917.

Chronique. — Un point d'histoire : Sur l'utilisation du téléphone sur le réseau du chemin de fer du Nord. — Programme d'un concours pour une cuisine électrique. — Ecole pratique du haut enseignement commercial pour les jeunes filles, p. 161 et 162.

Section scientifique et technique. — Sur l'écoulement en déversoir par nappe libre avec contraction latérale, par V.-M. HÉGLY, p. 163. — L'industrie des accumulateurs électriques dans son état actuel, par L. JUMEAU, p. 165. — Revues, analyses et informations : Sur les origines du développement de nos connaissances en électricité atmosphérique, p. 168.

Section industrielle. — La distribution d'électricité et d'eau de la ville de Tananarive (*suite et fin*), par Jacques DE SOUCY, p. 169. — Unification des dimensions, par E. LABOUR, p. 177. — Revues, analyses et informations : Étude des effets de protection contre les surtensions produits par les bobines de réactance, p. 179; Sur les conditions de formation du coke, p. 187; Remarques sur la production de l'énergie et la consommation du charbon en Angleterre, p. 188.

Section économique et financière. — Commerce extérieur du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande en matériel électrique d'après les statistiques douanières de ce pays, pour les années 1912, 1913, 1914 et 1915 (*suite et fin*), par Désiré PECTOR, p. 189. — Assemblées générales : Société nîmoise d'Éclairage et de Force motrice par l'électricité, p. 197; Compagnie du chemin de fer de Bayonne à Biarritz, p. 197; Société d'Électrochimie, p. 197; Chemin de fer de Pau-Oloron-Mauléon et tramways de Bayonne à Biarritz, p. 198; Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est (Jeumont-Nord), p. 198. — Revues, analyses et informations : La banque et l'industrie par J. N., p. 199; Projets allemands pour l'après-guerre, p. 199.

Un point d'histoire : Sur l'utilisation du téléphone sur le réseau du chemin de fer du Nord.

Nous recevons la lettre suivante :

L'intéressant article de M. Casamassima paru dans la « Revue générale de l'Électricité » du 7 juillet 1917, pourrait faire croire que les Américains seraient les seuls à faire usage du téléphone, d'une manière à peu près exclusive, dans l'exploitation des chemins de fer, après avoir fait l'application de ce système *pour la première fois en 1909*.

Or, à cette date, il y avait déjà dix-huit ans que M. Albert Sartiaux, dirigeant le réseau du chemin de fer du Nord, avait eu l'idée de cette utilisation du téléphone sur ses lignes, les choses marchèrent si vite dans l'application de cette innovation que précisément à la date indiquée (1909), étaient complètement achevées et mises en service les installations du programme complet afférent à l'usage exclusif du téléphone pour tous les besoins de l'Exploitation.

Bien avant l'année 1891, où il s'est agi de l'application presque universelle du téléphone sur le chemin de fer du Nord, ce moyen d'une commodité incomparable était déjà utilisé pour les communications intérieures des grandes gares, des dépôts et des bâtiments d'administration, les dépêches relatives à l'exploitation continuant à être échangées, de gare à gare, au moyen du télégraphe, Morse ou Breguet.

Le 28 avril 1891, le ministre des Travaux publics, sur la demande de la Compagnie, autorisait la substitution du téléphone au télégraphe, à titre d'essai, sur les lignes à voie unique de Compiègne à Roye, Saint-Just-en-Chaussée à La Rue-Saint-Pierre, Marcoing à Masnières, Aubigny-au-Bac à Auche.

Le 27 novembre 1891, le ministre autorisa également la substitution du téléphone au télégraphe dans un certain nombre de postes de secours de la grande artère de Paris à Amiens par Chantilly.

Ces deux expériences ayant été pleinement concluantes, le téléphone fut progressivement substitué au télégraphe, de 1892 à 1898 :

1° Sur toutes les lignes à voie unique et sur quelques lignes à double voie à faible trafic, pour toutes les dépêches et communications relatives à l'exploitation;

2° Sur toutes les autres lignes à double voie, *dans les postes de secours seulement*, pour les seules communications entre les postes de secours et les gares;

3° Enfin, en présence des résultats extrêmement satisfaisants obtenus dans les deux premières applications sur une large échelle, à toutes les lignes sans exception et pour toutes communications qu'elles intéressent ou non la sécurité.

L'enquête auprès de tous les hauts fonctionnaires de l'exploitation pour avoir leur avis sur l'efficacité de la mesure ainsi généralisée a donné lieu à une réponse unanime : non seulement le téléphone pouvait sans inconvénient remplacer le télégraphe, mais lui était supérieur sur bien des points, en permettant d'aller beaucoup plus vite, la transmission d'une dépêche par téléphone demandant en moyenne quatre fois moins de temps que par le télégraphe, mais surtout de se faire mieux comprendre. Partant de là, les lignes électriques fort encombrées se sont trouvées soulagées et la sécurité n'a fait que gagner à plus de clarté dans les communications.

En outre, il devenait de plus en plus difficile de trouver des télégraphistes habiles et leur remplacement en cas

Digitized by Google

d'absence était quelquefois impossible dans certaines stations.

Tout ceci explique la facilité avec laquelle M. A. Sartiaux obtint les autorisations ministérielles pour les transformations et extensions successives du réseau téléphonique qui furent effectuées de 1900 à 1906.

L'exploitation sous le régime de guerre a donc pu, sans aucune hésitation ni improvisation, dès le premier moment des hostilités, profiter de cette incomparable ressource, en parfait et complet état de fonctionnement.

A. Moutier,
Ingénieur du Chemin de fer du Nord,
Professeur à l'École centrale.

Programme d'un concours pour une cuisine électrique. — La Società generale italiana di Elettricità, via S. Radegonda 10, Milan, nous adresse la communication suivante :

1° La Società generale italiana Edison di Elettricità ouvre un concours avec prime pour la construction d'une cuisine électrique.

2° La cuisine doit être du type à accumulation de chaleur, de façon à rendre maximum la durée de l'utilisation de l'énergie journellement consommée (définie comme rapport entre la consommation en kilowatts-heure et la puissance en kilowatts) et minimum la consommation à égal effet.

Les concurrents pourront assigner aux appareils qu'ils présenteront, soit la seule utilisation à la cuisine proprement dite, soit la tâche de pourvoir également à d'autres usages domestiques.

3° Pour être admis au concours, il est nécessaire de présenter à la Società Edison, avant le 31 mars 1918, à l'endroit qui sera indiqué sur demande, au moins 3 exemplaires d'un type de cuisine établi pour une famille de 5 ou 6 personnes, ainsi que les projets pour les types de cuisine plus ou moins importants. Les cuisines présentées resteront la propriété des concurrents et ne pourront être retirées qu'après la fin du concours.

La manutention durant les expériences pratiques, dont il est parlé à l'article 4, est à la charge des concurrents. La Società Edison n'accepte aucune responsabilité ni pour les dégâts accidentels ni pour la perte des appareils présentés.

4° La Società Edison se réserve la pleine liberté de statuer, avant l'époque sus indiquée, à quelles épreuves devront être soumises les cuisines qui doivent concourir pour le prix.

Enfin, il est décidé qu'après l'épreuve du caractère technique, les meilleurs types retenus seront soumis à une expérience pratique chez une collectivité ou chez des particuliers et que ces expériences ne pourront durer moins d'un trimestre de fonctionnement effectif.

5° L'exécution de l'épreuve préliminaire et le premier choix qui la suivra, le choix de la famille ou de la collectivité chez laquelle seront placés, pour l'expérience pratique, les types jugés les meilleurs dans l'épreuve préliminaire, le contrôle du fonctionnement pratique et le jugement définitif, pour lequel on devra tenir compte aussi du prix de l'appareil, seront confiés à une Commission de cinq membres nommés respectivement parmi le R° Istituto tecnico superiore de Milan, l'Associazione elettrotecnica italiana, l'Associazione Esercenti imprese elettriche, la Lega economica nationale et la Società Edison.

6° La Società Edison met à la disposition de la Commission, nommée comme il a été indiqué ci-dessus, la somme globale de dix mille lires italiennes pour la création d'un ou de plusieurs prix, jusqu'à un maximum de trois prix.

7° La Commission est investie des pouvoirs les plus étendus pour l'exécution du mandat qui lui est confié et pour la répartition éventuelle de la somme mise à sa disposition.

Son jugement sera définitif et sans appel, aussi bien pour la Società Edison que pour les concurrents considérés individuellement ou en collectivité, ainsi que dans le cas où elle décidera ne pouvoir accorder seulement, à titre de prix ou d'encouragement (toujours à trois concurrents au plus) qu'une partie de la somme fixée par la Società Edison.

Ecole pratique du haut enseignement commercial pour les jeunes filles. — Dans le numéro du 13 janvier, p. 41, nous signalions à nos lecteurs l'ouverture des cours de l'École d'Enseignement technique féminin qui venait d'être créé en vue de fournir à l'industrie des dessinatrices, employées de bureaux d'études, secrétaires, etc.

Dans le même ordre d'idées nous appelons aujourd'hui leur attention sur l'École pratique du haut Enseignement commercial pour les jeunes filles, où ils trouveront des collaboratrices pouvant prétendre, par l'instruction élevée qu'elles ont reçue, arriver aux fonctions de chefs de service dans le commerce, l'industrie, la banque et les grandes administrations.

La création de cette École est due à l'instigation de l'Association d'institutrices diplômées et de l'Association pour la préparation de jeunes filles aux études supérieures ; elle remonte à mai 1916, époque où l'École ouvrit des cours sous le nom d'École pratique de hautes Études commerciales qu'elle échangea contre son nom actuel dès la rentrée d'octobre.

Le recrutement des élèves se fait parmi les jeunes filles ayant déjà acquis une forte instruction : celles d'entre elles qui possèdent soit le baccalauréat, soit le brevet supérieur, soit le diplôme de fin d'études des lycées de jeunes filles, sont admises sans examen d'entrée ; les autres doivent justifier de connaissances équivalentes.

Le programme des matières enseignées à l'École comprend la législation commerciale française et étrangère, l'étude du commerce et des renseignements commerciaux, la comptabilité, l'arithmétique commerciale et financière, un cours de marchandise, l'économie politique, la géographie, les langues étrangères, le droit, un cours de secrétariat, la sténographie, la dactylographie, la calligraphie.

Un diplôme d'études est délivré à celles des élèves qui ont obtenu des notes suffisantes aux examens particuliers faits au cours de l'année et à l'examen général de fin d'année. Ce diplôme peut être normalement obtenu au bout d'une année d'études. Toutefois, en raison de l'étendue des matières enseignées, les élèves sont autorisées à rester deux années à l'École et à resteindre à 5 au moins le nombre des matières sur lesquelles elles seront interrogées au cours et à la fin de la première année.

L'École, installée au conservatoire des Arts et Métiers (292, rue Saint-Martin) et dirigée par Mlle Sanua, est subventionnée par le ministère du Commerce ; ajoutons que presque toutes les élèves de sa première promotion, sorties en juillet, sont placées, d'aucunes débutant à 300 fr. par mois.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur l'écoulement en déversoir par nappe libre avec contraction latérale

Le jaugeage des cours d'eau par déversoir est un procédé souvent employé. Si l'on a besoin d'un peu de précision, il faut disposer le déversoir de façon à éviter la production de phénomènes qui modifient, dans de notables proportions, le coefficient de débit. Bazin a mis ces phénomènes en pleine lumière dans ses belles expériences sur l'écoulement en déversoir et il a recommandé d'employer, autant que possible, des dispositifs produisant la nappe libre sans contraction latérale. Mais cela oblige à ménager, en aval du déversoir, des élargissements du canal rectangulaire dans lequel se fait le jaugeage. Cette sujétion n'est évitée que si le canal débouche dans un réservoir ou bassin assez large et si l'on peut placer le déversoir à cette extrémité du canal. En acceptant la complication de la contraction latérale, c'est-à-dire en employant des déversoirs de largeur moindre que le canal de jaugeage, la sujétion dont il s'agit n'existe plus et la nappe libre se produit naturellement par le fait de l'arrivée facile de l'air extérieur sous la nappe déversante. Dans le but d'étudier ce genre de nappe, l'auteur du présent article, qui fut le collaborateur de Bazin pendant dix ans, de 1886 à 1895, a procédé à quelques expériences sur une rigole du canal de la Marne à la Saône, près de Langres. Il rend compte sommairement dans cet article des premiers résultats obtenus et propose une formule pour calculer le coefficient de débit qui entre dans la formule classique de Dubuat.

Au début de ses expériences sur l'écoulement en déversoir, M. Bazin a fait une étude approfondie de la nappe libre, c'est-à-dire de celle dont la face inférieure est soumise à la pression atmosphérique. Mais afin d'éliminer une cause de complication, il a eu soin de supprimer toute contraction latérale de la nappe en donnant au seuil du déversoir la même largeur que le canal d'amenée. M. Boussinesq, dans un savant mémoire où il a exposé sa théorie de l'écoulement de l'eau sur un déversoir en mince paroi, a aussi fait abstraction de cette particularité. Divers expérimentateurs, en France, en Allemagne, en Angleterre, aux États-Unis, ont étudié la contraction latérale au cours de leurs recherches ; mais seuls peut-être, à notre connaissance, Hamilton Smith Jr, dans son traité d'hydraulique, et le professeur Freese de l'Académie technique de Hanovre, dans une revue technique, en ont donné une explication assez complète. Il nous a semblé utile néanmoins d'entreprendre une étude de ce genre d'écoulement.

Ayant été autorisé par M. le ministre des Travaux publics à établir une station de jaugeage dans une rigole de prise d'eau du canal de la Marne à la Saône, nous avons profité de quelques instants de repos, en 1915 et 1916, pour exécuter un premier groupe d'expériences sur des déversoirs verticaux en mince paroi et à contraction latérale, en leur donnant des hauteurs et des largeurs différentes. La rigole a une section rectangulaire de 2 m de largeur et 1,20 m de hauteur ; les déversoirs installés sont formés de poutrelles en bois surmontées d'une plaque de tôle échancrée ; en employant un procédé expérimental analogue à celui de M. Bazin, nous avons pu exécuter tout d'abord dix séries sur deux déversoirs de 0,40 m et 0,80 m de hauteur, avec des largeurs de l'échancrure de 1,80 m, 1,60 m, 1,20 m, 0,80 m et 0,40 m.

Les coefficients de débit que nous avons calculés, d'après les résultats des expériences, sont ceux de la formule classique de Dubuat $q = mlh\sqrt{2gh}$. Leur variation est tout à fait analogue à celle des coefficients de la nappe sans contraction latérale, c'est-à-dire qu'ils

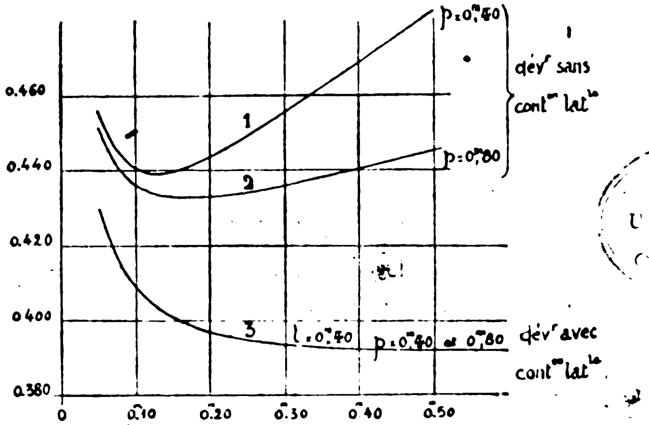


Fig. 1. — Courbes des coefficients *m* de nappes avec contraction latérale.

décroissent à partir des faibles charges pour croître ensuite avec la charge. Si, pour une même hauteur du déversoir, on trace la courbe relative à chaque largeur de l'échancrure, on obtient un faisceau de six courbes

Digitized by Google

limité par la courbe du déversoir de même hauteur sans contraction latérale et dont la courbe inférieure est celle du déversoir ayant la plus petite largeur soumise à l'expérience. On voit dans ce faisceau le minimum accusé sur chaque courbe se déplacer vers les plus fortes charges quand la largeur de l'échancrure diminue. De plus, si l'on compare chaque courbe du faisceau pour la hauteur de 0,40 m avec la courbe correspondante du faisceau pour la hauteur de 0,80 m, on voit que l'écart d'une courbe à l'autre va en diminuant avec la largeur, de telle sorte que pour la dernière largeur expérimentée, celle de 0,40 m, les deux courbes se superposent exactement dans les petites charges et ne divergent que peu quand la charge augmente. La figure 1 montre les courbes limites de chacun de nos deux faisceaux; celui des déversoirs de 0,40 m de hauteur serait compris entre les courbes 1 et 3 et celui des déversoirs de 0,80 m de hauteur entre les courbes 2 et 3. Le tableau ci-dessous reproduit quelques-uns des coefficients fournis par les courbes des deux faisceaux :

CHARGE h	DÉVERSOIRS DE 0,40 m DE HAUTEUR						DÉVERSOIRS DE 0,80 m DE HAUTEUR					
	Déversoir de 2 m de largeur sans contraction latérale.	Déversoirs avec contraction latérale.					Déversoir de 2 m de largeur sans contraction latérale.	Déversoirs avec contraction latérale.				
		$l = 1^m,80$	$l = 1^m,60$	$l = 1^m,20$	$l = 0^m,80$	$l = 0^m,40$		$l = 1^m,80$	$l = 1^m,60$	$l = 1^m,20$	$l = 0^m,80$	$l = 0^m,40$
0,10 m	0,438	0,435	0,431	0,424	0,416	0,408	0,435	0,432	0,428	0,422	0,415	0,408
0,20	0,444	0,435	0,428	0,417	0,406	0,395	0,431	0,424	0,418	0,410	0,403	0,394
0,30	0,457	0,444	0,432	0,419	0,405	0,392	0,435	0,426	0,419	0,409	0,401	0,391
0,40	0,470	0,454	0,440	0,422	0,405	0,391	0,440	0,430	0,422	0,409	0,400	0,391
0,50	0,484	0,465	0,448	0,424	0,405	0,391	0,446	0,435	0,425	0,410	0,400	0,390

Les différences que l'on constate dans les coefficients ci-dessus, pour la même charge et une même largeur, sont dues à la vitesse d'arrivée. Pour le cas des nappes sans contraction latérale, M. Bazin a donné une formule :

$$m = \mu \left[1 + k \left(\frac{h}{h+p} \right)^2 \right], \qquad (1)$$

dans laquelle p est la hauteur du déversoir et μ le coefficient applicable à un déversoir de très grande hauteur, suffisante pour annuler la vitesse d'arrivée. M. Bazin a proposé de prendre $k = 0,55$. Pour les nappes avec contraction latérale, des considérations semblables à celles qui ont conduit à la formule (1) donneraient, l étant la largeur réelle du déversoir et L celle du canal d'amenée :

$$m = \mu' \left[1 + k \left(\frac{l}{L} \right)^2 \left(\frac{h}{h+p} \right)^2 \right]. \qquad (2)$$

Il semble, a priori, que la valeur $k = 0,55$ ne puisse plus convenir ici, à cause de la complication apportée dans l'écoulement par le fait de la contraction latérale. Pourtant, en opérant sur chacune de nos séries de coefficients la correction de la vitesse d'arrivée avec la formule (2) et avec $k = 0,55$, nous avons obtenu des valeurs de μ' très sensiblement égales pour une même charge et pour une même largeur considérée, quelle que soit la hauteur du déversoir. Traduites en courbes, ces valeurs de μ' constituent un troisième faisceau limité en haut par la valeur de μ et dont la courbe inférieure s'applique à la petite largeur de 0,40 m (fig. 2). Nous avons constaté aussi que, pour une même charge, la valeur de μ' décroissait à peu près linéairement depuis le μ de la nappe sans contraction latérale jusqu'au μ' de la plus petite largeur expérimentée. En réalité, cette variation

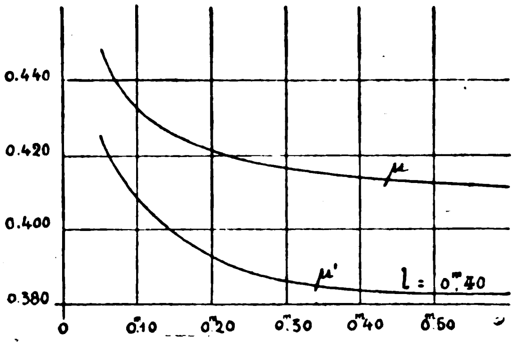


Fig. 2. — Courbes des coefficients μ et μ'.

de μ' s'effectue suivant une courbe telle que celle de la figure 3, tracée pour la charge 0,50 m. On voit que l'on peut pratiquement remplacer cette courbe par une droite moyenne; l'erreur ne dépasse pas 1 pour 100. De plus, la différence $\mu - \mu'$ est à peu près indépendante de la charge, sauf aux petites charges, pour lesquelles cette différence va en diminuant.

M. Bazin a proposé pour la valeur de μ la formule pratique :

$$\mu = 0,405 + \frac{0,003}{h}, \qquad (3)$$

qui est l'équation d'une hyperbole équilatère, dont un arc compris entre les abscisses $h = 0,10$ m et

Digitized by Google

$h = 0{,}60$ m représente avec une exactitude très suffisante les valeurs de μ qu'il a calculées. En nous appuyant sur les considérations qui précèdent et après avoir comparé nos résultats avec ceux d'autres expérimentateurs, pour lesquels la largeur L était différente de 1 m, nous pensons que la valeur de μ' peut, avec

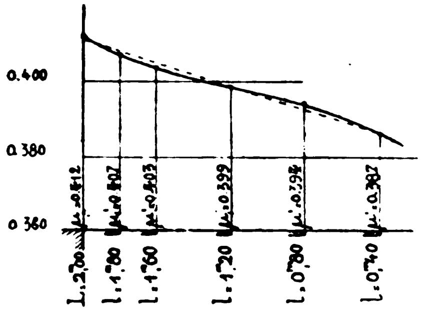


Fig. 3. — Variation du coefficient μ' avec la largeur l.

une exactitude aussi grande que celle de la formule (3) de M. Bazin, être représentée par l'expression :

$$\mu' = 0{,}405 - 0{,}030\,\frac{L-l}{L} + \frac{0{,}0027}{h}, \qquad (4)$$

applicable pour des valeurs de $\frac{L-l}{L}$ comprises entre 0 et 0,90, et pour des charges comprises entre 0,10 m et 0,60 m. Nous croyons qu'elle s'applique même pour des charges supérieures à 0,60 m; mais au-dessous de $h = 0{,}10$ m, l'erreur dépasserait 1 pour 100.

S'il s'agissait d'un déversoir de faible ouverture établi dans un canal de grande largeur, c'est-à-dire pour lequel le rapport $\frac{L-l}{L}$, très voisin de l'unité, deviendrait sans influence sur la valeur de μ', on pourrait prendre :

$$\mu' = 0{,}405 - \frac{0{,}036}{1+l} + \frac{0{,}0027}{h}. \qquad (5)$$

En résumé et en réunissant les formules (2) et (4), le coefficient de débit pour des nappes avec contraction latérale, sur un déversoir vertical en mince paroi de largeur l et de hauteur p, établi dans un canal rectangulaire de largeur L, est fourni pratiquement par l'expression :

$$m = \left(0{,}405 - 0{,}030\frac{L-l}{L} + \frac{0{,}0027}{h}\right)\left[1 + 0{,}55\left(\frac{l}{L}\right)^2\left(\frac{h}{h+p}\right)^2\right],$$

laquelle, à la limite $L - l = 0$ ou $\frac{l}{L} = 1$, c'est-à-dire quand la contraction latérale est supprimée, reproduit bien les formules de M. Bazin. La même expression convient aussi pour le cas de $\frac{l}{L}$ très petit, en y remplaçant le terme $0{,}030\,\frac{L-l}{L}$ par le terme correspondant $\frac{0{,}036}{1+l}$ de l'expression (5).

V. M. Hégly,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

L'industrie des accumulateurs électriques dans son état actuel

Une revue d'ensemble sur l'état actuel de l'industrie des accumulateurs ne pouvait être entreprise par un technicien plus qualifié que M. Jumau, dont la compétence en cette matière reste incontestée. Nous sommes heureux de saluer le retour de notre éminent collaborateur que des missions importantes avaient retenu loin de nous. L'auteur consacre cette première partie à la discussion critique de la théorie émise tout récemment par M. Ch. Féry sur le fonctionnement de l'électrode positive et qui consiste, en gros, à admettre que cette électrode chargée est constituée par un oxyde Pb^2O^5 et redevient PbO^2 à la décharge. Il oppose, à ces conclusions, les résultats qu'il a personnellement obtenus dans un grand nombre d'analyses et d'essais qui tendent à confirmer que la positive se sulfate bien suivant la théorie de la double sulfatation.

De toutes les industries électriques, l'industrie des accumulateurs est peut-être celle qui paraît avoir le moins progressé pendant ces dernières années. Si l'élément fer-nickel, né industriellement en 1901, a pu, après des débuts difficiles, trouver quelques applications, il n'a pas détrôné l'élément au plomb. Celui-ci, pour les profanes, ne semble guère avoir évolué depuis sa découverte en 1859 par Gaston Planté, le plus grand perfectionnement paraissant être celui que Faure apporta en 1881, en constituant les matières actives à l'aide d'oxydes rapportés permettant d'obtenir, dès la première charge, une capacité importante et susceptible de nombreuses applications pratiques.

En résumant ici l'état actuel de la question, notre but est de montrer que, bien qu'ils soient parfois peu apparents, des progrès sensibles ont été réalisés et que l'accumulateur au plomb, contrairement à ce que certains esprits prétendent, est encore perfectible.

Certes, le problème est un des plus délicats de la science électrique; mais il ne faut pas pousser le pessimisme jusqu'à le croire insoluble, pour cette raison que des milliers de chercheurs n'ont pas réussi à amener l'accumulateur au plomb à un degré de perfectionnement qui en fasse un auxiliaire indispensable dans presque toutes les applications électriques.

Plus encore que dans bien d'autres branches, ce qui a

Digitized by Google

fait défaut ici, c'est surtout l'étroite collaboration du savant et de l'industriel, l'union intime entre le laboratoire et l'usine.

Comment faire progresser un instrument dont on connaît si peu et quelquefois si mal le fonctionnement interne. Et peut-on appeler un perfectionnement une modification momentanément heureuse, mais dont on ne connaît pas la raison, ni l'influence de facteurs qui se chargent bien vite de renverser toutes les espérances.

Seule, une connaissance approfondie des phénomènes dont l'accumulateur est le siège peut permettre d'apporter des perfectionnements certains dans sa construction comme dans son utilisation.

Il est donc tout à fait rationnel que nous étudiions d'abord l'accumulateur aux points de vue de la théorie et de la technique de son fonctionnement avant d'indiquer les progrès réalisés ou réalisables dans sa fabrication et son emploi.

L'accumulateur au plomb au point de vue théorique. — Il est très curieux de constater que la théorie de la double sulfatation, qui a été la première explication complète des réactions chimiques de décharge et de charge, reste actuellement la théorie la plus généralement admise. Formulée vers 1882 par Gladstone et Tribe, elle eut d'abord d'assez nombreux détracteurs qui préconisèrent un certain nombre d'autres théories, le plus souvent de pures hypothèses, que les faits expérimentaux se chargeaient de renverser au fur et à mesure.

L'équation réversible de double sulfatation

$$PbO^2 + 2\,H^2SO^4 + Pb = 2\,Pb\,SO^4 + 2\,H^2O$$

indique qu'à la décharge les matières actives, peroxyde de plomb à la positive et plomb spongieux à la négative, se transforment en sulfate de plomb proportionnellement aux ampères-heures débités ; tandis qu'à la charge, le sulfate de plomb redonne le peroxyde de plomb à la positive et le plomb spongieux à la négative.

Bien que cette théorie soit celle qui explique le mieux les différents phénomènes de l'accumulateur, il faut dire cependant que l'analyse chimique ne lui a pas apporté sa consécration définitive, les essais montrant presque toujours un écart parfois assez sensible entre la quantité d'acide sulfurique réellement absorbée par la plaque positive et celle qui résulte de l'équation de double sulfatation.

Toute théorie chimique nouvelle doit donc retenir l'attention et il faut féliciter les savants qui, comme Ch. Féry, s'attachent à un tel problème.

La théorie émise tout récemment (1) par Ch. Féry n'a pas encore été discutée, aussi nous permettrons-nous de l'analyser ici.

En vérité, l'auteur reprend l'ancienne hypothèse de Drzewiecki, relative au fonctionnement de l'électrode positive et il soutient que la matière active positive chargée doit être un oxyde supérieur au peroxyde et de formule Pb^2O^5. A la décharge, il y aurait simple réduction de celui-ci en peroxyde de plomb suivant l'équation

$$Pb^2\,O^5 + H^2 = 2\,Pb\,O^2 + H^2O.$$

Voyons sur quels faits expérimentaux est basée cette affirmation.

L'analyse chimique de la matière active positive chargée aurait montré un degré d'oxydation supérieur au peroxyde PbO^2 et pouvant être représenté par Pb^3O^7.

Nous dirons tout de suite que le résultat de cette analyse n'est pas en accord avec celui d'analyses faites par d'autres auteurs. Personnellement, nous n'avons jamais constaté que la matière positive normalement chargée contînt plus d'oxygène actif que ce qui correspond à PbO^2. Bien au contraire, nous avons toujours observé qu'à côté de PbO^2 la matière positive chargée renfermait une petite proportion d'oxyde inférieur PbO et de sulfate de plomb $PbSO^4$.

Nous pouvons cependant admettre que, dans certains cas particuliers, si l'on ne prend pas soin d'éliminer des produits secondaires d'électrolyse, tels que l'acide persulfurique, l'eau oxygénée et l'ozone, on trouve, dans la matière positive chargée, une proportion totale d'oxygène actif supérieure à celle correspondant à l'état d'oxydation PbO^2 pour le plomb renfermé dans la masse.

Il convient donc d'examiner les autres considérations développées par Ch. Féry à l'appui de sa théorie.

L'auteur fait d'abord cette première hypothèse qu'il est à craindre que, pendant la dessiccation précédant l'analyse, la matière active n'ait déjà perdu un peu d'oxygène, et c'est pour cette raison qu'au lieu d'adopter la formule Pb^3O^7 trouvée expérimentalement, il se rallie à la formule de Drzewiecki Pb^2O^5 pour exprimer la composition de la matière positive chargée.

D'ailleurs, pour vérifier cette hypothèse autrement que par l'analyse chimique, l'auteur compare la capacité massique obtenue en faisant décharger une petite plaque positive renfermant un poids connu de matière active à celle que donne la théorie en supposant que la matière chargée est un des oxydes supérieurs Pb^4O^9, Pb^3O^7 ou Pb^2O^5 se réduisant en PbO^2 à la décharge.

L'expérience ayant montré qu'il faut 7,86 g de matière active pour 1 A-h alors que la théorie indique 9,3 g pour l'oxyde Pb^2O^5 se réduisant en PbO^2, l'auteur en déduit que l'accord est satisfaisant et qu'il faut attribuer à la matière active positive chargée la composition Pb^2O^5 et à la matière déchargée la composition PbO^2.

Le raisonnement serait admissible si la totalité de la matière active était susceptible de travailler pendant la décharge suivant l'équation précédente de Drzewiecki, en un mot si le coefficient d'utilisation de la matière active positive était égal à l'unité. Malheureusement, c'est là une hypothèse toute gratuite.

On sait qu'en admettant pour l'action chimique de la décharge à la positive la transformation du peroxyde de plomb en sulfate de plomb, le coefficient d'utilisation de la matière active, très variable avec les conditions de

(1) *Revue générale de l'Électricité*, janvier 1917, t. 1, p. 10.

Digitized by Google

la décharge (et particulièrement avec l'épaisseur sous laquelle la matière doit travailler et le régime de décharge), n'atteint qu'exceptionnellement et dans les conditions les plus favorables la valeur 0,6 à 0,7.

Indépendamment de toute hypothèse sur les réactions chimiques, on peut dire que, dans les conditions de l'essai effectué par Ch. Féry (plaquette de matière de 4 mm d'épaisseur), le coefficient d'utilisation doit être très inférieur à l'unité.

Or il faudrait qu'il fût égal à $9,3 : 7,86 = 1,183$ pour admettre à la décharge la transformation de Pb^2O^5 en PbO^2. Quant à justifier la différence entre 1,183 et une valeur très inférieure à l'unité par la présence des corps oxygénés tels que l'acide persulfurique, l'eau oxygénée et l'ozone produits par l'électrolyse de l'acide sulfurique pendant la charge, il n'y faut pas songer, ces corps n'existant qu'à l'état de traces dans la matière active.

Enfin, pour faire accorder la force électromotrice mesurée de l'accumulateur au plomb avec la force électromotrice calculée d'après les chaleurs de réaction, Ch. Féry admet que la réduction de Pb^2O^5 en PbO^2 se fait avec un dégagement de chaleur de 15 430 calories, cette valeur étant calculée par la différence entre la chaleur correspondant à la force électromotrice mesurée et la chaleur dégagée à la négative par le passage du plomb spongieux à l'état de sulfate de plomb.

Bien que la réduction d'un oxyde supérieur en un oxyde inférieur ne dégage pas en général de chaleur mais en absorbe, il y a cependant quelques exceptions et on ne pourrait s'étonner que la réduction actuelle en fût une. Mais ceci ne peut pas être admis a priori et la démonstration expérimentale reste à faire.

En résumé, si l'on fait abstraction de toute hypothèse pour ne retenir que les faits expérimentaux des recherches de Ch. Féry, il ne reste qu'un point, c'est que l'auteur a trouvé, pour la matière active positive chargée, une proportion d'oxygène actif supérieure à celle qui correspond au peroxyde PbO^2.

Il serait intéressant de connaître si cette quantité supplémentaire d'oxygène actif ne provient pas tout simplement des corps suroxygénés de l'électrolyse : acide persulfurique, eau oxygénée et ozone qui peuvent se produire en petites quantités dans la matière active positive chargée.

Sinon, il faudrait admettre que, dans certaines conditions particulières de charge, il peut se produire un oxyde supérieur à PbO^2. Cependant, nous ne pensons pas que ce soit là un cas normal car, dans de nombreuses expériences sur des plaques positives en fonctionnement régulier, nous avons toujours trouvé qu'après la charge la proportion d'oxygène actif, par rapport au plomb, était un peu inférieure à celle correspondant au peroxyde, c'est-à-dire qu'à côté de cet oxyde PbO^2, il y avait toujours une petite proportion (quelquefois près de 10 pour 100) du plomb à l'état d'oxyde inférieur PbO et de sulfate de plomb SO^4Pb.

Quoi qu'il en soit de cette possibilité d'obtenir, dans certains cas, un oxyde supérieur au peroxyde de plomb, ce que nous ne pouvons pas accepter, c'est la théorie de la réduction de Pb^2O^5 en PbO^2 pendant la décharge et la réaction inverse pendant la charge. Cette théorie ne repose que sur des hypothèses et est contraire aux faits expérimentaux.

Il est indéniable, en effet, que, pendant la décharge, la matière active positive absorbe de l'acide sulfurique, sous forme de sulfate de plomb. De nombreux essais nous ont toujours montré une concordance très satisfaisante entre la quantité de plomb correspondant au peroxyde de plomb réduit pendant la décharge et celle qui correspondait au sulfate de plomb formé pendant cette même décharge.

Le seul point qui n'ait pas encore reçu une confirmation expérimentale absolue, c'est l'absorption, pendant la décharge sous forme de sulfate de plomb à la positive, de 1,83 g SO^4H^2 par ampère-heure, suivant la théorie de la double sulfatation.

Par l'analyse des matières actives, on trouve des chiffres qui s'en rapprochent, mais restent toujours inférieurs. C'est qu'il est très difficile d'obtenir une prise d'échantillon représentant la composition moyenne de toute la matière active de la plaque. Quand on détache des pastilles ou des fragments de pastille, on laisse toujours la matière adhérente au support, c'est-à-dire la matière qui a le plus travaillé pendant la décharge. C'est ainsi qu'on trouve une proportion de sulfate de plomb inférieure à la proportion réelle. Pour lever cette difficulté, il faudrait soumettre à l'analyse la plaque entière sur laquelle on a fait la décharge.

Un autre mode de détermination de l'acide sulfurique engagé pendant la décharge consiste à mesurer la variation de concentration de l'électrolyte avant et après la décharge. Dans ce cas, on doit obtenir d'après la double sulfatation, une absorption en décharge de 3,65 g H^2SO^4 par ampère-heure puisqu'on ne fait pas la séparation des deux électrodes. Si cette valeur était vérifiée par expérience, cela indiquerait bien une absorption de 1,83 g de H^2SO^4 par ampère-heure, à la positive puisque la sulfatation de la négative a été démontrée et n'est plus en discussion.

Dans cette épreuve expérimentale, on a également trouvé le plus souvent des chiffres s'approchant de 3,65 g par ampère-heure, mais toujours au-dessous. C'est qu'il est très difficile de connaître exactement la quantité totale d'acide sulfurique dans un élément à cause de la partie qui se trouve dans les pores des matières actives. Pourtant on peut y parvenir. Mais la plus grande difficulté vient de ce que, à la fin de la charge et surtout à la fin de la décharge, les concentrations d'acide ne sont pas les mêmes dans l'électrolyte libre et dans les parties de l'électrolyte qui occupent les pores des matières actives.

C'est pour cette raison que différents auteurs ont trouvé des chiffres se rapprochant d'autant plus de 3,65 g par ampère-heure que l'intensité de décharge est plus faible. C'est en effet dans ces conditions que la diffusion de l'acide se fait le mieux et que l'erreur due à la concentration plus faible de l'acide dans les pores a le moins d'importance relative puisque la concentration

Digitized by Google

de l'électrolyte libre a subi la plus grande variation.

Personnellement, en prenant toutes les précautions nécessaires, nous avons souvent mesuré une consommation de 3,5 à 3,6 g par ampère-heure.

Il y a d'ailleurs bien d'autres preuves de la sulfatation de la positive. Comment, par exemple, expliquerait-on sans elle la variation du potentiel de l'anode en fonction de la concentration de l'acide sulfurique dans l'accumulateur au plomb? Or il est prouvé que cette variation est plutôt supérieure à celle de la cathode dont on ne nie plus la sulfatation.

En résumé, nous dirons ici que, s'il est très désirable, dans le but de lever les derniers doutes, que des essais précis soient entrepris, en tenant compte des observations précédentes, pour vérifier par l'analyse chimique que la positive se sulfate bien suivant la théorie de la double sulfatation, cette théorie reste pour nous celle qui résume le mieux tous les faits d'expériences et les observations des différents auteurs sur l'accumulateur au plomb.

(*A suivre.*)

L. JUMAU.

Revues, analyses et informations

Sur les origines du développement de nos connaissances en électricité atmosphérique.

Ainsi que nous l'annoncions dans un précédent numéro, M. B. CHAUVEAU a fait, à la séance du 15 juin de la Société française de Physique, une communication sur ce sujet; nous en reproduisons ci-dessous le résumé :

En traitant cette question, M. Chauveau se propose surtout de montrer que, par une sorte de fatalité qui semble peser depuis l'origine sur cette branche de la science, l'oubli prématuré des découvertes et de leurs auteurs a été de tout temps un obstacle aux progrès.

A ce point de vue, il cherche à remettre en lumière quelques-uns de ces noms injustement oubliés, quelques-unes de ces découvertes dont le temps a trop rapidement effacé l'importance et qui parfois ne nous sont transmises que dénaturées.

1. *Dalibard* et l'expérience de Marly-la-Ville (10 mai 1752) (électricité des nuages orageux).

2. *Lemonnier* et les expériences de Saint-Germain (juin à octobre 1752) (électricité de beau temps).

A propos du premier, il est bon de signaler que le *carillon électrique*, comme avertisseur pour les appareils d'observation des orages, est de lui et non de Franklin; à propos du second, que le dispositif connu et longtemps employé sous le nom de *fil explorateur de Beccaria* lui appartient en principe et en fait.

Dalibard, ami et collaborateur de Buffon, était botaniste; le premier appareil fixe d'observation fut installé par lui, après l'expérience de Marly et sur la demande de Buffon, au Jardin du Roi, où Lemonnier, médecin, excellent physicien et, lui aussi, botaniste, devait quelques années plus tard succéder à de Jussieu. Si l'on devait songer un jour à rendre à ces deux ancêtres en électricité atmosphérique la justice qui leur est due (comme cela fut fait, il y a quelques années, pour *de Romas*), il semble que le Muséum pourrait en revendiquer l'honneur.

3. *Beccaria*, le grand observateur italien, sur les travaux duquel (1753-1775) W. Thomson porta jadis un jugement si élogieux.

4. *De Saussure*, dont l'œuvre capitale, non seulement au point de vue des observations et des lois du phénomène, mais encore, et surtout, au point de vue des méthodes et des procédés d'observations, ne nous apparaît plus avec sa véritable valeur.

C'est ainsi que son électromètre est partout inexactement décrit et que l'usage qu'il en faisait, suivant une méthode de *conducteur mobile*, véritable et belle découverte (1785) dont l'auteur ne dissimule pas la satisfaction qu'elle lui causa, paraît complètement oublié.

C'est dans le beau livre de de Saussure, les *Voyages dans les Alpes*, qu'il faut aller chercher aujourd'hui des notions exactes sur des travaux qui devraient être classiques et qui sont à la base de tout ce qui a été fait depuis.

5. *Erman*, physicien allemand, auquel on doit cette idée, très hardie pour une époque (1803) où l'existence d'une électricité positive de l'air, couverte de la haute autorité de Volta, ne semblait pas pouvoir être mise en doute, que tous les phénomènes peuvent s'expliquer, sans rien préjuger sur la présence d'électricité dans l'air, par les seuls effets d'une électrisation négative de la surface du sol.

6. L'idée d'Erman, formulée avec une grande réserve malgré les ingénieuses expériences qui la justifiaient, fut aussitôt oubliée. Elle devait être reprise trente-cinq ans plus tard, et magistralement développée par *Peltier* qui, sans rendre suffisamment justice à son auteur, en fit, sous la forme de l'*hypothèse* d'une charge négative originelle et permanente du globe terrestre (sol et atmosphère), la base de l'admirable ensemble de ses travaux en électricité atmosphérique (1840).

Oublié à son tour, Peltier fut remis en honneur par W. Thomson (1860). Le grand physicien anglais, après avoir écarté tout d'abord l'hypothèse de Peltier qui lui semblait inconciliable avec la conductibilité, alors admise, du vide des espaces célestes, s'y ralliait plus tard (1874), quand la possibilité de cette objection eut été écartée, comme à l'hypothèse la mieux adaptée à l'interprétation des faits connus.

Quant à la *théorie* magistrale que Peltier avait édifiée sur cette base et que les résultats des expériences en ballon devaient par la suite infirmer, c'est sous le nom d'un autre que sa condamnation fut prononcée, sous le nom d'*Exner*, qui, dans une série de mémoires, non sans grand intérêt (1886-1888), n'avait fait que donner une forme quantitative à la théorie de Peltier, sans paraître s'en apercevoir.

Comme conclusion, on pourrait exprimer le désir que, dans cette branche de la science comme dans les autres, et sous le couvert d'une autorité suffisante, une tradition s'établisse enfin qui s'oppose à la transmission de livre en livre d'erreurs, de lacunes ou d'oublis regrettables, qui permette à chacun, sans recherches spéciales, de situer exactement, dans le temps et dans la renommée, les découvertes et les noms qui jalonnent les premières étapes de la voie ouverte par les expériences de Marly-la-Ville et de Saint-Germain.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

La distribution d'électricité et d'eau de la ville de Tananarive (Suite et fin).

La distribution de l'énergie électrique de la ville de Tananarive étudiée dans le précédent numéro de la R. G. E. a été complétée par une distribution d'eau dont nous donnons une description détaillée. La différence de niveau entre les quartiers de Tananarive a nécessité une distribution étagée à réservoirs intermédiaires avec une station de pompage située à l'étage moyen. L'usine élévatoire principale située près du lac de Mandrosiza est alimentée en énergie électrique par une dérivation sur la ligne principale de transport d'énergie amenant le courant à Tananarive.

II. — DISTRIBUTION D'EAU

L'établissement d'une distribution d'eau dans la ville de Tananarive, perchée sur un mamelon accidenté qui domine la plaine environnante de près de 200 m, présentait des difficultés considérables, et plusieurs projets furent successivement examinés.

Le premier projet consistait à dériver jusqu'à Tananarive les eaux de source du massif d'Anjeva, situé à une quinzaine de kilomètres de Tananarive.

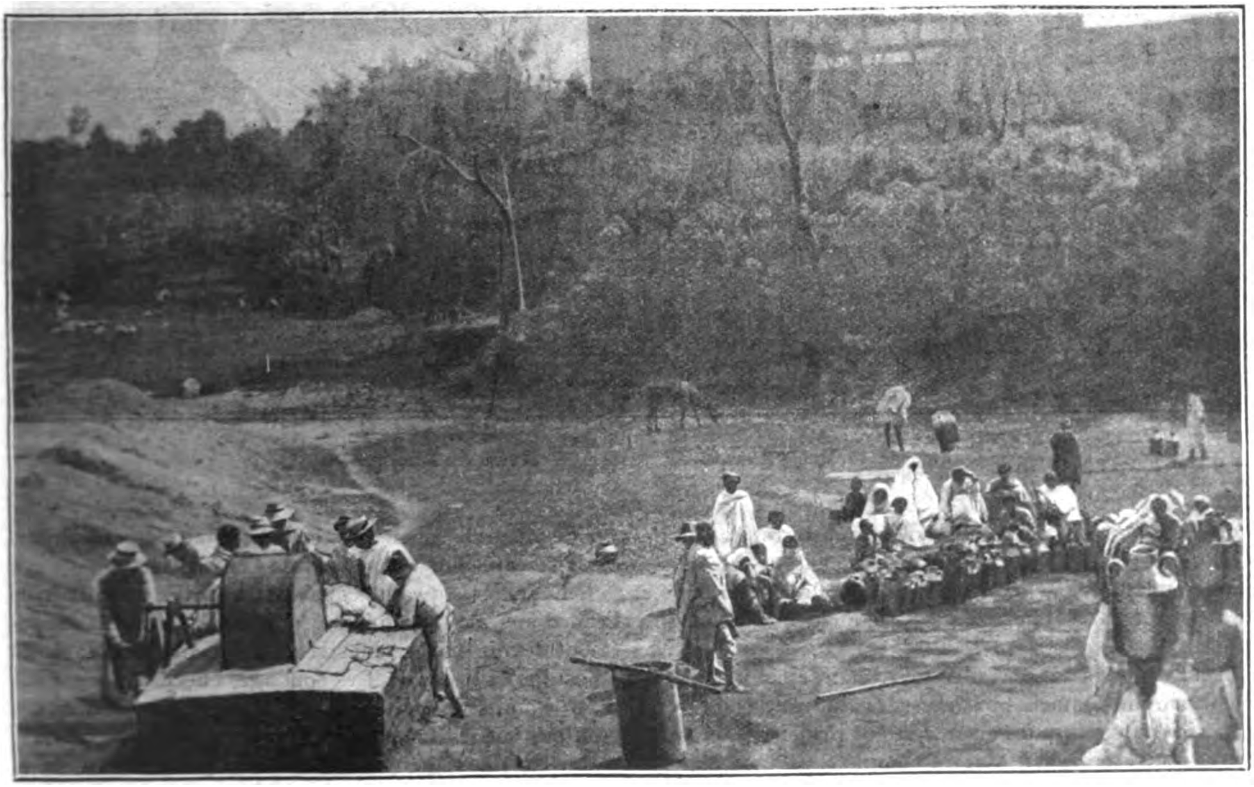


Fig. 17. — Ancienne pompe de Tananarive avant l'établissement de la distribution d'eau.

Le mot « source » éveillant tout de suite dans l'esprit du consommateur une impression de limpidité, de pureté et fraicheur, ce projet aurait évidemment réuni tous les suffrages de l'opinion publique.

Mais, d'une part, les eaux considérées sortent d'un massif non boisé et sont loin d'avoir la fraicheur habi-

Digitized by Google

tuelle des eaux de source, et, d'autre part, si leur débit maximum de 2 000 m³ : j en saison sèche pouvait répondre à la consommation du début, il paraissait absolument insuffisant pour les besoins futurs de la ville.

Les derniers recensements effectués indiquent pour Tananarive une population de 60 000 habitants qui auraient ainsi pu disposer, pour le service public et privé d'une moyenne de 30 litres par habitant et par jour. Bien que tous les hygiénistes soient d'accord pour le trouver trop faible, ce chiffre aurait été néanmoins suffisant pour quelque temps encore, puisque, après cinq années de fonctionnement du service d'eau, il n'est pas encore atteint, bien que de 180 bornes-fontaines mises jour et nuit à la disposition du public aient été installées dans toutes les rues de Tananarive.

C'est que, par suite d'habitudes ancestrales, l'indigène tananarivien est économe de l'eau que les porteurs d'eau allaient autrefois chercher très loin, au pied de la montagne, dans des trous pompeusement baptisés « sources » et où ils remplissaient à grand'peine, d'une eau rougeâtre et fangeuse, les cruches qu'ils rapportaient ensuite sur la tête ou sur l'épaule dans les quartiers élevés (fig. 17).

Mais on aurait eu tort de spéculer sur ces habitudes d'économie, habitudes qui devaient disparaître peu à peu avec les améliorations hygiéniques de la vie indigène, et dont la persistance aurait été la négation de notre rôle

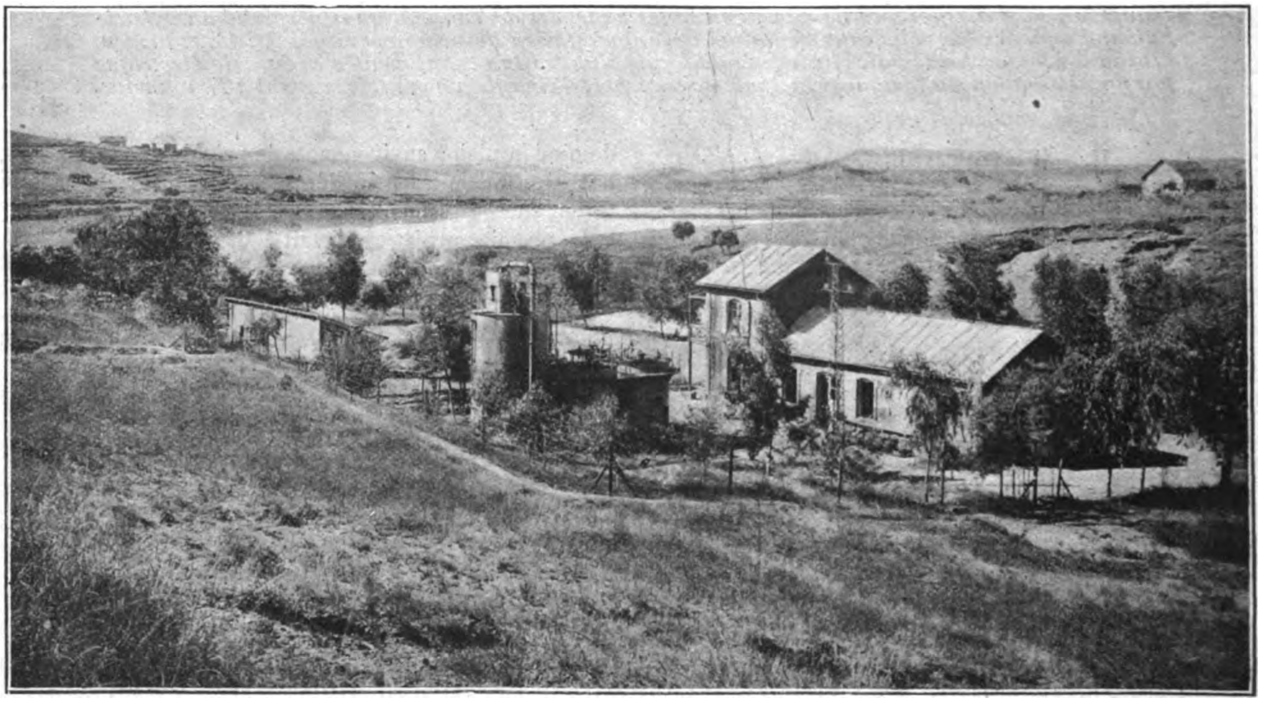


Fig. 18. — Vue générale de l'usine élévatoire de Mandrosiza.

de civilisateurs. Il y a d'ailleurs déjà un progrès considérable dans ce sens, puisque la consommation moyenne totale par jour et par habitant, qui a été de 12 l en 1911, est passée à 16,5 l en 1912, 20 l en 1913 et 23,5 l en 1914.

Le produit des sources d'Anjeva, étant ainsi limité, et constituant un obstacle sérieux aux améliorations futures de la vie économique à Tananarive, ce projet ne pouvait être exécuté, ou aurait dû être complété par une distribution d'eau de rivière pour les besoins du service public.

Mais si une solution de ce genre, qui d'ailleurs ne donne pas toute satisfaction au point de vue de l'hygiène, en laissant à la portée des enfants ou des indigènes qui sont de grands enfants, une eau non épurée, a pu être appliquée à une ville aussi riche que Paris, il n'en était pas de même à Tananarive où elle n'était pas en rapport avec les capacités financières de l'entreprise.

Un deuxième projet consistait à élever dans la ville l'eau d'une nappe aquifère, que des géologues supposaient devoir exister dans la vallée d'Ambanidia, située à l'est de Tananarive. Des sondages effectués dans différents points de cette vallée, n'ayant pas donné des résultats satisfaisants, ce projet ne fut pas poursuivi.

Le troisième projet consistait à puiser l'eau de la rivière voisine de Tananarive, l'Ikopa, en un point situé en amont de la ville, et à élever cette eau dans le réseau de distribution après une épuration suffisante.

Ce projet, ménageant l'avenir puisqu'il permettait toutes les extensions possibles, donnant satisfaction à toutes les exigences de l'hygiène grâce à l'efficacité des nombreux procédés d'épuration dans lesquels il suffisait

Digitized by Google

de choisir, employant un mode d'alimentation devenu classique puisqu'il a été adopté dans les principales villes du monde : Londres, Pétrograd, Varsovie, Berlin, Hambourg,... Paris lui-même pour obvier en été à la pénurie de ses eaux de source, était le plus raisonnable et c'est celui qui a été imposé par l'Administration à la Compagnie concessionnaire et exécuté.

Sur la rive droite de l'Ikopa, à 4 km en amont de Tananarive se trouve une dépression, autrefois en communication directe avec la rivière, mais qui est aujourd'hui séparée par une digue sur laquelle on a établi la plate-forme du chemin de fer de Tananarive à Tamatave.

Le fond de cette dépression constitue le lac Mandrosiza, d'une superficie de 50 hectares environ et qui est alimenté, en partie par les eaux superficielles affluentes, en partie aussi sans doute par des eaux d'infiltration, et qui peut être mis en communication avec l'Ikopa, par une vanne ménagée par le service des Travaux publics dans la digue du chemin de fer au moment de sa construction.

De nombreuses analyses chimiques et bactériologiques effectuées par l'éminent directeur de l'Institut Pasteur le Dr Salvat ayant démontré que l'eau du lac était préférable à celle de la rivière qui, au moment des crues de la saison pluvieuse, charrie d'énormes quantités de terre rouge, que cette eau à l'état brut se classe déjà dans les eaux potables, il était tout naturel de reporter la prise d'eau dans le lac, sur la rive opposée à l'Ikopa en utilisant ainsi, de la façon la plus heureuse, le lac comme un immense décanteur naturel.

L'usine d'élévation et de filtration des eaux fut donc établie sur la rive nord du lac Mandrosiza, à environ 4 km du centre de la distribution, et comprend, d'une part, l'installation filtrante, et, d'autre part, la salle des machines et pompes (fig. 18).

Ces installations diverses ont été effectuées pour pouvoir, en 24 heures, traiter et élever un volume de 3 000 m³ d'eau, et toute la machinerie a été établie avec unités de réserve et en ménageant partout la possibilité d'extensions futures.

La prise d'eau, se fait au lac, par un canal d'environ 100 m, constitué à sa naissance par des digues gazonnées, puis par des parois en maçonnerie, qui aboutissent à un puisard également maçonné où plongent les conduites d'aspiration des pompes d'eau brute, qui aspirent l'eau du lac et la refoulent dans l'installation filtrante.

L'installation filtrante est d'un système à filtration rapide, avec traitement au sulfate d'aluminium, du type bien connu de la maison Desrumaux et qui a fait ses preuves dans de nombreuses villes européennes ou coloniales.

Le sulfate d'aluminium employé comme coagulant à la dose de 10 à 20 g : m³ se décompose en présence des sels de calcium contenus dans l'eau en formant une faible quantité de sulfate de calcium soluble, qui s'ajoute à celui de l'eau et met en liberté l'alumine qui se combine avec les matières organiques, pour produire un précipité insoluble, floconneux, qui englobe les particules solides en même temps que la presque totalité des microorganismes et qui est retenu par la couche filtrante.

Le sulfate d'aluminium, sel inoffensif par lui-même, se trouve donc par surcroît entièrement éliminé, de sorte qu'il ne laisse après lui dans l'eau purifiée, aucun élément nuisible ou seulement susceptible d'altérer ou de modifier le goût de celle-ci.

L'eau du lac ne renferme, comme toutes les eaux du plateau central de Madagascar, qu'une quantité infime de sels calcaires, son degré hydrotimétrique total est de

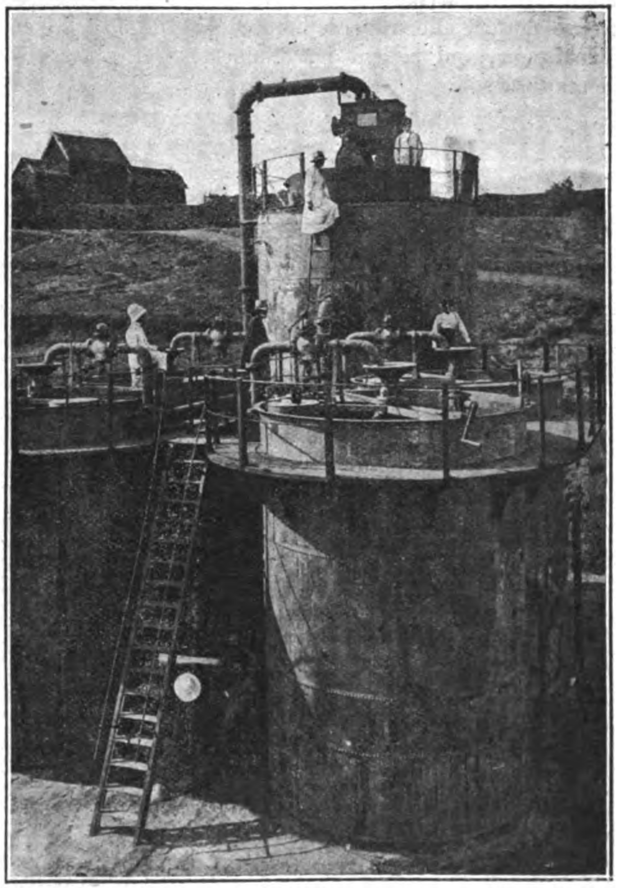


Fig. 19. — Usine élévatoire de Mandrosiza, installation filtrante.

1°5 ; on ajoute préalablement à l'eau une légère quantité de chlorure de calcium, à la dose de 2 ou 3 g : m³ et qui a pour but de favoriser la décomposition du sulfate d'aluminium et de renforcer, grâce au chlore, l'épuration générale.

Cette addition n'a donc que des avantages puisqu'il en résulte un accroissement du degré d'épuration et une très légère augmentation du degré hydrotimétrique.

L'eau à traiter venant du lac est déversée à la partie supérieure de l'installation sur une petite roue à aubes qu'elle met en mouvement et d'où elle tombe dans un cylindre mélangeur, en même temps que les solutions de sulfate d'aluminium et de chlorure de calcium, avec les-

Digitized by Google

quelles elle est intimement mélangée grâce à un agitateur mécanique commandé par la roue.

Ces solutions sont contenues dans des bacs munis de doseurs automatiques, commandés également par la roue hydraulique et dont, par suite, le débit, proportionnel au nombre de tours de la roue, l'est également au volume d'eau à traiter.

L'eau ainsi mélangée avec les réactifs arrive à la partie inférieure d'un décanteur dégrossisseur, formé d'un grand cylindre de 4 m de diamètre sur 6,50 m de haut, qu'elle parcourt de bas en haut et à la partie supérieure duquel elle traverse une couche de 30 à 40 cm d'épaisseur, qui retient les impuretés les plus grossières (fig. 19).

A ce moment, la décomposition du sulfate d'aluminium est effectuée et l'eau contenant l'alumine à l'état floconneux est dirigée sur les filtres, où elle traverse une épaisse couche de sable fin et d'où elle sort absolument limpide, pour aller, par une canalisation souterraine, au réservoir d'eau filtrée situé au-dessous de la salle des machines et des pompes.

Les filtres, au nombre de 4, sont constitués par des cylindres métalliques de 3 m de diamètre sur 4,50 m de hauteur, dont la partie inférieure est terminée par un tronc de cône renversé sur lequel est branchée la canalisation d'eau filtrée et dont la grande base est une cloison perforée servant de support à la couche de sable de 0,90 m d'épaisseur.

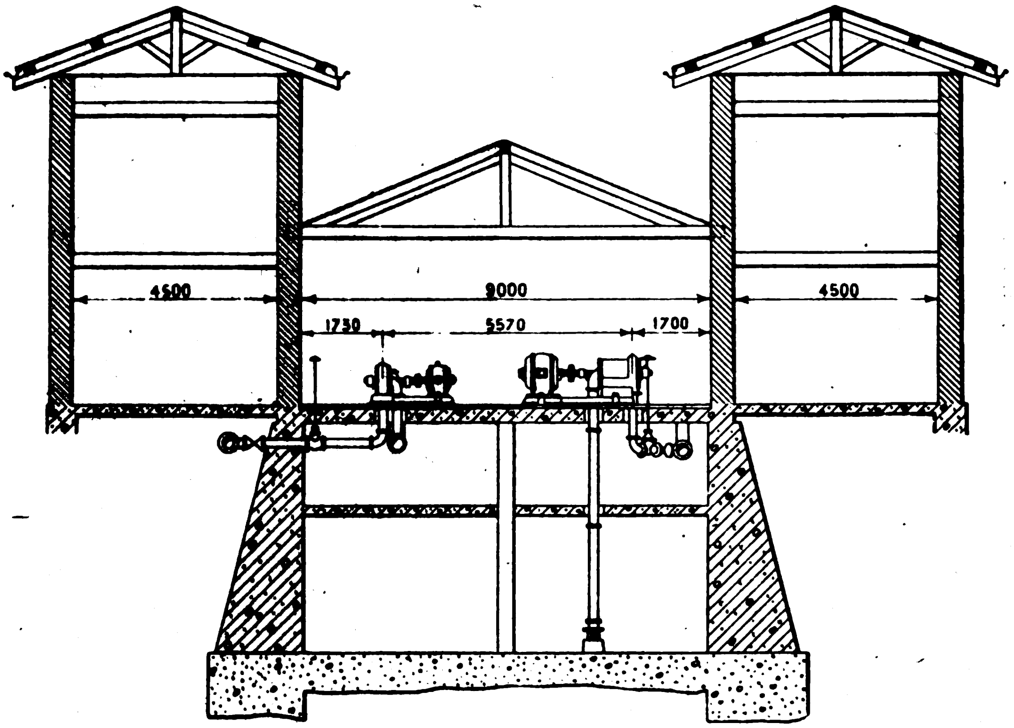


Fig. 20. — Coupe en travers de l'usine élévatoire de Mandrosiza.

Au fur et à mesure que les filtres fonctionnent, il se forme à la surface de la couche filtrante un dépôt qui va en s'épaississant et qui, au bout d'un temps plus ou moins long suivant l'état de l'eau brute, arrive à intercepter totalement le passage de l'eau.

Il faut donc nettoyer la couche filtrante lorsque le débit d'un filtre est trop diminué. Cette opération se fait très facilement en renversant, au moyen de vannes, le sens du passage de l'eau dans la couche filtrante ; un mélange d'eau et d'air injecté en même temps, au-dessous de cette couche, produit dans la masse un brassage énergique et disloque les boues et dépôts en les entraînant.

L'usine élévatoire comprend un grand bâtiment, sans étage, en maçonnerie de 16 m de long sur 8 m de large et dont une partie, isolée de la salle des machines proprement dite par des cloisons en métal déployé, renferme tous les appareils à haute tension.

L'usine possède un sous-sol dans lequel passent les différentes canalisations d'eau et d'électricité, et le réservoir d'eau filtrée, d'une contenance de 100 m³, est placé directement au-dessous des pompes de refoulement.

La force motrice nécessaire à l'usine est fournie par une dérivation prise sur la ligne à 2 000 v et dont la longueur est d'environ un kilomètre.

L'arrivée de la ligne haute tension se fait exactement de la même façon qu'à l'usine génératrice et à la sous-station de Tananarive et comprend les mêmes appareils de protection.

Le courant basse tension est fourni par 2 transformateurs triphasés de 175 kw chacun, renfermés dans des bacs à huile et de rapport 20 000/220 v.

Le tableau de distribution, en marbre blanc, com-

Digitized by Google

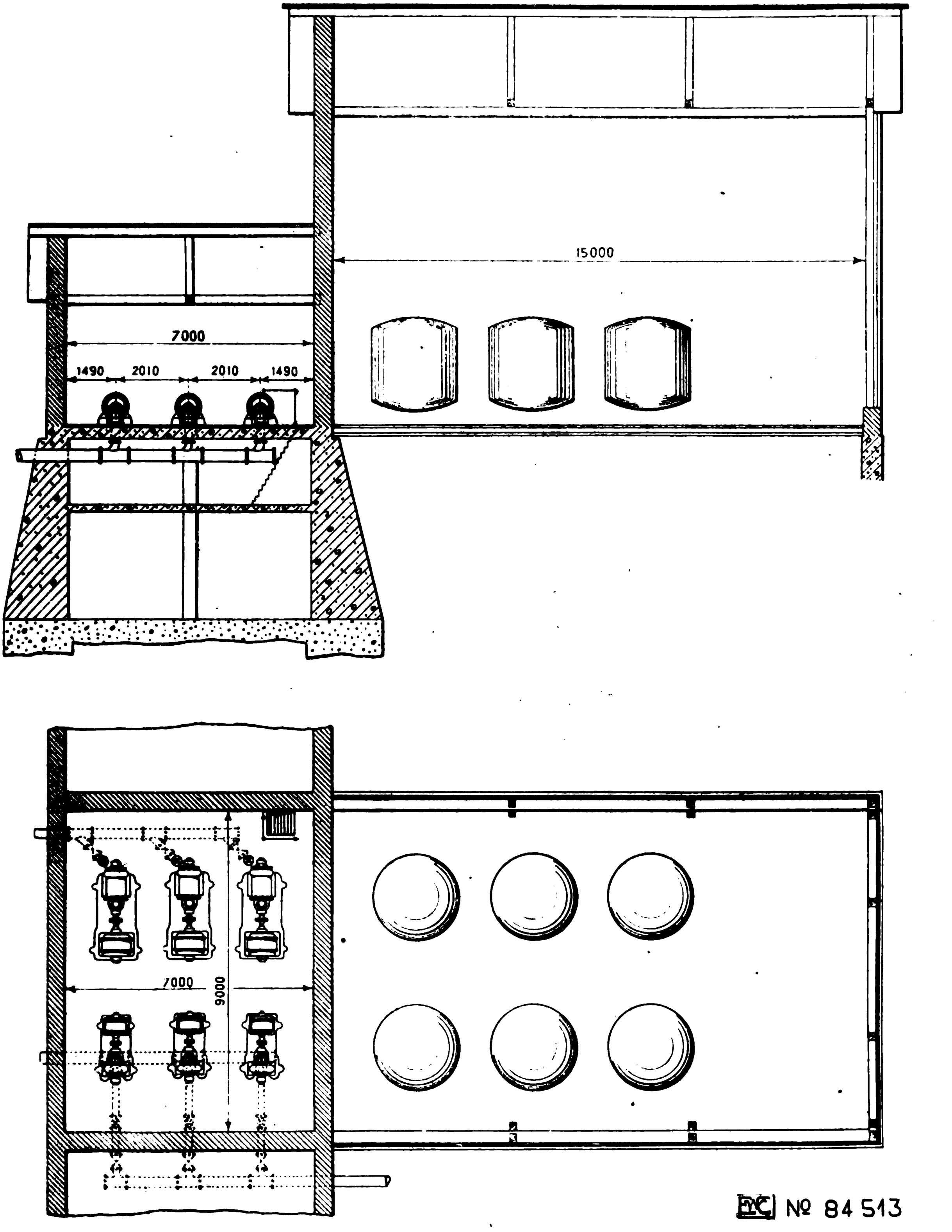


Fig. 20 *bis*. — Plan et coupe de l'usine élévatoire de Mandrosiza.

Digitized by Google

porte tous les appareils de contrôle et de mesures nécessaires ainsi que des disjoncteurs automatiques.

L'élévation de l'eau brute sur l'installation filtrante est assurée par 2 turbo-pompes à haute pression pouvant élever chacune 35 litres d'eau par seconde à 38 m de hauteur et directement accouplées à des moteurs électriques de 38 ch; l'eau filtrée est refoulée par 2 turbo-pompes du même modèle, susceptibles d'élever 35 l : sec à 150 m de hauteur et accouplées à des moteurs de 120 ch.

Des dispositions ont été prises pour l'installation future facile d'un troisième groupe moto-pompe, aussi bien pour l'eau brute que pour l'eau filtrée. Les pompes centrifuges sont de la maison Escher Wyss, de Zurich et les moteurs de la Société Westinghouse, du Havre (fig. 20 et 21).

Ces derniers sont des moteurs asynchrones tournant à 1 440 t : min, à rotor en cage d'écureuil et dont le démarrage progressif est réalisé par la transformation du montage des connexions du stator.

La salle des machines comprend encore un compresseur d'air commandé par un moteur électrique de 6 ch et qui comprime, dans un réservoir en tôle, l'air destiné à venir en aide au nettoyage des filtres à sable.

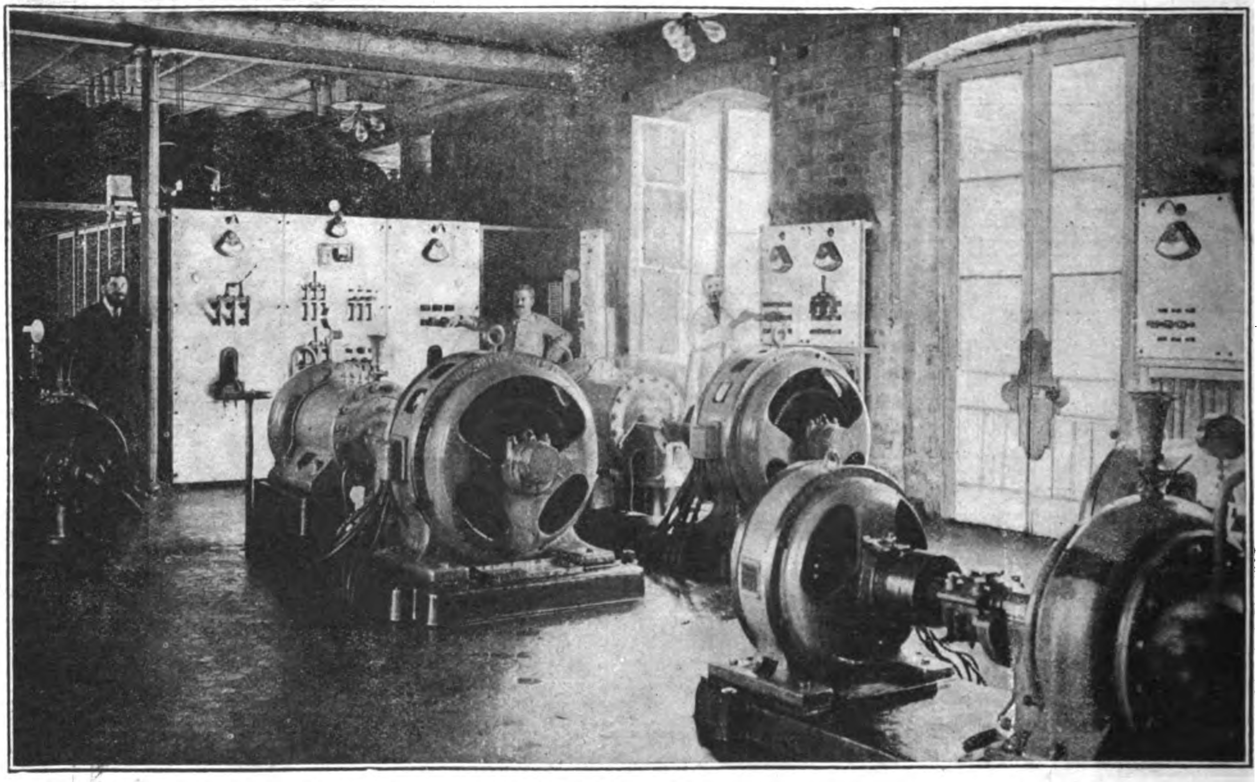


Fig. 21. — Vue intérieure de l'usine élévatoire de Mandrosiza, pompes Escher Wyss et Cie et moteurs Westinghouse.

Dans un bâtiment annexe de la salle des machines est installé un atelier de réparation et au-dessus de cet atelier le logement du contremaître de l'usine.

Les ordres de mise en marche ou d'arrêt de l'usine élévatoire sont donnés par téléphone de la sous-station de Tananarive à laquelle l'usine de Mandrosiza se trouve reliée par une dérivation sur le circuit téléphonique principal, de Tananarive à Antelomita.

L'eau filtrée, aspirée dans le réservoir à la cote 1 268, est refoulée à Tananarive à la cote 1 396, au moyen de deux conduites absolument indépendantes de 0,250 m de diamètre et de 3,500 km de longueur.

Dans les points hauts, ces conduites ont été munies de ventouses permettant le dégagement automatique de l'air entraîné et dans les points bas de vannes de vidange.

Par suite de la grande différence de niveau entre les différents quartiers de Tananarive, il était impossible de songer à une distribution unique qui, dans les quartiers inférieurs, aurait conduit à une pression de 19 atmosphères, pression absolument exagérée et avec laquelle il aurait été impossible de songer de desservir les immeubles.

On fut donc naturellement amené à une distribution étagée et trois réseaux furent installés, alimentés chacun par un réservoir de dimensions variables suivant l'importance des quartiers desservis et déterminant encore, dans les parties inférieures de chaque distribution, une pression de 7 à 9 atmosphères. Chaque réservoir est divisé en deux compartiments indépendants pour permettre les nettoyages et les réparations, la maçonnerie

Digitized by Google

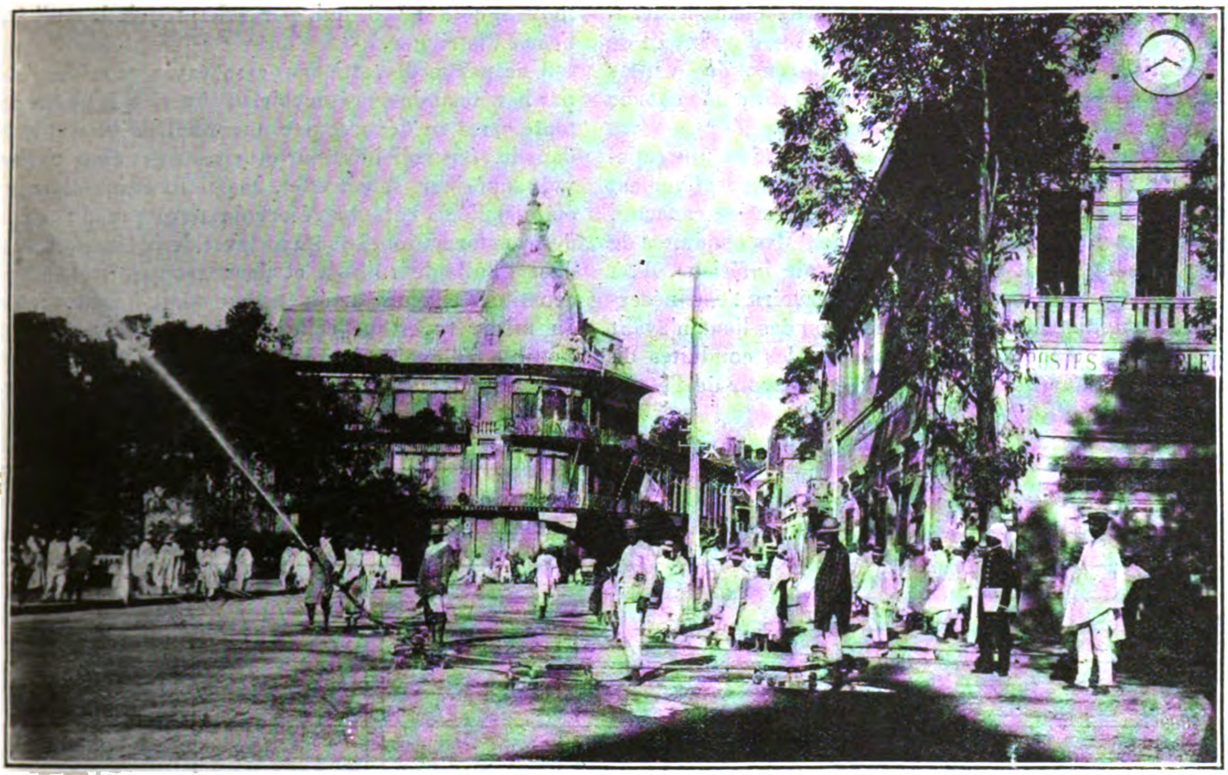


Fig. 22. — Place Colbert, arrosage moderne.

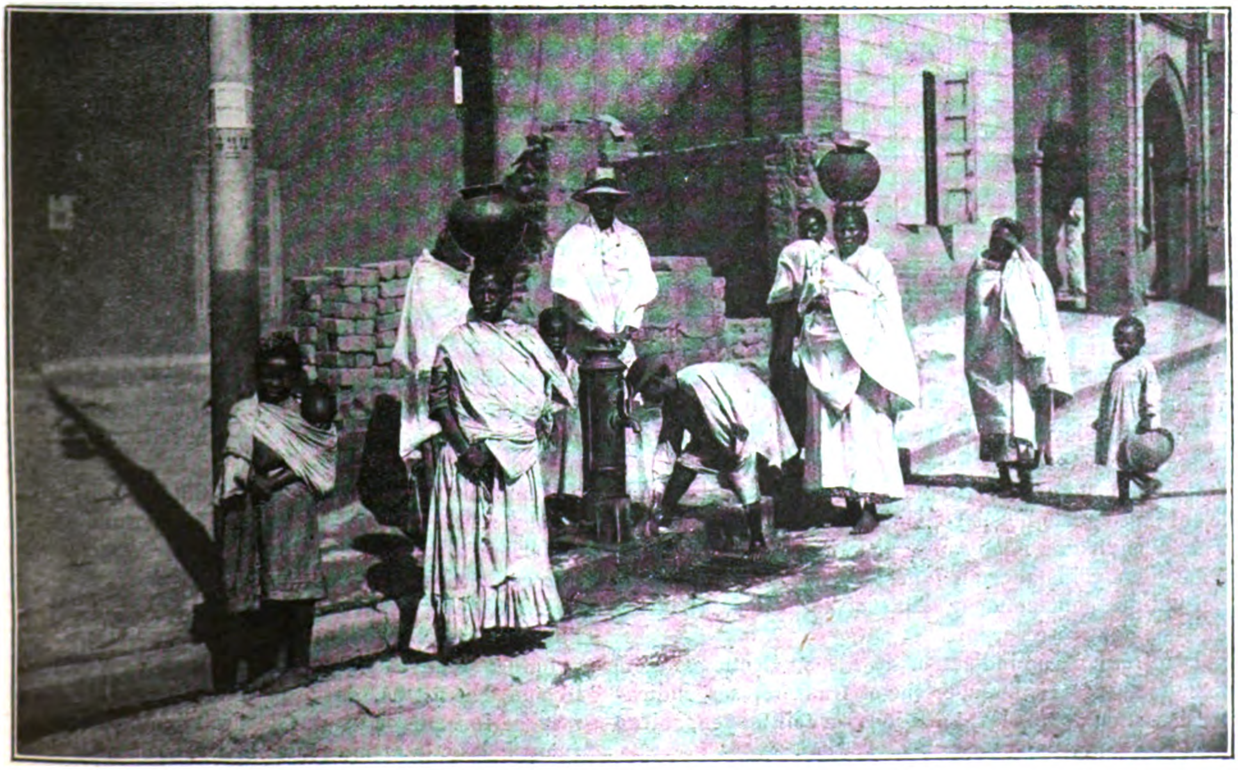


Fig. 23. — Borne-fontaine et porteuses d'eau à Tananarive.

Digitized by Google

est en moellons hourdés au mortier de chaux hydraulique ou de ciment et revêtue à l'intérieur d'un induit de ciment lissé. La couverture est formée de voûtes enduites à l'extérieur et elle est recouverte d'une couche de terre gazonnée de 0,60 m d'épaisseur.

Le réservoir inférieur situé à la cote 1 360 a une capacité de 1 100 m³, les deux autres situés respectivement aux cotes 1 396 et 1 454 ont 300 et 100 m³ de capacité. Logiquement, le point d'aboutissement des conduites de refoulement aurait dû être le réservoir inférieur, d'où on aurait élevé dans les autres réservoirs l'eau nécessaire à leur distribution. La disposition des lieux n'ayant pas permis d'adopter cette solution, les conduites de refoulement furent dirigées sur le réservoir de l'étage moyen, cote 1 396, qui, par suite, reçoit la totalité de l'eau à distribuer.

Une partie de cette eau, 2/10ᵉ environ, est distribuée par le réseau de ce réservoir, la fraction la plus importante 7/10ᵉ se déverse par une canalisation souterraine dans le réservoir inférieur et le reste est élevé au réservoir supérieur. A cet effet, une petite usine élévatoire a été installée à côté du réservoir et comprend : un poste de transformation 5 000/220 v, avec deux transformateurs dans l'huile de 16 kv-a et deux groupes moto-pompes constitués chacun par une turbo-pompe à haute pression du même type que celles de l'usine élévatoire, susceptible d'élever 9 l : sec à 70 m de hauteur et accouplée directement à un moteur triphasé de 20 ch, à

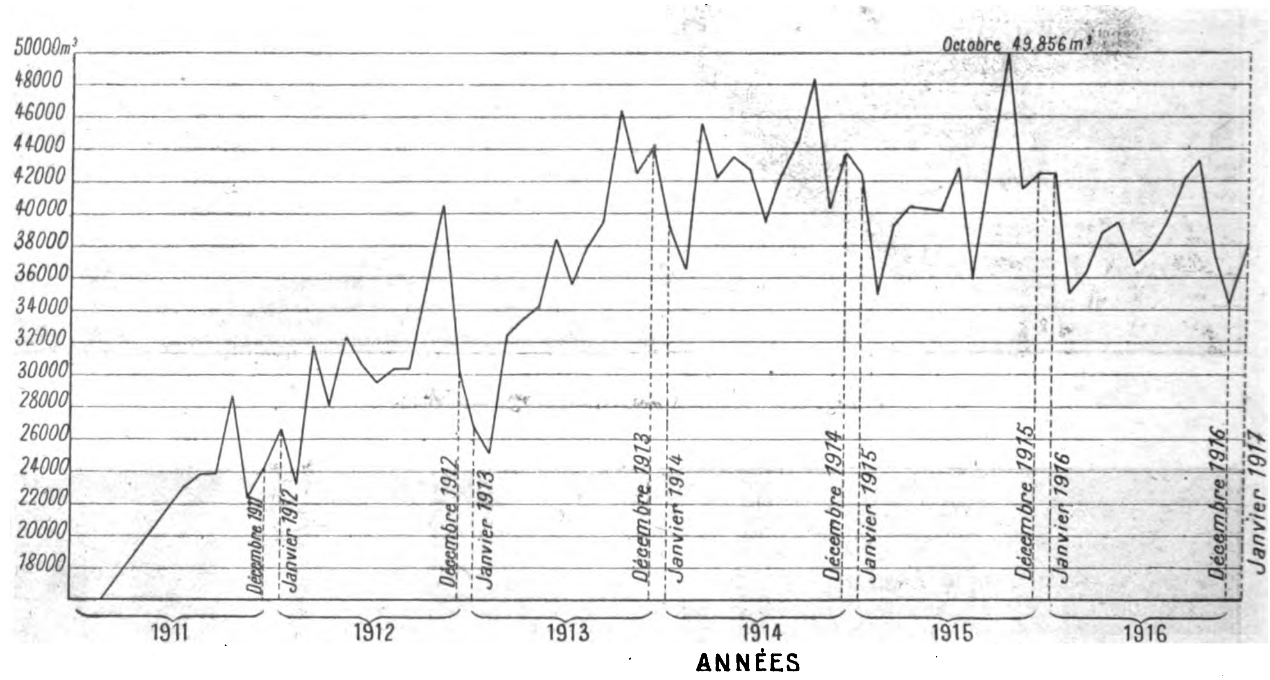


Fig. 24. — Graphique des consommations d'eau.

rotor en cage d'écureuil et tournant à 2900 t : min.

Ce matériel, ainsi que tout l'appareillage accessoire provient également des maisons Escher Wyss et Westinghouse.

Ce poste élévatoire est relié par un circuit téléphonique avec la sous-station de transformation où a été établi un poste de surveillance. Par un hasard heureux, le sol de ce poste de surveillance étant à un niveau inférieur d'environ 2 m au radier du réservoir inférieur, il a été facile d'y installer un tube de niveau avec flotteur, qui indique constamment, d'une façon précise, la hauteur de l'eau dans ce réservoir.

D'autre part, un indicateur de niveau électrique a été installé au réservoir supérieur et transmet ses indications soit au poste élévatoire du réservoir moyen, soit au poste de surveillance de la sous-station.

Dans ces conditions, il est facile de comprendre le fonctionnement de l'alimentation et de la surveillance générale de ces trois réservoirs. L'usine élévatoire de Mandrosiza étant en marche, l'eau remplit d'abord le réservoir de l'étage moyen, et par trop plein de celui-ci, se déverse dans le réservoir inférieur dont le niveau est constamment sous les yeux du surveillant de la sous-station.

En même temps, le mécanicien du poste élévatoire de relais, renseigné par l'indicateur de niveau du réservoir supérieur alimente selon les besoins ce réservoir. Lorsque ce dernier arrive au trop plein ainsi que le réservoir inférieur, le surveillant de la sous-station donne à l'usine élévatoire l'ordre de cesser le refoulement ; on en profite à Mandrosiza, pour effectuer, s'il y a lieu, le nettoyage des filtres, de façon à être prêt à remettre en marche lorsque, le niveau de l'eau dans les réservoirs ayant baissé, le même surveillant ordonnera la mise en marche. On a ainsi un service parfaitement centralisé, et qui fonctionne d'une façon tout à fait régulière malgré la

Digitized by Google

multiplication des réservoirs et des étages de pression, à laquelle il était d'ailleurs impossible de se soustraire.

Dans les trois étages, les conduites de distribution ont été établies, chaque fois qu'il a été possible, en réseaux maillés, dans lesquels la répartition des pressions se fait beaucoup mieux que dans les réseaux ramifiés, et qui assurent au service général une sécurité beaucoup plus grande, des vannes placées aux carrefours, dans chaque direction, permettant facilement, en cas de réparations, le sectionnement de la canalisation, sans un arrêt de la distribution dans les rues voisines. Environ 50 km de canalisations en fonte, principales ou secondaires et dont le diamètre varie de 0,250 m à 0,040 m ont été installés dans le sol de Tananarive. Ainsi que nous l'avons vu, la distribution publique est assurée par 180 bornes-fontaines. Ces bornes-fontaines sont du type « Bayard » dans lequel la force centrifuge déterminée par la rotation d'un plateau manivelle, agit sur deux contre-poids qui en se soulevant, provoquent le soulèvement d'un clapet et l'ouverture de l'orifice d'écoulement.

Ces bornes-fontaines absolument antigaspilleuses puisqu'un effort mécanique et continu est nécessaire pour avoir de l'eau, sont précieuses dans une distribution à très haute pression comme celle de Tananarive, grâce à la suppression totale des coups de bélier, par suite de la fermeture extrêmement progressive de l'orifice (fig. 22 et 23).

Toutes ces bornes sont, en outre, munies d'une bouche d'incendie et 120 autres bouches réparties sous trottoirs dans le voisinage des principaux immeubles civils ou militaires, complètent un service d'incendie qui, grâce à la haute pression de la distribution et à la faible hauteur des maisons tananariviennes, peut, dans la plupart des cas, se passer du concours des pompes spéciales.

Le graphique ci-joint (fig. 24) des consommations d'eau depuis l'origine, jusqu'à ce jour, fait nettement ressortir le développement de l'entreprise.

Jacques DE SOUCY,
Ingénieur-conseil.

Unification des dimensions

Ainsi que nous l'annoncions dans le numéro du 30 juin, t. I, p. 1 002, le Comité électrotechnique français est saisi de la question de l'unification des tensions de production, transmission et distribution. A ce propos, M. Labour a fait remarquer que, dans un but d'unification plus générale, il conviendrait de faire le choix des tensions d'après des séries de nombres établies suivant des conventions logiques pouvant convenir à toute question. Dans l'article ci-dessous, M. Labour expose les conventions que la pratique lui a suggérées et donne le tableau des séries de nombres auxquelles elles conduisent.

L'unification des dimensions présente des avantages multiples dans beaucoup d'industries principalement pour l'exploitation des matériels, pour les approvisionnements des matières premières entrant dans leur fabrication et pour l'organisation des outillages servant à leur construction.

Elle nécessite l'adoption de séries de nombres conventionnels servant, par exemple, à désigner les types de machines qu'on est convenu d'établir ou bien à déterminer les dimensions principales de leurs éléments.

Les types choisis devront donner satisfaction à toutes les demandes, mais on en réduira, autant que possible, la quantité afin d'augmenter plus aisément les qualités de ceux qui auront été conservés comme étant les plus intéressants.

Les besoins pourront changer et s'étendre aussi au delà des limites qu'on avait cru pouvoir leur assigner; il convient donc de choisir les nombres caractéristiques des matériels et de leurs éléments dans des séries qui donneront d'avance d'utiles indications pour déterminer de nouveaux types qui, ultérieurement, pourront être acceptés dans une entente d'unification.

Dans certains cas, les écarts des nombres de la progression permettront avantageusement la conservation des types unifiés lorsque des progrès dans les qualités des matières premières et dans la manière d'employer celles-ci changeront la valeur commerciale des matériels ou lorsque des conditions particulières de leur utilisation justifieront des déclassements.

Les termes des séries adoptées comprendront utilement les mêmes chiffres revenant périodiquement dans les intervalles décimaux 1 — 10 — 100 — 1 000....., pour aider, par exemple, la mémoire des personnes qui auront à les employer fréquemment.

Un industriel déterminera préalablement les séries de dimensions qui devront être admises dans sa fabrication. Ce seront celles qui conviendront à l'étendue qu'il voudra donner à ses approvisionnements et à ses outillages. En développant sa fabrication, il modifiera le nombre de ses modèles en faisant, par exemple, les types intermédiaires : il conviendra que, dans tous les cas, les modèles anciens puissent faire partie de ses séries normales. Les nombres désignés d'avance devront, suivant les besoins, être assez rapprochés pour satisfaire pratiquement aux calculs de construction.

Dans une industrie quelconque, l'unification sera plus facilement réalisée si les participants ont employé auparavant les mêmes séries de nombres. Elle devra être obtenue sans restriction dans la liberté de chacun de construire les modèles qui lui conviennent, mais les séries devront pouvoir comprendre, le cas échéant, les

Digitized by Google

types dissidents et prévoir l'extension des listes de ceux qui seront considérés comme suffisants.

Les séries de nombres ci-après étant employés depuis une vingtaine d'années, leur adoption peut être recommandée.

Ces séries résultent de la progression géométrique décimale 1 — 10 — 100 — 1 000....., où l'on a intercalé des termes en dédoublant successivement les intervalles afin de réduire la grandeur de ceux-ci suivant les besoins.

Les nombres de termes des intervalles décimaux suivent donc la progression géométrique 1, 2, 4, 8, 16....., et ces termes forment eux-mêmes des progressions géométriques dont les raisons sont les racines 2^e, 4^e, 8^e, 16^e....., de 10.

Ces termes sont donc semblables dans tous les intervalles décimaux et ceux de même rang des divers intervalles ne diffèrent que par la place de la virgule.

Les raisons des progressions donnent les coefficients approximatifs 133 pour 100, 115 pour 100, 107 pour 100, 103 pour 100..... entre les termes successifs, comme le montrent les tableaux suivants :

Tableau I. — *Séries adoptées.*

10.0000^n	1 terme de 1 exclus à 10 inclus	log 10	= 1 = 1
3.1623^n	2 termes	Id.	log 3,1623 = 1/2 = 0,50
1.7783^n	4 termes	Id.	log 1,1783 = 1/4 = 0,25
1.3336^n	8 termes	Id.	log 1,3336 = 1/8 = 0,125
$1,1548^n$	16 termes	Id.	log 1,1548 = 1/16 = 0,0625
1.0746^n	32 termes	Id.	log 1,0746 = 1/32 = 0,03125
$1,0336^n$	64 termes	Id.	log 1,0336 = 1/64 = 0,015625

$n = 1, 2, 3, 4.....$

Suivant l'application, on ne conserve dans chaque terme que les premiers chiffres de gauche en augmentant au besoin le dernier d'une unité.

Exemples :

3,1623 deviendra 32 — 316 — 3 160 — 31 600
7,4990 » 75 — 750 — 7 500 — 75 000

Application a l'industrie électrique. — L'application des nombres des séries précédentes au matériel électrique donnera, par exemple, les valeurs normales suivantes :

La série $1,7783^n$ donne pour des petits moteurs :

0,3 0,6 1 1,8 3,2 5,6 10 kw

La série $1,3336^n$ donne pour des dynamos :

10 13 18 24 32 42 56 75 100 kw

La série $1,1548^n$ donne pour des pas polaires $\frac{\pi}{2}$ $1,1548^n$ soit pour le diamètre de la machine bipolaire élémentaire :

10; 11,5; 13,3; 15,4; 17,8; 20,5; 23,7; 27,4; 31,6 cm

La série $1,0746^n$ donne pour des paliers les alésages de coussinets :

4,2; 4,5; 4,9;... 10,0; 10,7; 11,5;... 20,5; 22,0; 23,7 cm etc...

Tableau II. — *Développement des séries.*

Log.	1.0336^n	1.0746^n	1.1548^n	1.3336^n	1.7783^n	3.1623^n	10.0000^n
0,000 00	1.00 00	100	100	10 0	1 00	100	100
	1,03 36						
	1,07 46	107					
	1,11 39						
0,062 50	1.15 48	115	115				
	1,19 71						
	1,24 10	124					
	1,28 64						
0,125 00	1.33 36	133	133	13 3			
	1,38 24						
	1,43 30	143					
	1,48 55						
0,187 50	1.54 00	154	154				
	1,59 63						
	1,65 48	165					
	1,71 54						
0,250 00	1.77 83	178	178	17 8	1 78		
	1,84 34						
	1,91 10	191					
	1,98 10						
0,312 50	2.05 36	205	205				
	2,12 87						
	2,20 67	221					
	2,28 76						
0,375 00	2.37 14	237	237	23 7			
	2,45 82						
	2,54 83	255					
	2,64 16						
0,437 50	2.73 85	274	274				
	2,83 87						
	2,94 27	294					
	3,05 05						
0,500 00	3.16 23	316	316	31 6	3 16	316	
	3,27 81						
	3,39 82	340					
	3,52 27						
0,562 50	3.65 18	365	365				
	3,78 55						
	3,92 41	392					
	4,06 80						
0,625 00	4.21 70	422	422	42 2			
	4,37 14						
	4,53 16	453					
	4,69 76						
0,687 50	4.86 97	487	487				
	5,04 81						
	5,23 30	523					
	5,42 47						
0,750 00	5.62 35	562	562	56 2	5 62		
	5,82 94						
	6,04 30	604					
	6,26 43						
0,812 50	6.49 39	649	649				
	6,73 17						
	6,97 83	698					
	7,23 39						
0,875 00	7.49 90	750	750	75 0			
	7,77 37						
	8,05 84	806					
	8,35 36						
0,937 50	8.63 97	866	866				
	8,97 69						
	9,30 57	931					
	9,64 66						
1,000 00	10.00 00	1 000	1 000	100 0	10 00	1 000	1 000

Digitized by Google

La détermination des tensions de distribution présente un grand intérêt puisque chaque tension devient la caractéristique de tout le matériel d'installation et d'utilisation employé dans la distribution d'énergie électrique.

Les hautes tensions alternatives ont été augmentées progressivement suivant les perfectionnements du matériel et, par suite, on a adopté un grand nombre de types de tensions.

Les progrès acquis permettraient une simplification pour les installations futures.

Dans l'unification des tensions de distribution par courants alternatifs triphasés 50 p : sec par exemple, on pourrait admettre une progression de 133 pour 100 environ pour les types de très hautes tensions et choisir ces types dans la série $1,3336^n$ en les limitant aux nombres soulignés du tableau ci-contre :

Les nombres de la série $1,3336^n$ pris de 2 en 2 donnent la série $1,7783^n$, c'est-à-dire des tensions qui, pratiquement, sont entre elles dans le rapport $\sqrt{3}$.

Des distributions d'énergie électrique par courants alternatifs triphasés, de même périodicité mais de tensions différentes pourront donc, le cas échéant, utiliser les mêmes transformateurs dont on aura changé le couplage, et cette circonstance facilitera au besoin le fonctionnement des réseaux.

E. LABOUR.

TABLEAU III.

Série $1,3336^n$			Tensions de distribution au-dessus de 1 000 volts. Nombres proposés		
1 000	10 000	100 000		10 000	100 000
1 330	13 300	133 000		13 600	**130 000**
1 780	17 800	178 000		**18 000**	180 000
2 370	23 700	237 000		24 000	240 000
3 160	31 600	316 000	**3 200**	**32 000**	
4 220	42 200			42 000	
5 620	56 200		**5 600**	**56 000**	
7 500	75 000			**75 000**	
10 000	100 000		**10 000**	**100 000**	

Revues, analyses et informations

Etude des effets de protection contre les surtensions produits par les bobines de réactance (1).

Une communication du « Physikalisch-Technischen Anstalt » sur cette question particulièrement intéressante a été exposée dans une séance de la Société des Électriciens allemands. Nous donnons ci-dessous un résumé de cette communication.

L'intérêt pratique qui se rattache à cette question peut se résumer en deux points distincts :

1° A quelle épreuve se trouve soumis l'enroulement d'un tranformateur, d'un alternateur ou d'un moteur dans ses différentes parties par suite de l'action des ondes vagabondes;

2° A quelle efficacité de protection contre ces sortes de surtensions peut-on prétendre par l'emploi de bobines de réactance ?

Pour étudier l'ensemble du problème, nous admettrons d'abord le cas où la bobine est considérée comme une réactance pure. Nous supposerons la bobine placée à l'extrémité d'une canalisation.

Une onde électromagnétique rectangulaire de tension E arrive de la canalisation sur la bobine. Le courant dans le train d'onde a la valeur $\frac{E}{Z_1}$ en appelant Z_1 la résistance de la canalisation au passage de l'onde. Comme le courant dans la bobine ne peut pas varier subitement, lorsque l'onde atteint la bobine, cette dernière va agir comme une coupure dans la canalisation. Une onde réfléchie va naître, dont le courant au début s'oppose au courant de l'onde directe. Le courant résultant à ce moment est nul ; la tension est doublée (fig. 1), puis progressivement la valeur du courant

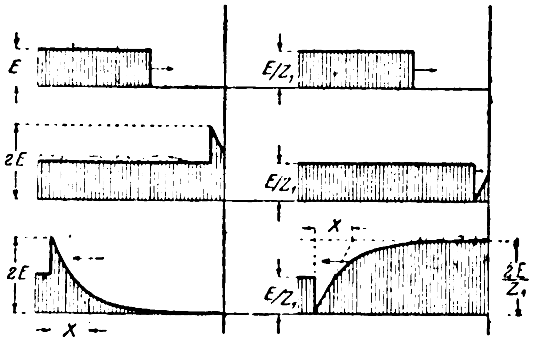


Fig. 1. — Formes des ondes lors de la réflexion sur une induction pure à l'extrémité d'une canalisation.

augmente jusqu'à la valeur $\frac{2E}{Z_1}$ (si on suppose une bobine sans résistance ohmique), pendant que la valeur de la tension tombe à zéro. Les variations dans le temps de ces grandeurs s'expriment mathématiquement par les deux équations :

$$\left.\begin{aligned} V &= 2Ee^{-\frac{t}{T}} \\ I &= \left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

(1) Karl-Willy WAGNER. — *Elektrotechnische Zeitschrift*, 10, 17 et 24 août 1916, t. XXXVII, p. 245, 440 et ?.

Digitized by Google

avec

$$T = \frac{L}{Z}. \qquad (2)$$

La bobine se trouve donc soumise à une tension double de la tension de l'onde vagabonde. Si on a affaire à un bobinage uniformément réparti, cette tension se répartira sur toute la longueur du bobinage. Si N est le nombre de spires, à chaque spire correspondra une tension $\frac{2E}{N}$. L'épreuve serait donc égale au double de la tension normale, si on admet que la tension de l'onde vagabonde est égale à la tension normale de service.

La grandeur X qui figure dans la figure 1 (courbe de droite du bas de la figure) est la constante de la courbe exponentielle, que détermine la forme de l'onde. Nous l'appellerons la « constante d'espace » par analogie avec la notion de la constante de temps et de la vitesse de propagation de l'onde $v = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}$ (L_1 est la self-induction ; C_1, la capacité de l'unité de longueur de la canalisation).

$$X = vT = \frac{vL}{Z} = \frac{L}{L_1}. \qquad (3)$$

La plus grande variation de tension dans l'onde réfléchie est :

$$\frac{dV}{dx} = \frac{2E}{X} = \frac{2L_1}{L}E.$$

Examinons maintenant le cas d'une bobine de réactance placée entre deux canalisations. Nous admettrons qu'une onde vagabonde de forme rectangulaire arrive sur elle, venant de gauche. La figure 2 représente en haut l'image de

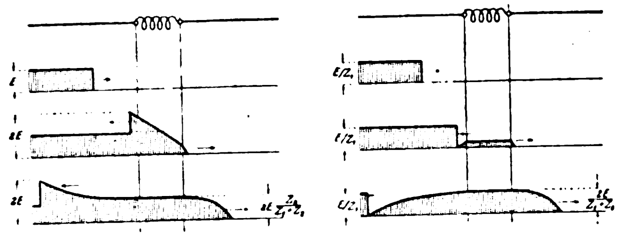


Fig. 2. — Formes des ondes lors de la réflexion et de la pénétration sur une self-induction pure placée entre deux canalisations.

l'onde avant de rencontrer la bobine ; au milieu, cette image quelques instants après l'entrée de la tête du train d'onde dans la bobine. A partir de ce moment, comme dans l'exemple précédent, la valeur du courant diminue d'abord jusqu'à zéro, la tension est doublée. Le courant dans la bobine devant être à chaque instant égal au courant de l'onde qui pénètre dans la deuxième canalisation, cette onde qui commence à être nulle, croît ensuite, comme le courant dans la bobine, suivant une fonction exponentielle.

Les expressions suivantes représentent donc les allures dans le temps de la tension et du courant de l'onde arrivant à la bobine

$$\left.\begin{aligned} V &= 2Ee^{-\frac{t}{T}} \\ I &= \frac{2E}{Z_1 + Z_2}\left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

où

$$T = \frac{L}{Z_1 + Z_2}. \qquad (5)$$

La constante d'espace pour l'onde refoulée dans la canalisation de gauche est :

$$X_1 = v_1 T = \frac{vL}{Z_1 + Z_2} = \frac{L}{L_1} \cdot \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}; \qquad (6a)$$

on trouve de même que la constante d'espace pour l'onde qui pénètre dans la canalisation de droite est :

$$X_2 = \frac{L}{L_1} \cdot \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}. \qquad (6b)$$

Dans l'onde refoulée, la tension tombe de $2E$ à $2E \times \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$, c'est-à-dire d'une quantité $2E \times \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$; la plus grande variation de tension est donc

$$\frac{dV_1}{dx} = 2E \times \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \times \frac{1}{X_1} = 2E \times \frac{L}{L_1}. \qquad (7a)$$

Pour l'onde qui continue à se propager, la tension croît de 0 à $2E \times \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$; la plus grande variation de tension est donc

$$\frac{dV_2}{dx} = 2E \times \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \times \frac{1}{X_2} = 2E \times \frac{L_1}{L}. \qquad (7b)$$

Etude de la bobine considérée comme une canalisation. — Nous n'avons pas tenu compte dans ce qui précède de la capacité supposée uniformément répartie de la bobine par rapport à la terre. En la considérant comme une réactance pure, nous arrivons à des conclusions trop optimistes ; en réalité la bobine agit comme une ligne de forte réactance et de faible capacité, c'est-à-dire de grande résistance au passage de l'onde.

Nous examinerons d'abord le cas où une bobine de réactance termine une canalisation, par exemple lorsque cette dernière aboutit au bobinage d'un transformateur (fig. 3).

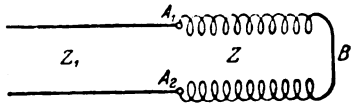


Fig. 3.

Supposons qu'une onde incidente vagabonde de tension $\pm E$ par rapport à la terre touche les points A_1 et A_2. Il naît dans la canalisation une onde réfléchie de tension Er et une onde pénétrant dans la bobine, dont la tension est $E(1 + r)$ en désignant par r le facteur de réflexion, dont la valeur, en fonction des résistances au passage de l'onde pour la canalisation (Z_1) et pour la bobine (Z) est donnée par l'expression :

$$r = \frac{Z - Z_1}{Z + Z_1}. \qquad (8)$$

Comme la résistance Z de la bobine est beaucoup plus grande que celle de la canalisation (Z_1), le facteur r est tou-

Digitized by Google

jours voisin de l'unité, la grandeur de l'onde pénétrant dans la bobine est toujours voisine de 2 E'. Lorsque cette onde arrive au point milieu B du bobinage, elle rencontre l'onde de signe contraire qui provient de l'autre moitié du bobinage. Les deux tensions de ces ondes s'annulent, le point B agit comme un point de mise à la terre. Le bobinage se décharge, en partant de B, jusqu'à la tension zéro. Lorsque l'onde de décharge atteint le point de jonction entre le bobinage et la canalisation, il se produit une nouvelle réflexion le facteur de réflexion est, cette fois, — r.

La nouvelle onde de charge de la bobine est alors égale à.

$$-E(1+r)(-r) = Er(1+r).$$

Le phénomène se continuant, nous obtenons dans la

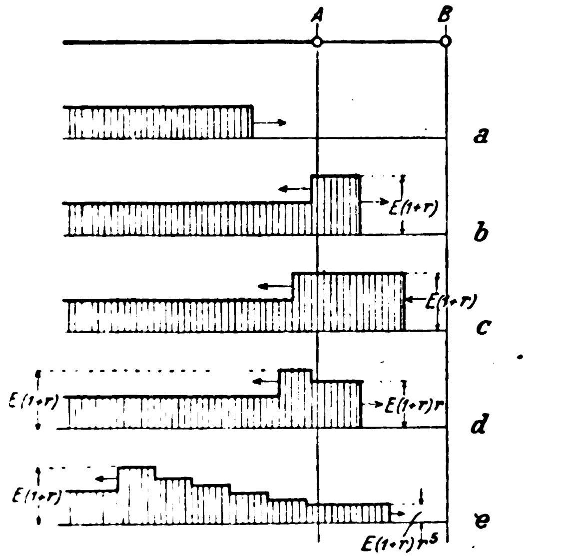


Fig. 4. — Formes des ondes lors de la réflexion sur une bobine avec capacité par rapport à la terre à l'extrémité d'une canalisation.

bobine une succession d'ondes de décharge de grandeur décroissante (fig. 4).

$$E(1+r), \quad E(1+r)r, \quad E(1+r)r^2, \quad \ldots, \quad E(1+r)r^n.$$

L'effet de la capacité par rapport à la terre est donc de transformer la courbe exponentielle que nous avions précédemment trouvée en une courbe en forme d'escalier, dont les

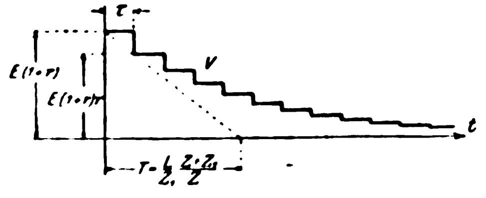


Fig. 5. — Allure en fonction du temps de la courbe de tension sur une bobine possédant une capacité par rapport à la terre avec le schéma de la figure 3.

ordonnées diminuent suivant une progression géométrique. L'allure dans le temps de la courbe de tension aux points A_1 et A_2 est donnée par la figure 5. La durée θ de chaque marche correspond au double du temps que met l'onde à parcourir la portion A_1 B du bobinage. Si nous appelons L le coefficient de self-induction total de la bobine, C sa capacité totale, on a :

$$\theta = 2\sqrt{LC} = 2L\sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{2L}{Z}.$$

La chute correspondant à la première marche définit la constante de temps T de la courbe en escalier ; en envisageant les triangles semblables de la figure 5, on voit que :

$$\frac{T}{\theta} = \frac{E(1+r)}{E(1+r)(1-r)} = \frac{Z+Z_1}{2Z_1},$$

$$T = \frac{L}{Z_1} \cdot \frac{Z+Z_1}{Z}. \qquad (9)$$

Si la capacité de la bobine par rapport à la terre disparaît, Z tend vers l'infini, l'expression (9) vers l'expression (2) et la courbe en escalier vers une fonction exponentielle.

Examinons maintenant les cas d'une bobine ayant une résistance au passage de l'onde égale à Z, placée entre deux canalisations dont les résistances sont respectivement Z_1 et Z_2 (fig. 6). Une onde venant de la canalisation 1 arrive

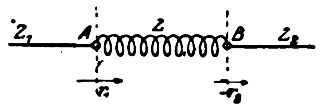


Fig. 6.

en A sur la bobine, sa tension est E. Si nous désignons par r_1 le facteur de réflexion pour cette onde, le facteur de pénétration est alors égal à $1 + r_1$: pour une onde en sens contraire, c'est-à-dire venant de la bobine vers le point A, le facteur de réflexion sera — r_1, le facteur de pénétration $1 - r_1$. Le facteur de réflexion pour la canalisation 2 sera désigné par — r_2. Par suite des réflexions successives aux points A et B, naît une succession d'ondes qu'on peut déterminer au moyen des facteurs définis ci-dessus ; on obtient une courbe en escalier (fig. 7) pour les points A et B. La

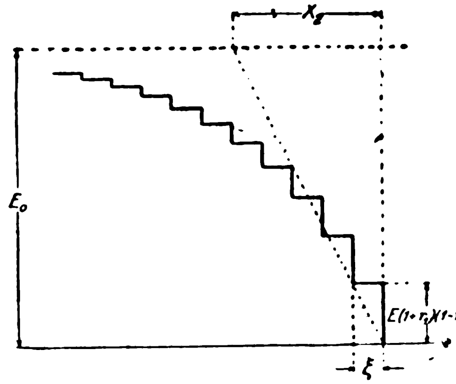


Fig. 7. — Forme de l'onde de tension traversant une bobine possédant une capacité par rapport à la terre avec le schéma de la figure 6.

courbe 7 représente la forme de l'onde traversant la canalisation 2. Nous nous contenterons d'étudier cette courbe, qui du reste est la plus importante, pour déterminer l'effet

Digitized by Google

produit par la bobine sur les ondes vagabondes. Chaque marche dure pendant un temps θ correspondant au double du temps mis par l'onde à parcourir la bobine.

$$\theta = \frac{2L}{Z}.$$

La largeur d'une marche ξ est égale à la durée multipliée par la vitesse de propagation de l'onde.

$$\xi = \theta v_2 = \frac{2L}{Z} v_2. \qquad (10)$$

La tension totale de l'onde est égale à la somme de toutes les marches composantes, soit

$$E_0 = E(1 + r_1)(1 - r_2) \sum_{n=0}^{n=\infty} r_1^n r_2^n$$

ou

$$E_0 = \frac{E(1 + r_1)(1 - r_2)}{1 - r_1 r_2}. \qquad (11)$$

La constante d'espace X_2 est donnée par la relation

$$\frac{X_2}{\xi} = \frac{E_0}{E(1 + r_1)(1 - r_2)};$$

d'où

$$X_2 = \frac{\xi}{1 - r_1 r_2};$$

mais

$$r_1 = \frac{Z - Z_1}{Z + Z_1}; \quad r_2 = \frac{Z - Z_2}{Z + Z_2}; \qquad (12)$$

d'où finalement.

$$X_2 = \frac{L}{L_2} \times \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \times \frac{(Z + Z_1)(Z + Z_2)}{Z^2}. \qquad (13)$$

Si la capacité de la bobine par rapport à la terre est petite, le dernier facteur de cette équation est très voisin de 1, l'expression (13) tend vers l'expression (6 b). Il s'ensuit que, pour l'onde pénétrante, la variation moyenne de tension n'est pas influencée par la capacité par rapport à la terre de la bobine. Si nous supposons que la canalisation 2 est remplacée par le bobinage d'un transformateur, cette variation moyenne de tension intervient seule pour déterminer l'effet produit par l'onde résultante sur deux spires voisines du bobinage, lorsque la courbe en escalier contient un très grand nombre de marches de faible traction. Généralement, ce cas ne se présente pas et la contrainte la plus faible subie par l'isolant entre deux spires voisines est donnée par la hauteur de la première marche :

$$E(1 + r_1)(1 - r_2) = \frac{LZZ_2}{(Z + Z_1)(Z + Z_2)} E. \qquad (14)$$

Nous allons encore examiner le cas représenté par la figure 8. La canalisation 1 est amenée à la tension E puis réunie par l'interrupteur A avec la canalisation 2 protégée par la bobine. La mise en circuit provoque une onde de charge dont la tension E est donnée par

$$E_1 = E \times \frac{Z}{Z_1 + Z} = E\frac{1 + r_1}{2}. \qquad (15)$$

Cette onde pénètre dans la bobine, pendant que la canalisation 1 est déchargée à la tension E_1. Cette valeur E_1 est

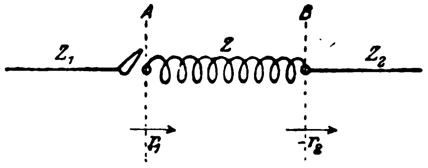


Fig. 8.

égale à la moitié de la tension obtenue dans l'exemple précédent. Toutes les tensions de réflexion et de pénétration seront de même égales à la moitié des valeurs précédentes. On peut les déterminer à l'aide des coefficients de pénétration et de réflexion.

Nous allons indiquer les résultats obtenus dans deux cas limites. 1° La canalisation 1 représente un câble, l'ensemble se termine à l'extrémité B de la bobine. Il s'agit en somme de la mise en circuit unipolaire d'un câble et d'un bobinage. Comme la résistance au passage de l'onde est pour le câble beaucoup plus faible que la résistance de la bobine à ce passage, on a sensiblement $r_1 = 1$. Par conséquent, au moment de la fermeture, il ne se produit aucune chute de tension appréciable dans le câble. Le facteur de réflexion pour l'extrémité isolée de la bobine s'obtient en faisant $Z = \infty$, il est égal à -1 (équation 12). Après un phénomène de forme exponentielle de courte durée, on arrive à l'état final. Cet état final, dans ce cas, est le suivant : aucun courant ne traverse la bobine, la tension E s'établit partout dans cette dernière. On peut figurer la succession des ondes ; elle est donnée par la figure 9 pour des points distants de A de 0,1 l; 0,2 l; 0,3 l; 0,5 l; l; la longueur l correspondant à la distance AB. La partie inférieure de la figure représente l'allure de la courbe du courant de charge.

2° Dans l'autre cas limite, nous supposerons que la résistance au passage de l'onde de la canalisation 2 est nulle. Cela signifie pratiquement que l'un des pôles de la bobine est déjà relié à un câble sous tension et qu'on met en circuit l'autre pôle ; dans ce cas $r_1 = 1$ et $r_2 = 1$. Le résultat est le suivant. L'état final auquel on arrive par suite de l'amortissement consiste en une diminution linéaire de la tension de E à 0 en partant de A pour arriver à B. — La figure 10 représente les courbes de tension instantanées pour des points respectivement distants du commencement de la bobine de 0,1 l; 0,2 l;.. etc., jusqu'à 0,3 l.

Influence de la capacité propre de la bobine. — Nous avons vu que l'effet produit par les bobines de réactance sur les ondes vagabondes n'était pas influencé d'une manière appréciable par leur capacité par rapport à la terre. Comment agit, par contre, la capacité propre des bobines ? Il résulte des travaux de Steinmetz que cette capacité se trouve en dérivation avec la self-induction et qu'elle amoindrit les propriétés protectrices de la bobine contre des surtensions à variations rapides. Il faudrait donc construire les bobines de réactance avec une capacité propre

Digitized by Google

aussi faible que possible. Beaucoup d'auteurs se sont rangés à cet avis, nous allons voir qu'il n'est pas exact. L'erreur provient de ce qu'on a négligé l'effet combiné de la

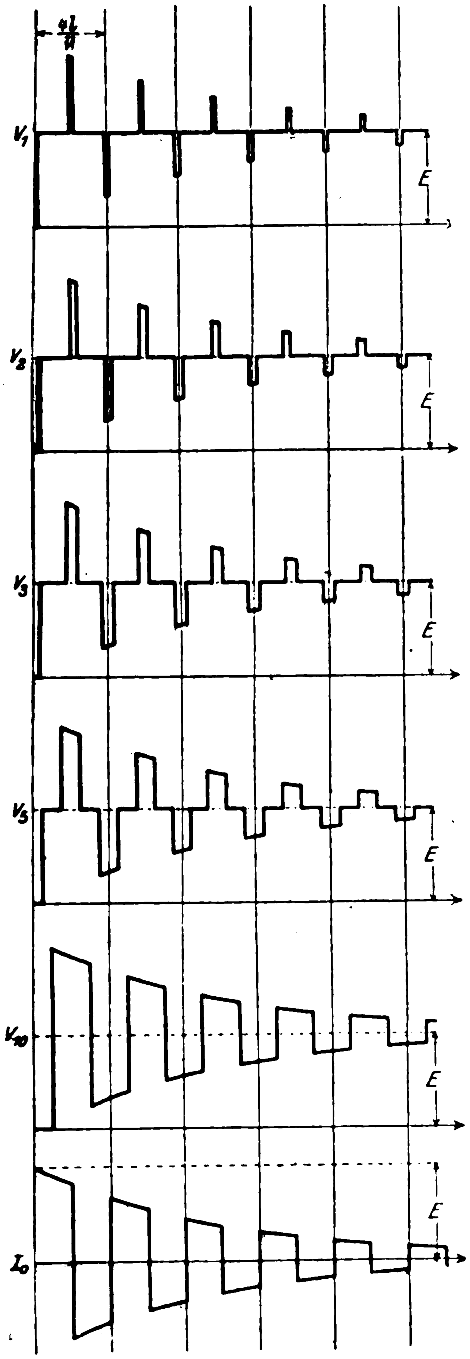


Fig. 9. — Phénomène de charge lors de la mise en circuit unipolaire d'une bobine possédant une capacité par rapport à la terre avec une canalisation de très petite résistance au passage de l'onde.

capacité propre des bobines de réactance et de la capacité par rapport à la terre. Cet effet combiné augmente la valeur de la protection et diminue la contrainte produite sur les bobines par les ondes vagabondes.

Nous représenterons schématiquement par la figure 11 une bobine de réactance possédant une certaine capacité

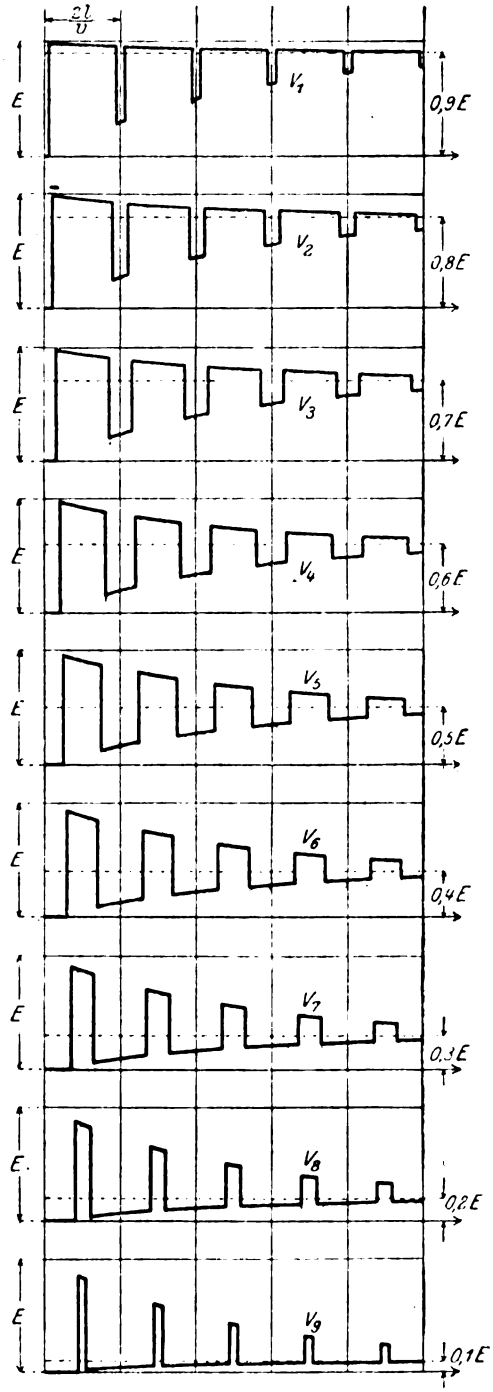


Fig. 10. — Courbes de tension en différents points d'une bobine possédant une capacité par rapport à la terre lors du passage d'une onde de fermeture. La bobine est reliée de part et d'autre à une canalisation de petite résistance au passage de l'onde.

propre et une certaine capacité par rapport à la terre. On a démontré que : un courant alternatif sinusoïdal agissant sur une bobine identique à celle de la figure 11, ne peut traverser la bobine d'une manière appréciable que si sa

Digitized by Google

fréquence se trouve en dessous d'une certaine valeur critique. On en déduit que, dans une succession d'ondes qu'on peut penser être composée d'ondes sinusoïdales, les ondes

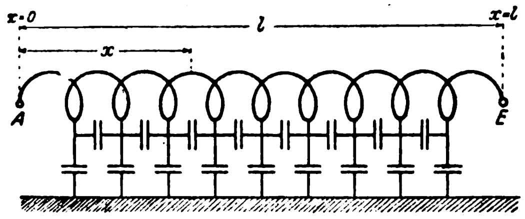


Fig. 11. — Bobine avec capacité par rapport à la terre et capacité propre.

les plus rapides seront réfléchies par les premières spires et que, seules, les ondes plus lentes pénètrent dans l'intérieur de la bobine. Comme les trains d'onde à grande amplitude sont principalement constitués par des ondes rapides, il s'ensuit que, en pénétrant dans cette bobine, ils s'éteindront de plus en plus au fur et à mesure de la pénétration.

Pour analyser de plus près la transformation des trains d'onde, l'auteur a déterminé par le calcul les éléments du phénomène de la mise en circuit, en opérant de la façon suivante : il a d'abord calculé les fréquences propres, puis les amplitudes de chaque oscillation et enfin obtenu, par la superposition de ces oscillations, la répartition dans l'espace de la tension et sa variation dans le temps. La figure 12

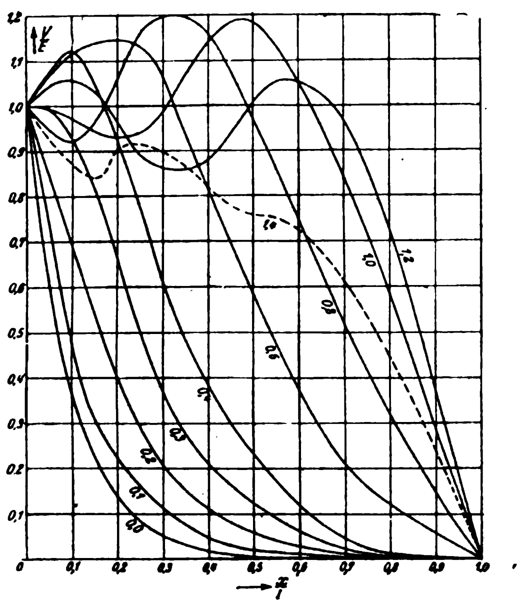


Fig. 12. — Répartition dans l'espace de la tension lors du passage d'une onde de fermeture dans une bobine dont le rapport de capacité est 0,01 aux instants compris entre $\frac{vt}{l} = 0$ et $\frac{vt}{l} = 1,4$.

donne le résultat de ces calculs, pour différents moments à partir de la fermeture du circuit, dans le cas d'une bobine mise en circuit par une de ces extrémités avec un câble sous tension, l'autre extrémité se trouvant reliée avec la source de courant ou une autre canalisation de faible résistance au passage de l'onde. On a admis pour conduire ces calculs que la capacité propre K_1 d'une spire par rapport à la spire suivante est en moyenne égale à environ 100 fois la capacité C_1 de cette même spire par rapport à la terre, $K_1 = 100\ C_1$. Cela signifie pratiquement que la plus grande partie des lignes de force électrique qui sortent d'une spire à l'intérieur d'une bobine traversent la spire suivante et que très peu de ces lignes passent à travers l'isolant pour se rendre au bâti de la bobine mis à la terre. Si la bobine a 100 spires, la capacité totale propre entre ses extrémités est égale à :

$$K = \frac{K_1}{N} = C_1;$$

la capacité totale par rapport à la terre est

$$C = NC_1 = 100\ C_1,$$

de telle sorte qu'on a :

$$\frac{K}{C} = \frac{1}{100} = \varkappa.$$

On voit qu'il ne peut plus être question d'un train d'onde perpendiculaire, la contrainte entre deux bobines voisines est beaucoup plus petite que celle donnée par la théorie en considérant une bobine sans capacité propre, mais ayant seulement une capacité par rapport à la terre. Nous n'avons jusqu'ici tenu compte que des effets électriques produits l'une sur l'autre par des parties voisines du bobinage. Ces parties agissent aussi par leur champ magnétique ; il

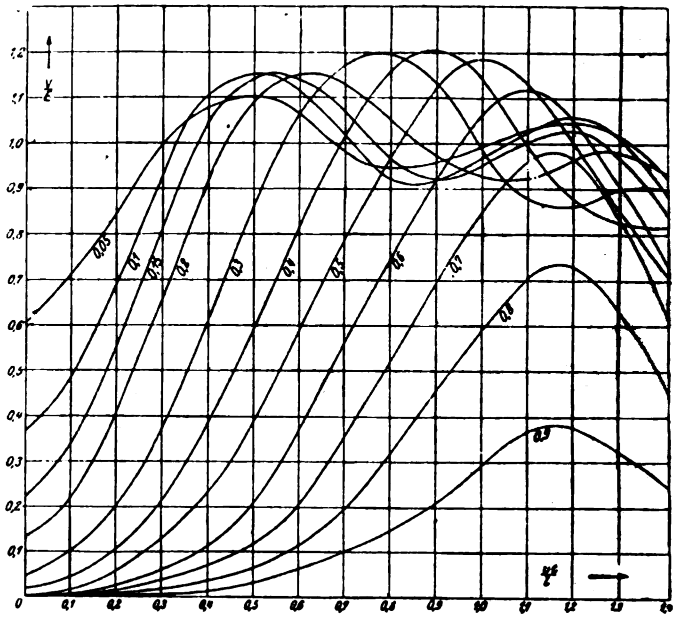


Fig. 13. — Courbes de tension établies par le calcul en différents points d'une bobine, le rapport de capacité étant égal à 0,01, lors du passage d'une onde de fermeture.

faudrait donc tenir compte dans le schéma de la figure 11 des inductions mutuelles entre les spires voisines. Mais dans ce genre de phénomène, les intensités dans des spires voisines ont sensiblement la même valeur, il s'ensuit que, dans une approximation première, il suffit de tenir compte du champ magnétique produit par suite de la self-induction d'une spire.

Digitized by Google

COURBES RELEVÉES A L'OSCILLOGRAPHE. — Au lieu de calculer toutes ces courbes, ce qui constitue un travail extraordinairement long, on peut opérer expérimentalement de la façon suivante. On a constitué artificiellement des bobines

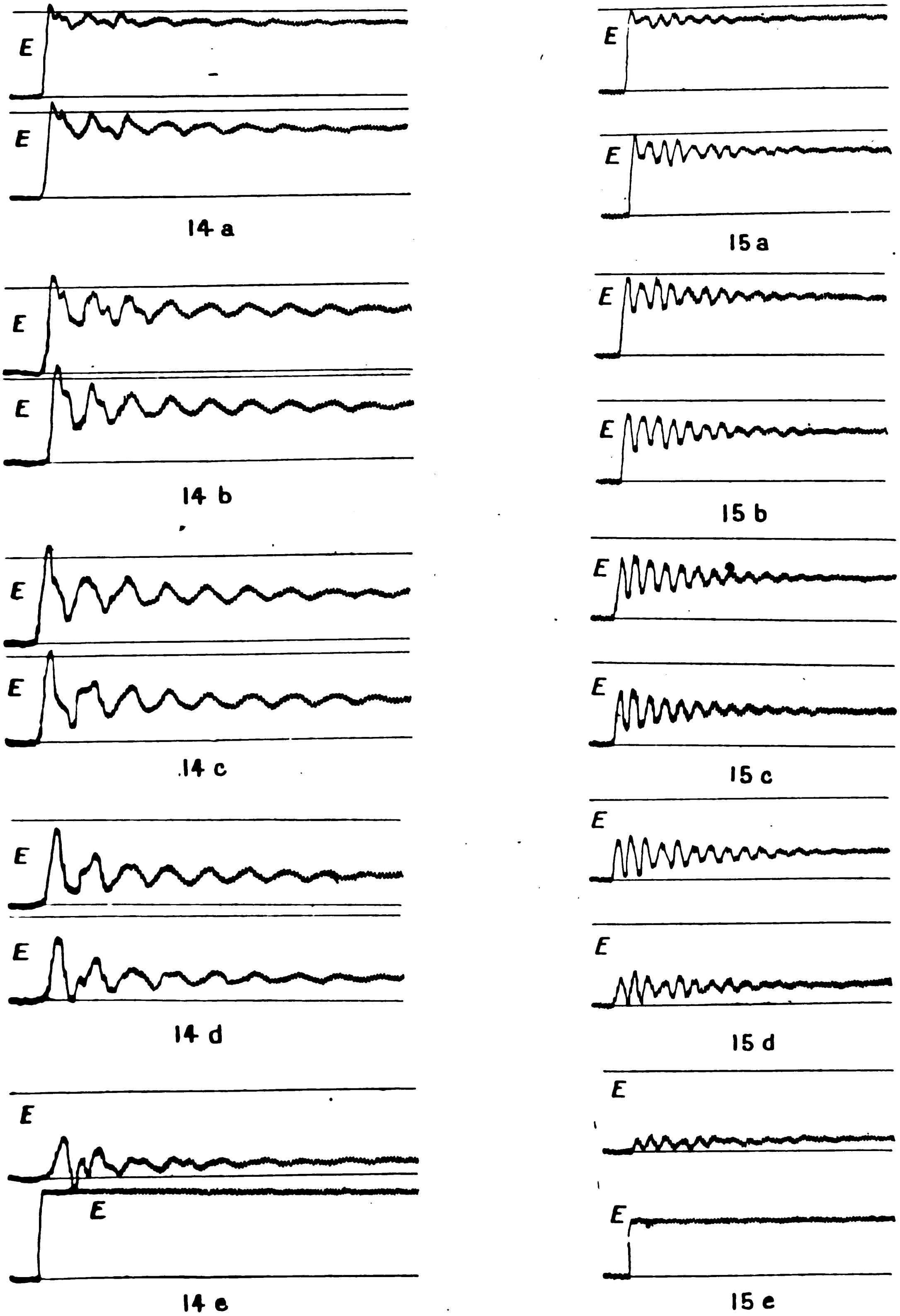
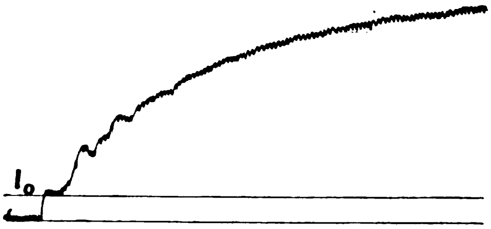


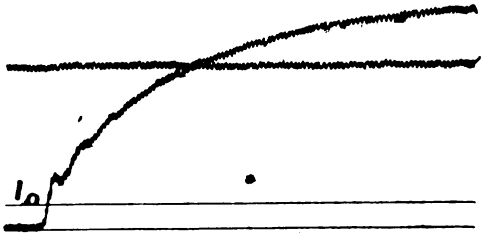
Fig. 14 et 15. — Courbes de tension en différents points d'une bobine lors du passage d'ondes de fermeture. La bobine est réunie à ses deux extrémités avec des canalisations de faible résistance au passage de l'onde.

Digitized by Google

d'après le schéma de la figure 11, et on étudie à l'aide de l'oscillographe leurs effets sur les ondes vagabondes produites par les phénomènes d'ouverture et de fermeture d'un circuit. Les bobines se composaient chacune de dix parties; chacune de ces parties ayant un coefficient de self-induction de 0,18 henry et une résistance d'environ 7 ohms. La capacité propre d'une partie comportait 4 microfarads, la capacité par rapport à la terre c_1 d'environ 4 microfarads ou 0,5 microfarad. La capacité propre totale des dix parties s'élevait donc à 0,4 microfarad, la capacité par rapport

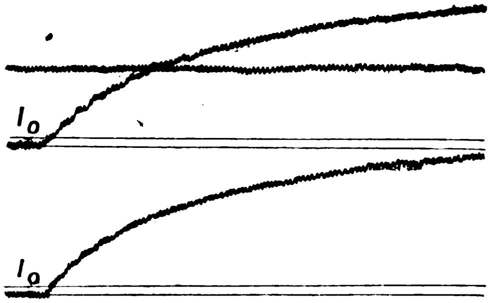


16 a



16 b

Fig. 16 *a* et 16 *b*. — Allure dans le temps de la courbe du courant lors du passage d'une onde de fermeture dans une bobine placée entre deux canalisations de faible résistance au passage de l'onde, le rapport de capacité étant égal à 0,01.



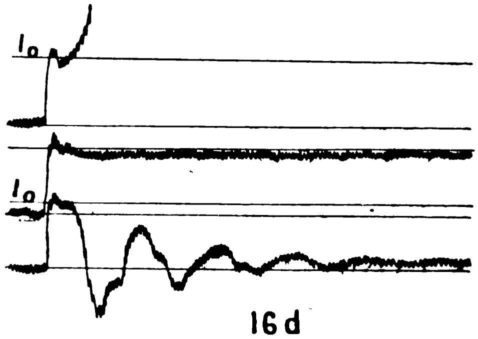
16 c

Fig. 16 *c*. — La courbe du haut est la même que celle de la figure 16 *a*. La courbe du bas est la même que celle de la figure 16 *b*, mais le rapport de capacité est égal à 0,08.

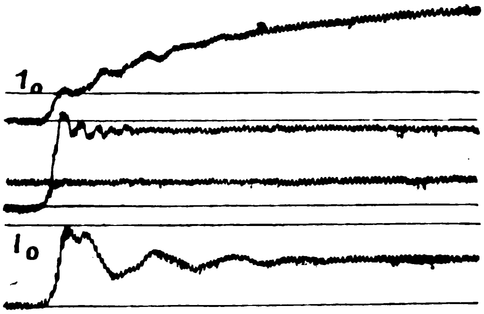
à la terre atteignait dans le premier cas 40 microfarads et dans le second cas 5 microfarads. Le rapport des capacités devenait alors :

$$\varkappa = \frac{K}{C} = \frac{0,4}{40} = 0,21 \quad \text{ou} \quad \frac{0,4}{5} = 0,08.$$

Les courbes de la figure 13 représentent l'allure dans le temps de la tension en différents points de la bobine $\left(\frac{x}{l} = 0 - 0,1 - 0,2 - 0,3..., \text{etc}... 0,9\right)$, le rapport de capacité étant égale à 0,01. L'extrémité de la bobine ($x = l$) était reliée à une canalisation de petite résistance au passage de l'onde, le commencement de la bobine était mis en circuit avec la source de courant. L'auteur a, d'autre part, calculé le commencement de ces courbes dans la figure 14 pour des valeurs du temps comprises entre $t = 0$ et $t = \frac{l}{v} \times 1,4$. Les courbes 13 et 14 concordent parfaitement. Les courbes de la figure 15 sont prises dans les mêmes conditions, mais le rapport de capacité est égal à 0,08. Les



16 d



16 e

Fig. 16 *d*, courant traversant la bobine. — Fig. 16 *e*, courant sortant de la bobine. Allure dans le temps du courant dans une bobine de rapport de capacité égal à 1. L'onde de fermeture provient d'une canalisation de faible résistance au passage de l'onde.

Courbes du haut : L'extrémité de la bobine est reliée à une canalisation de très faible résistance au passage de l'onde par rapport à celle de la bobine.

Courbes du milieu : L'extrémité de la bobine est reliée à une canalisation de résistance au passage de l'onde égale à celle de la bobine.

Courbes du bas : L'extrémité de la bobine est reliée à une canalisation de résistance au passage de l'onde égale à 10 fois celle de la bobine.

courbes de la figure 10 se rapportent, d'autre part, au cas où la bobine ne possède pas de capacité propre. La comparaison de ces trois courbes montre clairement que les pointes aiguës de la courbe 10 sont aplaties et arrondies par suite de la présence de la capacité propre et que cet effet est d'autant plus marqué que la capacité propre est plus grande.

L'allure de la courbe de courant dans les bobines est donnée par les oscillogrammes des figures 16 *a* à 16 *e*. Les courbes 16 *a* et 16 *b* se rapportent à des bobines ayant un rapport de capacité égal à 0,01. La première courbe repré-

Digitized by Google

sente le courant traversant la bobine au point A (fig. 8), la seconde le courant à l'extrémité B. Les courbes 16 *c* se rapportent à des bobines ayant un rapport de capacité 0,08 et représentent respectivement les courants en A et B. La comparaison entre les courbes 16 *b* et 16 *c* avec la courbe en escalier (fig. 7), fait voir clairement que la capacité propre a pour effet d'arrondir les angles de la courbe en escalier. Même dans le cas extrême où le rapport de capacité est 0,08, l'allure en forme d'escalier subsiste, ce qui confirme l'avis émis ci-dessus qu'on peut, dans une approximation première, assimiler l'effet d'une bobine à celui d'une canalisation présentant une grande résistance au passage de l'onde.

Les courbes 16 *d* et 16 *e* se rapportent à une bobine ayant un rapport de capacité égal à 0,01. Les courbes 16 *d* représentent le courant au point A (schéma fig. 8) lorsque la bobine est mise en circuit avec des bobines ayant des résistances différentes au passage de l'onde. La courbe supérieure 16 *d* a été prise avec un rapport $\frac{Z_2}{Z} = 0$, la courbe moyenne avec $\frac{Z_2}{Z} = 1$, la courbe inférieure avec $\frac{Z_2}{Z} = 10$.

Les trois courbes ont été prises avec des sensibilités égales de l'oscillographe. La courbe supérieure est identique à la courbe 16 *a* mais, à cause de la grande sensibilité de l'oscillographe, la courbe 16 *d* ne donne que le commencement de la courbe 16 *a*. Les débuts des trois courbes de la figure 16 *d* concordent, jusqu'au moment où l'influence de l'onde réfléchie en B se fait sentir en A.

Les courbes correspondantes pour l'extrémité B sont données par la figure 16 *e*. La courbe supérieure est identique à la courbe 16 *b*; les courbes de cette figure sont prises avec des sensibilités différentes. Pour apprécier le rapport des grandeurs, on a porté sur les oscillogrammes, les droites représentant aux différentes échelles les valeurs

$$I = \frac{2E}{Z + Z_2}.$$

C'est la valeur du courant pour l'onde pénétrant dans la canalisation 2 pendant la première marche pour une bobine sans capacité. Nous voyons que l'existence de la capacité propre ne change pas sensiblement cette valeur et que, d'autre part, l'allure ultérieure de la courbe n'est pas fortement altérée par cette capacité propre.

Les droites portées dans les oscillogrammes de la figure *d* représentent les valeurs $I_0 = \frac{E}{Z} = E\sqrt{\frac{L}{C}}$ pour une bobine sans capacité propre.

E. P.

Sur les conditions de formation du coke.

Dans une communication à l'Académie des Sciences du 11 juin 1917 [1], MM. Georges Charpy et Marcel Godchot ont présenté une étude faite sur certains charbons du centre de la France en vue d'établir une méthode de laboratoire permettant de multiplier les essais dans des conditions variées et bien précisées. Pour définir la qualité du coke, les auteurs ont employé la résistance à la compression exprimée en kilogrammes par centimètre carré, facile à mesurer au moyen d'une petite machine à levier.

Le charbon à essayer est pulvérisé et soigneusement tamisé de façon à n'être formé que de grains ayant sensiblement la même grosseur (tamis 120); on le maintient pendant quelques jours dans une atmosphère saturée de vapeur d'eau à la température de 18 à 20° pour l'amener à un état d'humidité déterminé. La poudre est alors tassée dans un petit tube en terre réfractaire et comprimée sous une pression de 5 kg : cm². Le tube, fermé à ses deux extrémités par des disques en tôle solidement maintenus, est ensuite chauffé dans un four électrique de masse suffisante pour que l'introduction du charbon ne produise pas de changement appréciable dans le régime du chauffage. Tous les charbons ne se soumettront pas sans doute à cette méthode sans modifications.

Les auteurs ont ensuite cherché à déterminer comment variait la résistance du coke avec la température de cuisson dans les limites admissibles en pratique. Pour cela, le tube chargé de charbon était introduit brusquement dans le four préalablement porté à une température = t^0 et maintenu à cette température pendant une heure. Cette expérience était répétée six fois dans les mêmes conditions.

Le tableau suivant donne les résultats de ces expériences :

Résistance à la compression en kg : cm².

Température de cokéfaction	Charbon de Saint-Eloy Allier — Résultats individuels.	Charbon de Saint-Eloy Allier — Moyenne.	Charbon des Ferrières Allier — Résultats individuels.	Charbon des Ferrières Allier — Moyenne.	Charbon de Noyant Puy-de-Dôme — Résultats individuels.	Charbon de Noyant Puy-de-Dôme — Moyenne.
	kg : cm²		kg : cm²		kg : cm²	
650°	20	19,85	18	19	99	100
	22		19		98	
	19		21		94	
	17		19		100	
	20		20		104	
	21		19		105	
800°	31	32,9	27	30,5	92	93,6
	99		30		98	
	36		31		93	
	35		28		94	
	34		34		90	
	32		33		95	
1 000°	35	38,7	49	45	39	36,3
	36		44		33	
	38		48		36	
	41		42		38	
	40		43		35	
	42		46		37	

L'influence de la température est considérable, et les auteurs croient qu'elle est plus marquée qu'on ne l'aurait supposé a priori. Ce qui est surtout frappant c'est qu'elle ne se produit pas dans le même sens pour les différents charbons. Alors que les charbons de Saint-Eloy et des Ferrières qui ne donnent à basse température qu'un coke à 20 kg : cm² pratiquement inemployable, fournissent à 1 000° un coke à 40 kg : cm² encore médiocre mais néanmoins utilisable en certains emplois, le charbon de Noyant donne, à 650°, un coke de 100 kg : cm² de bonne qualité et, à 1 000°, un produit presque inférieur à celui des autres houilles. Ces différences s'accentuent plutôt quand on complique le traitement thermique. Ainsi si on chauffe d'abord à 650° puis graduellement jusqu'à 1 000, on observe que les cokes de Saint-Eloy ne sont pas sensiblement améliorés, tandis que celui de Noyant arrive à 130 kg : cm² de résistance, ce qui correspond aux très bons cokes métallurgiques.

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 11 juin 1917, t. CLXIV, p. 906-908.

Digitized by Google

Les auteurs signalent l'importance considérable que présente, au point de vue de la fabrication du coke, la détermination pour chaque charbon du traitement thermique e plus favorable à la qualité du coke produit.

Remarques sur la production de l'énergie et la consommation du charbon en Angleterre.

Notre confrère l'« Electrician » a consacré ses numéros 2 039 et 2 040 des 15 et 22 juin 1917 à l'importante question du charbon ; nous croyons intéressant d'en donner seulement un résumé, les conclusions de quelques auteurs étant trop contradictoires pour solutionner cette question.

La préoccupation des électriciens anglais semble, à l'heure présente, évoluer autour des déclarations de la Conférence impériale de guerre du 25 avril 1917, et chercher l'utilisation économique de toutes les ressources naturelles, et surtout du charbon de la Grande-Bretagne, non seulement pour le temps présent, mais aussi pour l'après-guerre, en prévision de l'âpreté de la lutte commerciale entre nations qui suivra.

L'emploi rationnel du charbon est, à juste titre, à la base de la production économique de la force motrice, et cette question a donné lieu, dans diverses Sociétés anglaises, à des discussions intéressantes parues dans le journal l'« Electrician ».

L'augmentation du prix du charbon dirige les tendances générales vers la suppression du chauffage des chaudières par combustion directe de la houille sur la grille, en vue d'une meilleure utilisation calorifique qu'on peut obtenir par la carbonisation de la houille dont les produits principaux, coke et gaz, seraient mieux utilisés pour le chauffage des chaudières et les sous-produits, goudrons et ammoniac utiles dans d'autres branches de l'activité nationale.

Le coke et le gaz pourraient s'employer indépendamment ou concurremment, et bien qu'il soit difficile d'obtenir des résultats complets et définitifs dans une question aussi récente, les chiffres fournis par divers auteurs donnent l'impression d'une économie réelle dans le chauffage des chaudières et l'utilisation au maximum de l'énergie calorifique du charbon.

La carbonisation de la houille modifierait l'économie générale des stations centrales par l'adjonction de batteries de fours permettant l'emploi immédiat du coke incandescent sur des grilles mécaniques, ceci dans le but de récupérer la chaleur sensible du coke, actuellement perdue. Les foyers des chaudières demanderaient aussi quelques modifications, favorablement solutionnées par adjonction au-dessus de la grille d'une voûte de four assez longue pour rendre aisée l'inflammation et la combustion du coke.

L'usage du gaz dans les chaudières procure une économie sensible d'un haut rendement calorifique parce que :

1° Il faut un très petit excès d'air pour sa combustion complète comparativement à celle du charbon et même du coke, qui nécessite une ventilation forcée ;

2° La surface radiante du foyer est invariable ;

3° Les chaudières sont toujours propres, d'où facteur de transmission élevé et presque constant ;

4° Pas de pertes dans les cendres ou les charbons entraînés ;

5° Facile contrôle de la combustion.

On arrive ainsi à atteindre, dans les chaudières, un coefficient d'efficacité de 75 à 82 pour 100.

Toutefois, si la carbonisation de la houille et l'utilisation du gaz produit au chauffage des chaudières, améliorent le rendement calorifique des stations centrales, c'est surtout vis-à-vis de la consommation domestique du charbon et à l'égard de la petite industrie à force motrice limitée, que l'économie de combustible pourrait être importante.

Chez les particuliers, le rendement du combustible atteint à peine 5 pour 100 en combustion directe et 10 à 12 pour 100 quand on emploie le gaz de ville ; ces faibles valeurs incitent même quelques auteurs à réclamer une loi prohibant l'usage domestique du charbon et imposant aux particuliers soit un combustible préparé au coke, dans des conditions d'utilisation définie, soit l'usage de l'énergie électrique en raison du haut rendement, 85 à 90 pour 100, des radiateurs et fourneaux électriques, qui permettrait, par une production économique, en grand, de l'énergie électrique, une économie générale notable de charbon. On cite, par exemple, le cas d'une consommation familiale annuelle de 13 t de charbon, ramenée à 2 t de consommation directe et à 5,5 t sous forme d'énergie électrique prise à la centrale, procurant une réduction nette de 43 pour 100 dans la consommation annuelle de charbon.

Si, sur cette base, en Angleterre, la moitié seulement des opérations de chauffage et de cuisine étaient effectuées par l'intermédiaire de l'électricité, on aurait une économie annuelle de 10 millions de tonnes.

L'emploi de l'électricité dans les usines et fabriques procurerait une forte économie de houille, car en Angleterre, sur une consommation intérieure de 184 millions de tonnes de charbon, environ 4 millions et demi sont consacrés à la production de l'énergie électrique. Or, en 1905, on a estimé qu'en Angleterre, chaque cheval-heure indiqué nécessitait 2,200 kg de charbon, dont le rendement utile n'atteignait que 8,5 pour 100, tandis qu'avec les stations centrales de 10 000 kw et plus le rendement calorifique du combustible atteint 20 à 22 pour 100, voire même 27 pour 100 avec des moteurs à combustion intense.

On voit donc dans quel sens doit être dirigée la recherche de l'économie de charbon, qui ouvre des perspectives vastes à l'énergie électrique et conduit l'un des auteurs à envisager un groupement de tous les réseaux en un faisceau unique de force motrice, dont la réalisation paraît cependant lointaine, en raison des obstacles que la législation anglaise apporte à la création de grands réseaux.

J. D.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Commerce extérieur du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande en matériel électrique d'après les statistiques douanières de ce pays, pour les années 1912, 1913, 1914 et 1915 *(Suite et fin).*

Dans la première partie de son article parue dans le numéro du 28 juillet 1917, t. II, p. 151, l'auteur avait examiné les importations et exportations du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande au point de vue d'un certain nombre d'articles électriques; il continue, aujourd'hui, son étude et conclut en montrant que, malgré la guerre, le commerce en matériel électrique du Royaume-Uni est resté fort prospère.

Marchandises et appareils divers électriques. — De 1912 à 1914 inclusivement, la valeur des importations et exportations des *compteurs et appareils de mesure*, était confondue dans la statistique officielle anglaise avec celle des *appareils non dénommés*, des *transformateurs* et de l'*appareillage*, sous un même chapitre. Ces quatre séries d'articles, confondues sous une même rubrique, ont varié à l'importation de 160 000 £ à 254 000 £ (le plus fort chiffre de 1913).

Quant aux exportations des trois années précitées, leur valeur a dépassé de beaucoup celle des importations: de 943 259 £ en 1912, 1 116 514 £ en 1913 et 907 685 £ en 1914.

L'Allemagne, qui venait en première ligne avant la guerre pour l'importation des quatre catégories réunies avec une valeur de 71 694 £ en 1914, a commencé par être, dès cette même année, dépassée par les États-Unis, dont la valeur d'importation a été de 107 304 £.

L'exportation anglaise des quatre articles a été en 1915 de 146 225 £ à destination de la Confédération australienne; de 104 071 £ à destination de l'Inde, et de 125 660 £ à destination de l'Argentine.

TABLEAU XXII. — *Détail d'importation : compteurs et appareils de mesure, appareillage, marchandises et appareils divers.*

PAYS VENDEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING		
	1912	1913	1914
Suède	4 134	490	7 698
Allemagne	86 880	112 247	71 694
Belgique	11 542	15 495	9 993
France	13 885	18 871	14 427
Etats-Unis	37 708	99 189	107 304
Autres	4 428	6 783	22 236
	159 658	254 367	236 188

TABLEAU XXIII. — *Détail d'exportation : Marchandises et appareils électriques divers non dénommés.*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING		
	1912	1913	1914
Russie	8 278	16 007	14 959
Allemagne	23 389	37 174	23 490
Hollande	12 831	15 167	12 155
Belgique	11 420	12 490	17 831
France	47 774	58 066	30 754
Espagne	32 803	27 373	17 853
Italie	22 445	23 030	18 132
Egypte	6 894	13 274	3 816
Chine	15 154	35 815	25 164
Japon	45 291	37 404	35 894
Etats-Unis	6 785	8 242	10 728
Chili	32 127	46 956	7 486
Brésil	27 895	80 432	22 673
Argentine	46 412	72 057	125 660
Autres pays étrangers	59 738	85 856	83 807
Cap (le)	29 478	34 890	29 184
Natal	23 238	21 183	13 936
Transvaal	36 238	29 258	21 998
Bombay-Karachi	31 998	48 562	46 905
Madras	31 172	11 421	9 519
Bengale, Assam	47 297	50 188	47 647
Birmanie	7 339	6 238	6 445
Détroits	12 035	14 861	13 088
Australie occidentale	10 280	11 170	9 425
Australie méridionale	13 112	4 877	10 193
Victoria	44 169	53 994	43 253
New South Wales	72 714	49 458	42 621
Queensland	7 528	8 657	6 955
Tasmania	1 780	1 824	1 201
New-Zealand	32 389	33 099	32 577
Canada	78 874	50 717	32 726
Autres colonies anglaises	44 967	53 466	47 409
	905 794	1 063 146	865 484

Compteurs et appareils de mesure. — Ce n'est qu'à partir de 1915 que les statistiques anglaises donnent des chiffres détaillés séparés pour chacune des quatre

Digitized by Google

catégories citées plus haut, réunies jusqu'alors sous une même désignation.

Si les importations n'ont été que de 34 206 £, les exportations ont été considérables avec une valeur de 157 683 £.

La Suisse était la principale importatrice avec une valeur de 19 975 £. La France venait ensuite avec 9 907 £.

Les colonies anglaises ont été les plus fortes consommatrices de ces articles, soit :

	Pour une valeur de
La Confédération australienne	40 925 £
L'Inde	23 226
Le Canada	14 942

Tableau XXIV. — *Détail d'importation : Compteurs et appareils de mesure.*

PAYS VENDEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING 1915
Suède	
Allemagne	
Belgique	
France	9 970
Suisse	19 975
États-Unis	
Autres pays	4 261
	34 206

Tableau XXV. — *Détail d'exportation : Compteurs et appareils de mesure.*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING 1915
Russie	8 532
Danemark	9 152
Italie	7 796
Chine	5 163
Japon	4 813
Brésil	2 844
Argentine	8 274
Autres pays	15 418
Sud-Afrique anglais	6 666
Inde anglaise	23 226
Australie	33 157
N.-Zealand	7 768
Canada	14 942
Autres colonies anglaises	4 799
	152 550

Appareils non dénommés. — Les importations ont été considérables en 1915, avec une valeur de 211 050 £. Mais les exportations ont été encore plus importantes, pour un chiffre de 613 915 £.

Le principal pays importateur a été les États-Unis avec une valeur de 153 183 £ Venaient ensuite : la Suède avec 12 270 £ et la France avec 10 430 £ ; il faut citer parmi les principaux acheteurs : l'Italie, qui, avec 47 145 £ en 1915, a consommé deux tiers en plus de sa consommation des trois années précédentes ; la Russie, dans les mêmes proportions que l'Italie ; l'État australien de Victoria a acheté pour 46 045 £, quantité normale pour elle ; la France, avec 33 259 £ en 1915, a acheté plus qu'en 1914 et moins qu'en 1912 et 1913.

Transformateurs. — Pour ce chapitre, il n'y a eu que des exportations, pour une valeur de 74 445 £, répartie entre l'Australie (39 708 £), l'Argentine (7 346 £) et d'autres pays de moindre importance :

Tableau XXVI. — *Détail d'exportation : Transformateurs.*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING 1915
Norvège	1 367
Japon	4 369
Brésil	2 070
Argentine	7 346
Autres pays	3 940
Sud-Afrique anglais	5 587
Inde anglaise	5 171
Australie	39 708
N.-Zealand	2 791
Autres colonies anglaises	2 036
	74 445

Appareillage (Switchboard). — L'importation de cet article en 1915 n'a été que de 5 639 £ : les États-Unis ont été les plus forts importateurs avec une valeur de 4 283 £.

Quant aux exportations, d'une valeur de 59 111 £, elles se sont acheminées dans la Confédération australienne (16 288 £) et dans l'Inde (14 587 £).

Tableau XXVII. — *Détail d'exportation : Appareillage.*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING 1915
Chine	2 294
Argentine	2 405
Autres pays	13 727
Sud-Afrique anglais	4 323
Inde anglaise	14 587
Australie	12 168
N.-Zealand	4 120
Autres colonies anglaises	5 487
	59 111

Moteurs, génératrices et machines non dénommées. — Ces trois chapitres ont été groupés en un seul en 1912, 1913 et 1914.

Les importations ont été très importantes, puisqu'elles ont été d'une valeur de 1 151 351 £ en 1912,

Digitized by Google

TABLEAU XXVIII. — *Détail d'importation : Moteurs, génératrices et autres machines non dénommées.*

PAYS VENDEURS	PAR TONNES			VALEURS EN LIVRES STERLING		
	1912	1913	1914	1912	1913	1914
Suède	653	799	522	50 679	60 519	38 259
Norvège	35	6	1	1 064	518	352
Danemark	161	85	66	12 904	9 198	6 805
Allemagne	5 043	5 978	5 056	781 927	721 078	620 472
Hollande	38	12	25	3 638	2 568	2 290
Belgique	449	542	345	33 108	53 266	37 886
France	177	164	133	19 545	26 302	19 587
Suisse	126	219	415	16 144	29 197	44 265
Italie	52	17	302	6 990	2 184	33 139
Autriche	7	30	9	1 225	2 288	1 661
Etats-Unis	2 127	3 767	5 686	220 979	437 906	715 151
Autres pays	9	2	5	804	264	533
	8 937	11 627	12 570	1 151 351	1 346 006	1 520 961

TABLEAU XXIX. — *Détail d'exportation : Machinerie électrique de toutes sortes.*

PAYS ACHETEURS	PAR TONNES			VALEURS EN LIVRES STERLING		
	1912	1913	1914	1912	1913	1914
Russie	792	678	1 693	74 740	60 903	105 468
Norvège	279	312	108	20 697	26 762	15 035
Danemark	146	170	95	20 656	13 441	6 357
Allemagne	199	295	177	25 756	41 481	21 945
Hollande	118	78	135	8 382	10 028	11 783
Belgique	454	352	270	44 802	38 460	27 029
France	687	599	652	118 495	114 603	94 772
Afrique orientale portugaise	100	587	448	8 213	53 009	45 418
Espagne	637	706	651	53 118	60 318	51 823
Italie	415	318	293	38 554	45 804	37 111
Egypte	137	162	154	11 681	15 219	12 987
Chine	277	312	493	23 830	28 704	39 179
Japon	3 498	2 910	2 263	242 683	187 901	178 136
Etats-Unis	74	621	54	9 509	38 354	8 639
Mexique	39	111	76	3 040	10 036	5 435
Chili	562	603	134	47 263	54 768	14 416
Bresil	873	1 270	1 205	70 176	101 570	106 787
Argentine	1 940	2 869	2 341	122 289	213 489	189 109
Autres pays	814	1 221	979	75 803	101 796	82 647
Sud-Afrique anglais (Cap. Natal, Transvaal)	1 355	1 610	1 686	117 029	143 890	159 807
Inde (Bombay, Madras, Bengale)	2 142	3 360	3 205	174 884	275 067	343 041
Confédération australienne	5 277	4 142	4 026	403 297	367 828	346 236
Birmanie	124	261	178	13 504	18 317	18 811
Detroits	155	391	304	13 707	27 024	25 027
Hong-Kong	129	126	176	10 743	12 582	17 349
Canada	2 123	2 010	1 368	153 429	151 352	118 160
Autres colonies anglaises	725	696	571	64 020	66 737	54 230
	24 071	26 860	24 719	1 969 301	2 269 433	2 136 737

1 346 006 £ en 1913 et de 1 520 911 en 1914. L'Allemagne, pour ces trois années, avait eu une supériorité écrasante sur ses concurrents, avec une valeur moyenne de 750 000 £ par an pour 1912 et 1913. Mais déjà en 1913 commençait à apparaître la fabrication américaine pour une valeur de 437 901 £. Une plus grande activité de l'industrie de ce dernier pays se faisait sentir avec une valeur de 715 151 £ en 1914. Venaient ensuite : la Suisse, avec 44 265 £ ; la Suède, avec 38 259 £, la Belgique, 37 886 £ ; l'Italie, 33 139 £ et la France, 19 587 £.

Ce chapitre est un des plus importants de l'exportation du Royaume-Uni, puisque sa valeur a dépassé 2 000 000 £ en 1912, 1913 et 1914.

Parmi les plus forts importateurs de ces produits ayant augmenté leurs achats sur les années précédentes de 1912 et 1913, on peut compter : l'Inde anglaise

Digitized by Google

(importations via Bombay, Madras et Calcutta) qui, avec une importation en 1914 de 342 981 £ a dépassé de 68 000 £ ses achats de 1912; le Brésil qui, avec 106 000 £ a augmenté ses achats de 5 000 £; la Russie qui, avec 105 000 £, a dépassé de 20 000 £ ses achats de 1913. Les principaux pays ayant fait en 1914 des achats d'une valeur inférieure à ceux de 1913 sont : l'Argentine avec une valeur de 189 000 £, en décroissance de 24 000 £; le Japon, avec 178 000 £, en décroissance de 10 000 £; le New South Wales avec 136 000 £; le Canada avec 118 000 £; la France avec 95 000 £ en diminution de 20 000 £ sur 1912 et 1913.

Dès l'année 1915, les statistiques anglaises ont séparé du chapitre précédent, pour en faire trois nouveaux chapitres distincts : les moteurs et génératrices; les moteurs de traction; les machines non dénommées.

Moteurs et génératrices (sauf pour aéroplanes, automobiles et motocyclettes). — L'importation en a été d'une valeur de 251 087 £ et l'exportation de 625 307 £.

Les plus forts importateurs ont été :

Les Etats-Unis	avec une valeur de.....		137 876 £
La Suisse	id	id	61 674
La Suède	id	id	35 848
L'Italie	id	id	7 321

Ces machines ont eu pour principaux acheteurs : l'Australie, avec une valeur de 147 942 £, l'Inde anglaise 116 134 £, l'Argentine, 38 260 £ et la France, 37 519 £.

Tableau XXX. — *Détail d'exportation : Autres générateurs et moteurs (sauf pour aéroplanes, automobiles, motocyclettes).*

PAYS ACHETEURS	TONNES 1915	VALEURS EN LIVRES STERLING 1915
Russie	465	67 170
Norvège	250	12 817
Hollande	44	5 757
France	385	37 519
Espagne	139	15 410
Italie	159	18 100
Perse	178	11 417
Chine	143	13 443
Japon	223	26 091
Etats-Unis	95	9 037
Chili	56	5 361
Brésil	105	9 828
Argentine	391	38 260
Autres pays étrangers	246	21 656
Sud-Afrique anglais	604	54 211
Inde anglaise	1 278	116 134
Détroits	215	16 558
Hong-Kong	69	6 609
Australie	1 939	147 942
New-Zealand	175	20 451
Canada	189	16 209
Autres colonies anglaises	299	29 190
	7 647	609 170

Moteurs de traction (pour chemins de fer et tramways). — Mention n'en a pas été faite à l'importation en 1915 sur les statistiques anglaises.

Mais leur exportation a donné lieu à un chiffre d'affaires de 114 183 £ dont la valeur a été répartie entre l'Argentine (55 386 £), la Confédération australienne (26 474 £), le Brésil (8 393 £) et d'autres pays, pour des sommes moins importantes.

Tableau XXXI. — *Détail d'exportation : Moteurs de chemins de fer et tramways.*

PAYS ACHETEURS	TONNES 1915	VALEURS EN LIVRES STERLING 1915
France	31	3 050
Japon	74	6 786
Brésil	76	8 393
Uruguay	44	4 122
Argentine	557	55 386
Autres pays étrangers	28	2 910
Sud-Afrique anglais	22	2 454
Inde anglaise	21	3 056
Australie	263	18 440
New-Zealand	75	8 034
Autres colonies anglaises	23	1 552
	1 214	114 183

Machines électriques non dénommées. — La valeur des importations de 1915 a été de 1 269 862 £ et celle des exportations, de 600 807 £.

Les Etats-Unis ont importé en Angleterre une valeur extraordinaire de ces machines, sans doute pour les besoins de la guerre, soit 1 187 974 £, pour un poids de 9 465 t. Les autres fournisseurs les plus importants étaient ensuite : la Suède, pour une valeur de 27 918 £; le Danemark 18 246 et la Suisse 18 176 £.

Les principaux acheteurs ont été : la Confédération australienne, pour une valeur de 174 450 £. Venaient ensuite : l'Inde avec 70 691 £, la France avec 56 392 £, l'Union sud-africaine 36 181 £, l'Argentine 29 510 £.

Tableau XXXII. — *Détail d'importation : Machines électriques non dénommées.*

PAYS VENDEURS	TONNES 1915	VALEURS EN LIVRES STERLING 1915
Suède	287	27 918
Norvège		45
Danemark	273	18 246
Allemagne	2	174
Hollande	6	485
Belgique	7	840
France	26	4 722
Suisse	122	18 176
Italie	85	9 402
Etats-Unis	9 465	1 187 974
Autres pays	1	75
	10 284	1 269 862

Digitized by Google

Tableau XXXIII. — *Détail d'exportation : Machinerie électrique non dénommée.*

Pays acheteurs	Tonnes 1915	Valeurs en livres sterling 1915
Russie	159	27 343
Norvège	99	8 215
France	757	56 392
Espagne	70	8 447
Italie	350	15 310
Chine	64	5 724
Japon	157	10 138
Etats-Unis	234	15 130
Chili	238	10 920
Brésil	55	5 208
Argentine	397	29 510
Autres pays étrangers	364	27 171
Sud-Afrique anglais	522	36 181
Inde anglaise	737	70 691
Détroits	74	8 443
Etats malais confédérés	203	16 211
Hong-Kong	367	21 773
Australie	2 168	146 074
New-Zealand	345	28 376
Canada	144	12 889
Autres colonies anglaises	199	17 852
	7 703	577 998

Faïence, porcelaines, verreries, etc., pour usages électriques et autres objets. — Comme nous l'avons déjà remarqué dans les observations figurant à la suite du tableau I de la présente étude, les chiffres de ce chapitre ne peuvent être exacts : car ils représentent le commerce d'exportation et d'importation de l'Angleterre pour divers autres objets qui ne concernent pas l'électricité. Néanmoins, nous en ferons mention pour donner un aperçu.

Le chiffre de l'importation de ces articles avant la guerre variait entre 40 000 £ et 54 000 £. Il s'est abaissé à 4 249 £ en 1915.

La valeur des exportations, qui a été la plus forte en 1913, avec un chiffre de 65 190 £, a été encore, en 1915, de 46 123 £.

Ces articles étaient, avant la guerre, fournis presque exclusivement par l'Allemagne. Aussi, en 1915, leur importation a-t-elle été presque nulle. Espérons que bientôt l'industrie française pourra employer de nouveaux procédés de fabrication lui permettant de produire ces articles à meilleur compte qu'avant 1915.

L'Angleterre a eu comme plus forts acheteurs en 1915 : la Confédération australienne, pour une valeur de 11 644 £, l'Argentine pour 7 047 £ (en augmentation de 5000 £ sur 1914), et l'Inde anglaise pour 5 261 £.

Tableau XXXIV. — *Détail d'exportation : Faïence, porcelaine, etc., pour usages électriques et autres objets.*

Pays acheteurs	En hundredweights (cwts. de 112 livres)				Valeurs en livres sterling			
	1912	1913	1914	1915	1912	1913	1914	1915
Egypte	699	622	1 293	890	1 030	859	2 023	1 078
Chine	545	715	585	199	614	1 294	833	512
Colombie	14	676	2 211	899	29	1 114	4 773	1 921
Brésil	2 102	960	985	383	3 122	2 120	2 582	1 058
Argentine	5 701	11 040	1 342	3 834	5 800	8 142	2 186	7 047
Autres pays étrangers	4 932	3 297	2 597	2 797	9 023	7 785	7 086	7 420
Afrique occidentale anglaise	267	625	478	790	421	1 042	976	1 332
Cap (le)	1 455	4 205	5 514	461	2 223	5 636	7 678	861
Transvaal	597	831	124	420	1 038	1 349	180	1 049
Inde anglaise	16 500	21 183	3 421	2 673	5 997	10 491	6 616	5 261
Australie	2 645	2 996	1 452	1 859	3 837	5 495	2 861	4 488
New-Zealand	3 369	4 287	3 807	4 171	4 230	7 449	7 568	7 156
Canada	594	267	267	380	1 008	510	598	482
Autres colonies anglaises	7 866	8 801	14 623	4 424	7 012	8 330	11 262	5 566
	47 286	60 506	38 699	34 186	45 384	62 116	57 222	45 231

Récapitulation, par pays, des chiffres du commerce d'importation et d'exportation effectué de 1912 à 1915 inclusivement entre la métropole anglaise, d'une part, les puissances étrangères et les possessions anglaises, d'autre part. — Avant d'entrer dans le détail de ces chiffres, il convient d'observer que le Royaume-Uni a plus vendu qu'acheté à l'extérieur pendant la période écoulée de 1912 à nos jours, et cela au grand avantage de l'industrie électrique et surtout du commerce de l'Angleterre.

A ce propos, nous ferons remarquer que des quantités considérables de matériel électrique étranger importé en Angleterre après paiement des droits et réexporté ensuite, figure sur les statistiques comme production anglaise.

Cela appert clairement des chiffres ci-dessous :

L'Angleterre en					Différence en faveur du commerce anglais.
1912	a vendu	4 176 511 £	acheté	1 445 253 £	2 731 258 £
1913	id	4 850 411	id	1 483 689	3 666 722
1914	id	3 592 707	id	1 126 029	2 466 678
1915	id	3 667 684	id	962 492	2 705 192
		16 287 213 £		5 017 463 £	11 596 750 £

Digitized by Google

Elle a donc, pour les 4 années, vendu 16 287 213 £, acheté 5 017 463 £; la différence totale est 11 596 750 £.

Enumérons maintenant, par degré d'importance, les valeurs globales annuelles des achats les plus forts de matériel électrique effectués par les principaux pays du monde en Angleterre pendant les années 1912 à 1915 inclus.

En premier lieu, figurent les Etats confédérés australiens (Victoria, New South Wales, South Australia, Western Australia, New-Zealand, Queensland, Tasmania) avec une valeur, pour 1915, de 816044 £ tant en produits purement anglais qu'en produits étrangers en transit par l'Angleterre. — Viennent ensuite les pays suivants :

L'Inde britannique (par les voies de pénétration de Bombay, Karachi, Madras, Calcutta, à destination du Bengale, de l'Assam, de Bihar, Orissa, etc.) et Ceylan et dépendances pour une valeur de 486029 £. Ces chiffres de 1915 sont en faible diminution sur ceux des années précédentes;

La France a importé d'Angleterre, en 1915, pour 224693 £ de matériel électrique, en très forte augmentation sur le chiffre de 1914 (57603 £) à raison des nécessités de la guerre;

L'Argentine a reçu d'Angleterre, en 1915, une valeur de 163521 £, en diminution fort sensible sur les années précédentes;

La Russie a fait, en 1915, acquisition d'une valeur de 155750 £, en augmentation considérable (plus du double) de ses importations précédentes;

La Norvège suit d'assez près la Russie, avec 128494 £; c'est une augmentation insitée d'importation pour ce pays qui n'avait reçu, en 1912, qu'une valeur de 5138 £ et en 1914 de 24 000 £;

La Hollande et ses colonies ont acheté, en 1915, en Angleterre, une valeur de 117797 £, c'est-à-dire 3 fois plus pour la Hollande continentale que les années précédentes. Cette circonstance permettrait de supposer qu'une partie de ce matériel a passé en Allemagne ;

La colonie anglaise des Détroits (Straits Settlements comprenant Labuan) a importé d'Angleterre, en 1915, une valeur de 119402 £;

Le Dominion du Canada qui, en 1914, avait acheté une valeur de 189000 £ en Angleterre et plus encore en 1912 et 1913, n'a importé, en 1915, que 79645 £. Cette diminution provient sans doute, ou d'achats faits par ce pays aux Etats-Unis plus proches, ou de l'urgence de consacrer plus de fonds à l'achat de matériel de guerre;

La colonie du Cap, dont depuis longtemps les achats annuels dépassaient 100000 £, les a réduits, en 1915, à 75000 £; les nécessités budgétaires de la guerre et les difficultés de transport ont pu influer sur cette diminution;

On peut en dire autant de l'Etat du Natal, dans des proportions un peu moindres;

L'Italie a triplé et le Portugal a doublé, en 1915, ses achats par rapport à ceux de 1914;

Quant à l'Autriche et à la Suisse, ils ont été les seuls pays importants d'Europe qui, de 1912 à 1915, n'aient acheté en Angleterre aucun matériel électrique, étant eux-mêmes producteurs.

TABLEAU XXXV. — *Récapitulation par pays importateurs de matériel électrique.*

PAYS VENDEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING			
	1912	1913	1914	1915
Suède	16 259	11 392	42 820	20 529
Allemagne	894 010	926 000	516 091	2 283
Hollande	25 335	27 747	57 574	148 342
Belgique	122 021	140 559	106 854	1 603
France	116 282	119 916	103 038	158 895
Suisse	23 164	20 589	42 005	68 445
Italie	49 998	61 130	51 866	61 690
Autriche	29 419	24 978	13 663	
Etats-Unis	87 845	151 378	191 719	506 705
	1 445 253	1 483 689	1 126 029	962 492

FOURNISSEURS ÉTRANGERS DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE DU ROYAUME-UNI. — Avant la guerre, l'Allemagne était son plus grand fournisseur avec 894000 £ en 1912, 926000 £ en 1913 et 516000 £ en 1914. La guerre a mis fin à ce trafic.

Les Etats-Unis qui, en 1912, ne fournissaient à l'Angleterre qu'une valeur de 87000 £, ont cherché et presque réussi à prendre la place de l'Allemagne puisque, en 1915, le Royaume-Uni a reçu une valeur de 506705 £ de matériel américain.

Viennent ensuite :

La France, avec une fourniture, en 1915, de 158895 £, soit une valeur d'une cinquantaine de mille livres de plus que les années précédentes;

La Hollande, avec 148342 £, soit environ 100000 £ de plus qu'avant-guerre;

La Suisse, avec 68445 £, soit une vingtaine de mille livres de plus qu'en 1914;

L'Italie, avec 61690 £, c'est-à-dire dans les mêmes proportions qu'avant;

La Suède, avec 20529 £, soit moitié moins qu'en 1914. Il faudrait peut-être attribuer cette diminution, soit à la difficulté des transports depuis la guerre, soit à l'accaparement du matériel électrique suédois par le gouvernement allemand.

MOUVEMENT D'ÉCHANGES DE MATÉRIEL ÉLECTRIQUE PAR LES PRINCIPAUX PORTS DU ROYAUME-UNI. — Comme les chiffres du mouvement d'importation et d'exportation de ces ports ne paraissent pas coïncider exactement avec les chiffres de la statistique générale pour l'échange du matériel électrique et par rubriques générales et par pays, nous nous contentons d'énumérer rapidement ci-dessous les noms de ces ports. Les plus forts exportateurs sont :

Londres, dans la juridiction maritime de qui se trouvent les ports de Leigh, Queenborough et Rochfoxd ;

Liverpool, comprenant Birkenhead et Garston;

Manchester, ce grand port fluvial relié à la mer par un canal, et comprenant, dans sa juridiction, Ellesmere-

Digitized by Google

port, Partington, Runcorn et Warrington, ne reçoit aucune importation ;

Southampton, comprenant Lymington ;

Plymouth, *Littlehampton* (comprenant Itchenor).

Les ports les plus forts récepteurs de matériel électrique étranger sont :

Harwich (comprenant Parkeston quay), *Grimsby* (comprenant Immingham), *Folkestone* (comprenant Rye), *Newhaven*, *Goole* comprenant Blacktoft) et *Grangemouth* (Ecosse).

Pour l'année 1916, le livre bleu de la statistique officielle anglaise n'ayant pas encore paru, nous tirons les renseignements ci-dessous du numéro du 26 janvier 1917 de « The Electrical Review » de London.

TABLEAU XXXVI. — *Récapitulation par pays acheteurs de matériel électrique dans le Royaume-Uni.*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING				OBSERVATIONS
	1912	1913	1914	1915	
Russie	22 206	48 312	52 633	155 750	
Suède	26 714	19 015	13 815	10 839	
Norvège	5 138	10 444	24 135	128 494	
Danemark	13 502	63 960	30 042	50 083	
Antilles danoises	9 500	12 350	8	10	Câbles et appareils télégr. et téléphon.
Allemagne	65 908	74 750	44 723		
Hollande	36 156	34 209	28 270	110 118	
Java	2 204	7 236	22 332	6 211	
Autres colonies hollandaises	332	135 457	678	1 368	
Belgique	35 570	37 399	45 603	133	
France	87 663	65 532	57 603	224 693	
Suisse					
Portugal	9 357	15 774	19 894	46 122	
Afrique orientale portugaise	12 934	20 265	11 578	4 831	
Afrique occidentale portugaise	1 692	2 649	887	1 331	
Espagne	68 768	64 488	25 139	27 357	
Canaries	63	290	274	25	Câbles et appareils télégr. et téléphon.
Italie	86 541	39 849	21 007	76 378	
Autriche					
Turquie (Crète comprise)	39 720	58 277	16 974	16 690	
dont	35 606	57 129	16 436	16 530	Pour l'Europe seule.
Egypte	395 713	68 622	34 120	35 330	Câbles et appareils télégr. et téléphon.
Liberia	289	24	224		
Siam	3 526	6 144	3 619	7 035	
Chine	61 739	114 943	72 660	53 994	
Japon	375 041	118 956	136 967	83 982	
Etats-Unis	169 039	205 802	28 618	17 175	
Porto-Rico	6	142		21 140	
Cuba	1 909	2 236	1 344	255	
Mexique	10 482	7 147	3 302	3 286	
Pérou	9 142	10 546	1 974	12 089	
Chili	57 676	77 581	15 770	24 622	
Brésil	169 709	267 482	68 685	49 159	
Uruguay	14 441	15 885	9 883	38 758	
Argentine	311 161	408 064	297 521	163 521	
Autres pays étrangers divers	112 342	167 951	145 618	283 267	
Gibraltar	18 453	36 236	22 061	40 942	
Malte et Gozo	20 265	4 603	22 144	38 009	
Sierra Leone	46 754	12 284	16 312	3 217	Câbles et appareils télégr. et téléphon.
Gold Coast	5 188	6 071	3 004	12 956	
Nigeria (nord-sud)			96 512	3 106	Câbles et appareils télégr. et téléphon.
Sainte-Hélène			24 758	444	
Cap (le)	109 079	159 082	105 213	75 263	
Natal	104 247	118 101	99 375	57 537	
Orange	1 334	3 217	1 171	58	
Transvaal	104 088	63 306	56 702	58 412	
Rhodesia	5 752	8 868	5 268	2 855	
East Africa (protectorat)	24 511	9 194	3 832	37 708	Câbles et appareils télégr. et téléphon,
Maurice (et dépendances)	1 974	2 340	2 035	2 915	
Aden (et dépendances)	25 661	71 940	1 394	1 041	
Bombay (inclus Karachi)	130 943	160 540	159 392	146 120	
Bombay (par autre port que Karachi)	118 373	146 316	142 424	129 117	
Madras	36 706	30 771	25 628	31 509	
Bengale, Assam, Bihar et Orissa	144 868	144 480	165 697	158 507	
Birmanie	25 233	26 493	25 993	16 863	
Straits Settlements (inclus Labuan)	120 882	118 526	83 394	115 681	
Federate Malay States	13 028	22 933	21 045	5 856	
Ceylan et dépendances	28 462	1 101 537	19 976	15 151	
Hong-Kong	27 491	34 229	36 871	42 568	
Western Australia	44 883	50 468	40 694	33 282	
A reporter	2 675 452	4 509 251	2 443 928	2 706 228	

Digitized by Google

TABLEAU XXXVI. (Suite.) — *Récapitulation par pays acheteurs de matériel électrique dans le Royaume-Uni.*

PAYS ACHETEURS	VALEURS EN LIVRES STERLING				OBSERVATIONS
	1912	1913	1914	1915	
Report	2 675 452	4 509 251	2 443 928	2 706 228	
South Australia	62 586	85 041	34 371	55 496	
Victoria	91 142	85 019	80 490	140 034	Fils et câbles isolés.
Id.	57 010	69 442	47 204	45 371	Câbles et appareils télégr. et téléphon.
Id.	112 037	93 165	88 059	126 527	Autres sortes.
New South Wales	246 795	158 584	58 217	37 669	Câbles et appareils télégr. et téléphon.
New South Wales	244 192	244 277	206 311	110 804	Autres sortes.
Queensland	53 264	43 761	49 662	45 891	
Tasmania	10 318	6 662	7 092	5 355	
New-Zealand	168 720	171 776	162 637	215 615	
British North Borneo		9 300	42		Câbles et appareils télégr. et téléphon.
Canada	292 567	250 876	200 198	79 710	
Terre-Neuve et Labrador	5 289	10 255	10 689	2 846	Câbles et appareils télégr. et téléphon.
Autres colonies anglaises	157 139	113 000	213 707	90 338	
	4 176 511	4 850 411	3 592 707	3 667 684	

L'ensemble de l'exportation de matériel électrique anglais a été, en 1916, d'une valeur de 5 628 000 £, dont 776 300 £ pour le matériel télégraphique, en augmentation sur 1915.

Les deux articles les plus importants de cette exportation ont été :

	En valeur de		En 1915.
Les machines électriques.	1 719 000	contre	1 482 000 £
Les câbles (ni télégraphiques ni téléphoniques)..	1 342 000	id	916 000

L'ordre d'importance des pays acheteurs en 1916 a été le suivant :

L'Australie, la Nouvelle-Zélande, l'Inde et le Sud-Afrique, en progression active sur 1915;

L'Argentine, qui a continué à baisser;

Le Canada était stationnaire;

Le Japon, peu d'animation, car, du reste, ce pays commence à importer en Angleterre;

La Chine, affaires assez actives;

Le Brésil reste calme;

La France, dont les achats ont continué à progresser, pour une valeur totale de 600 000 £.

Quant à l'importation, elle a été, en 1916, d'une valeur de 2 736 000 £, représentant une moyenne mensuelle de 228 000 £ contre 220 500 £ en 1915.

Les principaux articles d'importation ont été en 1916 :

	En valeur de		En 1915.
Les machines............	1 080 000	contre	1 543 000 £
Le matériel télégraphique et téléphonique........	368 000	id	154 600
Les lampes et parties....	483 000	id	256 600

Les deux principaux pays vendeurs ont été : les États-Unis, d'abord, pour une somme dépassant de beaucoup celle de 1915, et la Hollande. Ce dernier pays a importé une valeur de 337 000 £, dont 311 000 £ en lampes et parties détachées, soit 26 000 £ par mois en 1916, quand en 1915 ce n'était que 10 000 £ par mois et 1 400 £ un mois avant la guerre.

CONCLUSION. — Pour résumer cette étude, forcément un peu longue en raison des nombreux tableaux statistiques qui l'accompagnent, on peut dire que le Royaume-Uni qui, en temps normal d'avant-guerre, exportait par an une valeur de 6 à 7 millions de livres sterling, (soit de 110 à 175 millions de francs) et importait une valeur de 2 millions et demi de livres sterling (soit environ 62 millions et demi de francs) de matériel électrique, a maintenu honorablement son rang malgré les difficultés de toutes sortes de main-d'œuvre, de transports, etc. Mais nos vaillants alliés peuvent, une fois la paix rétablie, s'ils n'y prennent garde, voir envahir leur marché intérieur par les produits des États-Unis dont l'industrie fait des pas de géant, sans parler de la Hollande ni du Japon. Quant aux débouchés anglais à l'extérieur, les fabricants de matériel électrique de la métropole britannique pourront, jusqu'à nouvel ordre, compter sur la fidélité de leurs clients et compatriotes d'Australie, de Nouvelle-Zélande, de l'Inde et du Sud-Afrique. Mais ils ont à redouter la perte de leur clientèle : du Canada, trop voisin des États-Unis ; de l'Argentine [1] et du Brésil, dont les commandes sont déjà fortement sollicitées par de nombreux représentants d'usines américaines appuyés par des succursales de banques américaines; de Chine et du Japon, visités par les fabricants japonais.

Pour ce qui a trait à la France, il faut espérer que des achats de 600 000 £ (15 millions de francs) de matériel électrique comme ceux faits en 1916 en Angleterre, ne se répéteront plus après-guerre et que notre industrie nationale saura se suffire à elle-même, sans parler d'une exportation désirable plus importante qu'avant les hostilités.

Désiré PECTOR.

[1] M. Langwillar, président de la Chambre de commerce française de Buenos-Aires, dans la conférence qu'il a faite au Grand-Hôtel, le 17 avril 1917, remarquait que, sur une valeur moyenne de 50 millions de francs de matériel électrique acheté à l'étranger par l'Argentine, 25 millions venaient d'Allemagne et seulement 500 000 fr de France.

Digitized by Google

Assemblées générales

Société nimoise d'Eclairage et de Force motrice par l'électricité.

Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 15 mai 1917.

Les recettes d'exploitation de l'exercice de la Société nimoise se sont élevées à 777545 fr, contre 660695 fr en 1915, soit en augmentation de 116850 fr; les dépenses d'exploitation sont passées de 345467 fr à 473774 fr, soit une augmentation de 128306 fr. Le bénéfice d'exploitation ressort ainsi à 303771 fr, en diminution de 11456 fr.

Le solde du compte profits et pertes, dans lequel figurent pour 38000 fr les obligations remboursées pendant l'exercice pour 204525 fr, les bénéfices de l'exercice et pour 9443 fr le report de l'exercice précédent, se monte à 251968 fr.

Sur cette somme il a été prélevé 840 fr pour amortissement sur prime de remboursement des obligations, 53000 fr pour amortissement du compte « Usine et sous-station », 34160 fr pour amortissement du poste « Compteurs » et 50000 fr pour la « Réserve générale d'amortissement »; un dividende de 10 pour 100, égal à celui des trois années précédentes, a été distribué aux actions.

Une Assemblée générale extraordinaire, qui s'est tenue le même jour que la précédente, a décidé de porter le capital de la Société de 1000000 à 2200000 fr par l'émission au pair de 2000 actions nouvelles de 500 fr. Ces actions n'ont été libérées que de moitié, et les actionnaires ont reçu, d'autre part, une somme de 500000 fr prélevée sur les réserves de la Société, de sorte qu'ils n'ont rien eu à débourser pour les actions nouvelles.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Frais de premier établissement	1 »
Frais d'émission des obligations	1 »
Prime d'amortissement des obligations	37 020 »
Usines et sous-stations, terrains, immeubles et matériel	1 006 571,16
Réseaux : postes, transformateurs, canalisations primaires et secondaires	1 288 998,15
Mobilier	1 »
Outillage	1 »
Compteurs	276 084 »
Installation du Grand Théâtre et chez les abonnés	1 »
Marchandises en magasin	21 551,05
Abonnés et débiteurs divers	111 064,45
Effets à recevoir	9 837 »
Caisses, banques et bons de la Défense nationale	287 581,88
Portefeuille	223 524,50
Cautionnements	250 »
Impôts de finances	3 219,60
	3 265 706,79

Passif.

	fr
Actions	1 000 000 »
Obligations 500 fr 4 1/2 pour 100 :	
1re série	Mémoire
2e série	793 500 »
A reporter	1 793 500 »
Report	1 793 500 »
3e série	460 500 »
Réserve légale	100 000 »
Réserve générale pour amortissements	470 000 »
Créanciers et fournisseurs	175 597,10
Coupons d'obligations et obligations à rembourser	34 981,25
Obligations amorties pendant l'exercice	37 160 »
Profits et pertes reportés	9 443,40
Bénéfice de l'exercice	204 525,04
	3 265 706,79

Compagnie du chemin de fer de Bayonne à Biarritz.

Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917.

Les recettes d'exploitation de la Compagnie, en légère diminution sur l'exercice précédent, se sont élevées à 241244 fr, contre 242975 fr en 1915.

Les dépenses d'exploitation ont été compensées dans la mesure du possible, et malgré l'augmentation des prix du charbon elles ont pu être ramenées de 190021 fr en 1915 à 175835 fr en 1916.

Le déficit de l'exercice a, par suite, été moindre qu'en 1915; néanmoins, l'exercice s'est soldé par une perte de 9903 fr, ce qui réduit à 4024 fr le montant des sommes qui ont pu être reportées à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Premier établissement	4 190 599,01
Comptes à amortir	34 000 »
Magasin	32 167,06
Caisses et banques	79 798,30
Débiteurs divers	13 422,86
	4 349 987,23

Passif.

	fr
Capital actions	1 600 000 »
Obligations :	
Non amorties	2 196 500 »
Amorties	278 000 »
Réserve statutaire	142 725,66
Fonds de renouvellement	55 139,79
Obligations remboursables non présentées et coupons à payer	16 780,79
Créditeurs divers	56 816,48
Compte des profits et pertes	4 024,51
	4 349 987,23

Société d'Electrochimie.

Assemblée générale ordinaire du 6 juin 1917.

L'ensemble des postes du bilan de la Société d'Electrochimie est passé depuis le dernier exercice de 27962027 fr à 35312138 fr; cette augmentation provient en grande partie de l'introduction dans ses écritures de l'actif et du passif de la Volta reprise au cours de l'exercice.

Le produit net de l'exploitation a été de 3784059 fr, au-

quel s'ajoute le solde de l'ancien exercice, soit 59899 fr. Une somme de 2300000 fr a été portée aux amortissements industriels, ce qui porte le total de ceux-ci à 13022435 fr, et représente environ 43 pour 100 des immobilisations. Le solde disponible du compte Profits et pertes, après amortissement d'obligations pour une somme de 157000 fr, ressort à 1383938 fr.

Un dividende de 10 pour 100 a été distribué aux actions, et 109882 fr ont été reportés au prochain exercice.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

		fr
Terrains, chutes et concessions..	2 656 467,30	
Loyers d'avance et cautionnements	46 916,50	
Constructions et travaux hydrauliques	10 013 090,05	
Matériel, outillage et platine....	13 627 236,65	
Participations diverses....	3 844 759,05	
Brevets, patentes et procédés....	1 »	
	30 188 470,55	
Amortissements..	13 022 435,70	17 166 034,85
Approvisionnements en magasin.	2 303 503,75	
Marchandises fabriquées et emballages	1 389 986,30	
Marchandises en cours de fabrication	258 463,05	
Débiteurs divers	6 341 377,25	
Banquiers et effets à recevoir...	3 759 939,50	
Espèces en caisse à Paris et dans les usines	54 060,90	
Titres en portefeuille	4 038 772,95	
		18 146 103,70
		35 312 138,55

Passif.

		fr
Capital actions	10 750 000 »	
Réserve statutaire	565 406,55	
Réserve extraordinaire	1 950 000 »	
Réserve spéciale aux actionnaires.	500 000 »	
Réserve pour retraites et secours.	515 292 »	
Amortissement d'obligations.....	648 500 »	
		14 929 198,55
Emprunt obligations	8 292 500 »	
Solde dû sur immeuble Villers...	136 000 »	
Provision pour éventualités......	240 000 »	
Créditeurs divers à long terme .	7 534 034 »	
		16 202 534 »
Créditeurs divers	1 845 514,15	
Obligations et coupons restant à payer	650 953,25	
Versements non appelés sur participations	300 000 »	
		2 796 467,40
Profits et pertes		1 383 938,60
		35 312 138,55

Chemin de fer de Pau-Oloron-Mauléon et tramways de Bayonne à Biarritz.

Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917.

Réseau de Bayonne. — Le bilan fait mention pour la première fois de la fusion de la Compagnie avec la Compagnie des tramways électriques de Bayonne par une augmentation du capital qui s'est trouvé porté de 3500000 fr à 4500000 fr.

La ligne de Bayonne à Biarritz (B. L. B.) a fait une recette de 404120 fr et son bénéfice net est en augmentation de 49220 fr.

La ligne de la Poudrerie de Blancpignon, mise en exploitation au 5 avril, a donné une recette de 45175 pour une dépense de 18861 fr.

Le bénéfice total d'exploitation du réseau bayonnais a été de 261012 fr contre 185477 fr en 1915.

Réseau Pau-Oloron-Mauléon. — Les recettes de ce réseau se sont élevées à 747329 fr, en augmentation de 154842 fr, mais les dépenses se sont accrues considérablement en raison de la hausse du combustible; elles ont été de 672906 fr contre 505888 fr en 1915.

Le bénéfice d'exploitation de ce réseau n'a été que de 74422 fr au lieu de 86607 fr en 1915.

Le département des Basses-Pyrénées ayant autorisé une majoration temporaire des tarifs de 10 pour 100, celle-ci a été mise en vigueur au 1er juin 1917.

Le compte Profits et pertes, pour l'ensemble du réseau, se solde après affectation d'une somme de 32464 fr au Fonds de renouvellement par un bénéfice net de 79554 fr, sur lesquels 70000 fr ont été portés au Fonds d'amortissement et le solde de 9554 fr a été reporté à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Immobilisations	8 291 693,49
Magasins	221 742,37
Caisse et banques	371 199,63
Portefeuille	159 013,75
Cautionnements	80 302,50
Débiteurs divers	236 259,63
Actionnaires	750 000 »
	10 110 211,37

Passif.

	fr
Capital	4 500 000 »
Obligations	2 860 500 »
Réserve légale et fonds d'amortissement	108 664,55
Fonds de renouvellement	191 081,82
Obligations remboursables et coupons à payer ..	291 310,57
Intérêt des obligations à payer au 1er janvier....	59 260 »
Créditeurs divers	2 019 839,98
Profits et pertes	79 554,45
	10 110 211,37

Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est (Jeumont-Nord).

Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917.

Le rapport du Conseil d'administration signale que, de même que pour les précédents exercices ayant suivi la déclaration de guerre, il ne lui a pas été possible d'obtenir sur les installations se trouvant en pays envahi les renseignements nécessaires pour pouvoir produire le bilan et le compte Profits et pertes de l'exercice écoulé.

L'outillage des Ateliers de Saint-Ouen a été augmenté principalement dans le but d'entretenir le matériel qui serait transporté ensuite à Jeumont, afin de remettre le plus tôt possible en activité l'usine de Jeumont aussitôt que cette région sera reconquise.

Des renseignements précis n'ont également pas pu être obtenus sur les résultats de l'exercice des Sociétés : Electricité et gaz du Nord, Société d'Electricité de la région de Valenciennes-Anzin, Société Gaz et Electricité du Hainaut, dans lesquelles les Ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est possèdent directement ou indirectement des intérêts.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

La banque et l'industrie.

M. Victor Margueritte examine dans l'« Information universelle » le rôle industriel de nos banques. Se basant sur les statistiques publiées en France par l' « Economiste européen » et en Allemagne par le « Deutsche Economist », il signale que 27 pour 100 seulement des capitaux français étaient utilisés dans le pays alors que 73 pour 100 étaient versés à l'étranger; tandis que l'Allemagne se réservait, pour ses besoins nationaux, 85 pour 100 et n'en exportait que 15 pour 100.

De 1903 à 1913, les capitaux français placés en valeurs françaises ne dépassaient guère 11 milliards 500 millions et nos valeurs étrangères atteignaient le chiffre de 31 milliards 677 millions. Les chiffres respectifs pour l'Allemagne étaient de 6 milliards en valeurs allemandes.

M. Marius Richard, dans son volume « L'Autre revanche » nous met au courant de l'emploi des capitaux français à l'étranger et cite divers emprunts dont notre industrie n'a retiré nul profit.

« Il n'est pas un économiste, pas un financier, pas un homme au courant de ces sortes d'affaires qui ne sache que l'Allemagne a été sauvée de la faillite grâce aux avances que nos établissements de crédit lui ont consenties aux époques de crise. Notre attaché commercial à Berlin, M. Ferrand, a relaté le fait dans un rapport où on peut lire que le désastre de l'industrie allemande tout entière fut évité en 1901, parce que la banque française avança aux banquiers de l'empire la somme de 1 200 millions en six coupons de 200 millions.

« Nous avons prêté un nombre respectable de millions à l'Espagne en vue de la réfection de sa flotte. Il eût été équitable et naturel, semble-t-il, qu'elle fît appel à nos arsenaux pour une partie tout au moins de ses constructions navales. Point. C'est un autre État qui a recueilli les commandes. Un autre pays d'Extrême-Orient nous a emprunté un milliard depuis dix ans. Grâce à nos beaux deniers, il a commandé pour 250 millions de matériel à l'Allemagne, 320 à l'Angleterre et 370 aux États-Unis.

« Une troisième nation, en 1909, a besoin de 250 millions de matériel. Nous lui avons fourni une grande partie de la somme et aussitôt elle a passé un ordre de 120 millions aux États-Unis, de 60 à l'Allemagne, de 8 millions à la France.

« Un quatrième État avait contracté, l'année précédente, un emprunt de 300 millions, sur lesquels la France avait fourni 125 millions, l'Angleterre 125 millions et l'Allemagne 50 millions. Moyennant quoi cet État a commandé pour 190 millions à l'Angleterre et le reste à l'Allemagne. La France n'a rien obtenu.

« L'Empire ottoman nous emprunte 80 millions et nous donne 14 millions de commandes; par contre, à la même époque, il place en Allemagne un emprunt de 50 millions, mais donne plus de 60 millions d'ordres. Une partie de nos capitaux avait servi à augmenter la commande aux usines Krupp. »

Il est regrettable que M. M. Marius Richard n'ait pas jugé inutile de dévoiler plus explicitement les établissements de crédit qui ont sauvé de la débâcle l'industrie allemande au détriment de nos entreprises nationales, ni de nous documenter sur les autorités officielles qui, à cette époque, ont favorisé l'exportation de nos capitaux à l'étranger sans exiger une répartition équitable de bénéfices en faveur des industriels français.

M. Victor Margueritte cite comme modèle de collaboration de la banque et de l'industrie la région dauphino-savoisienne dont les banques locales ont converti ce pays aride en un centre d'industries de toutes sortes; car jusqu'à ces toutes dernières années, les établissements de crédit n'ont guère témoigné aux sociétés de distribution d'énergie et autres entreprises nées de la houille blanche, qu'une profonde indifférence, quand encore leurs démarcheurs, plus préoccupés d'écouler dans le public des titres exotiques, ne faisaient pas preuve envers elles d'une hostilité déclarée. Il a fallu que le succès vint, que leur vitalité et leur prospérité s'affirmassent, qu'il n'y ait plus, pour les banquiers, d'efforts personnels à faire ni de risques à courir — quelquefois l'intervention de hautes personnalités faisant partie du Conseil d'administration de certaines grandes firmes industrielles — pour vaincre l'abstention systématique de ces puissants établissements financiers. Mais, pendant les vingt premières années au cours desquelles l'évolution industrielle, qui a si considérablement transformé le pays dauphinois, s'est effectuée, on peut affirmer sans crainte de démenti, que les banques particulières seules ont créé et soutenu toutes les entreprises régionales.

A cet effet, il rend un hommage mérité aux efforts des pionniers bancaires de la région :

Les Charpenay, Banque du Dauphiné, Ferradou, Banque privée de Grenoble; Cottet, Jacquier, de Lyon; Laydernier, d'Annecy; Banque de Savoie, de Chambéry, qui, sur un total de 402 millions de francs consacrés à la création et à l'exploitation de la force hydraulique, fournirent à elles seules la moitié des capitaux engagés, et contribuèrent ainsi au développement extraordinaire des industries électriques, électrochimiques, électrométallurgiques, etc., dans la région des Alpes.

Il est une autre région, dont ne parle pas M. Victor Margueritte, qui doit aussi son essor aux banques régionales: c'est la région de l'Est. Il est de toute équité de reconnaître les immenses services rendus à l'importante industrie de cette région par les banquiers Renault et Buffet, et de constater la place éminente qu'ils occupent dans la finance régionale française.

J N.

Projets allemands pour l'après-guerre.

Nous extrayons du numéro de novembre-décembre 1916 du « Bulletin de la Chambre de commerce russo-française de Pétrograd » les intéressantes indications qui suivent :

Maintenant que la Conférence économique de Paris a établi, en principe, les mesures à prendre pour empêcher l'ennemi de regagner l'influence qu'il exerçait sur les marchés des pays alliés avant la guerre, il est intéressant de connaître l'opinion des Allemands sur l'organisation de leur commerce extérieur de l'après-guerre. M. Leytès, correspondant de la « Gazette du commerce et de l'industrie », à Copenhague, donne quelques détails sur les projets allemands concernant les dispositions à prendre pour alimenter l'industrie de matières premières que l'Allemagne ne produit pas.

Pendant la guerre on a créé en Allemagne, avec la participation du Gouvernement, des Sociétés spéciales de guerre

pour l'importation des matières premières ; ces Sociétés, fonctionnant sur les indications du Gouvernement, ont monopolisé l'importation et la répartition des produits bruts entre les entreprises industrielles. En Allemagne, tout le monde est d'accord que ces Sociétés doivent continuer à fonctionner durant la période transitoire, afin de pouvoir, par la centralisation de l'importation, régler le bilan du commerce extérieur.

Certains économistes allemands ayant en vue que ces Sociétés spéciales de guerre ont acheté, dans les pays neutres, une grande quantité de marchandises qui ne pourront être livrées qu'après la conclusion de la paix, et qu'il a été créé en Allemagne des entreprises pour la production ou pour le remplacement des matières premières qui étaient importées avant la guerre, sont de l'avis que l'importation des produits bruts doit rester monopolisée même pendant la période qui suivra. Ces Sociétés devraient être transformées en Syndicats, qui seraient tenus de créer des centres de répartition et de vendre les produits aux industriels, au prix de revient, ainsi que de créer des stocks importants pour le cas d'un nouveau blocus. Les intérêts généraux de l'Empire doivent y être représentés par des commissaires du Gouvernement. Le monopole et la syndicalisation de l'importation des matières premières est motivée ainsi :

1° Le système d'importation pratiqué avant la guerre était défectueux, car il n'a pu assurer la formation de réserves suffisantes, ce qui est tout à fait naturel, le commerce libre ayant principalement en vue la diminution des dépenses et la garantie contre les pertes éventuelles ;

2° L'importation était basée exclusivement sur les intérêts du commerce et non sur ceux de l'industrie ;

3° Le change ne saurait être amélioré que si l'importation est étroitement liée à la politique financière générale, ce qui ne peut être obtenu exclusivement que par une centralisation de l'importation pendant une période assez prolongée ;

4° La concurrence des acheteurs faisant librement le commerce d'importation, fait monter les prix des marchés étrangers.

Les économistes du camp opposé assurent au contraire :

1° Qu'il n'est pas prouvé que la centralisation des achats contribue à la baisse des prix ; tout grand appareil, tel qu'un Syndicat, a toujours beaucoup plus de frais que le commerçant libre, dont l'intérêt est de travailler le plus économiquement possible ;

2° L'appareil bureaucratique du Syndicat travaille non seulement plus chèrement, mais manque encore de souplesse, ce qui l'empêche de profiter des fluctuations des marchés ;

3° Les Syndicats d'importation ne garantissent nullement les intérêts publics ; il est avéré, au contraire, que, grâce aux Syndicats, certaines branches de l'industrie acquièrent une prépondérance très grande au détriment des autres branches ;

4° Les Syndicats d'importation peuvent seulement approvisionner les marchés intérieurs et ceux qui y sont éventuellement attachés ; le commerce de transit devient impossible ; il est cependant dans l'intérêt de l'Allemagne que les ports de la mer du Nord développeront le commerce de transit, afin de concurrencer l'Angleterre et d'améliorer le bilan allemand. Le commerce de transit n'est toutefois possible que si l'importation est absolument libérée de toute limitation.

Il faut signaler deux projets tendant à concilier ces opinions absolument contraires. Le premier, développé par le docteur Landauer dans la « Frankfurter Zeitung », étant d'avis que les Sociétés militaires d'importation, transformées en Syndicats, élimineraient totalement le commerce d'importation privé, propose de les transformer en « Banques d'importation », d'après le modèle de la Banque impériale. Ces banques, telles que « Banque du coton », « Banque du blé », etc., etc., devraient être organisées sur les bases suivantes :

1° Le capital est formé par des apports particuliers, l'État garantit le payement des intérêts, touche une part des bénéfices, et nomme les employés de la banque ;

2° Les banques, outre le commerce privé, achètent les matières brutes, tant à l'étranger qu'en Allemagne, et les vendent aux industriels et aux commerçants ;

3° Les banques ont soin d'avoir toujours des stocks importants, dont les proportions sont établies par les conseils des banques, de concert avec le Gouvernement ;

4° Les banques ont le monopole pour accorder des prêts sur les matières premières, se trouvant en mer, en cours de route et dans les entrepôts, ce qui leur donne la possibilité d'influer, dans l'intérêt public ou dans celui de l'État, sur l'augmentation ou la diminution de l'importation ;

5° Les banques devraient se spécialiser par produits et avoir leur siège dans les centres commerciaux correspondants, pour coordonner leur activité avec les bourses locales et le commerce privé d'importation ; toutes ces banques devraient être réunies en une seule direction centrale, qui ferait partie de la Banque impériale. On atteindrait ainsi le but principal, celui de lier les opérations d'escompte à la politique d'importation. Les prix des matières brutes devraient forcément baisser, le marché allemand ne serait pas sous l'influence des marchés étrangers et le commerce de transit prendrait un nouvel essor.

Un autre projet est exposé dans la « Wirtschaftszeitung der Zentralmachte » par le docteur Utrecht. Il a en vue principalement la période transitoire et propose de créer immédiatement, pour chaque catégorie de matières brutes, des comités d'achat munis de crédits suffisants pour opérer de suite, par l'entremise des neutres, les achats de matières premières et pour affréter les bâtiments nécessaires. Un comité gouvernemental, avec représentants des sociétés spéciales militaires existantes, serait chargé de la direction générale des opérations des comités et de la répartition du tonnage, ce qui permettrait de garantir les moyens de transport, tout en abaissant les frets.

D'après le projet du docteur Utrecht, l'activité de ces comités comprendrait les mesures suivantes : 1° établir le tonnage existant ; 2° en faire la répartition, ayant en vue les besoins de la population, de l'industrie et du commerce ; 3° fixer le taux des frets et des assurances ; 4° employer immédiatement tous les bâtiments, non réquisitionnés par la flotte militaire ; 5° développer les édifices des ports de la Baltique et de la mer du Nord ; 6° faire une juste répartition des wagons de chemins de fer pour le transport à l'intérieur des produits importés ; 7° diriger toutes les matières premières achetées en Amérique vers les ports qui servent peu à la navigation internationale et y adapter les constructions nécessaires.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. TOME II. — N° 6. 11 AOUT 1917.

Chronique. — Nécrologie : Théodore Turrettini. — Bibliographie. — Le tour du monde en seize minutes et demie, p. 201 et 202.

Section scientifique et technique. — Le principe de relativité, par J.-B. POMEY, p. 203. — Revues, analyses et informations : Comité électrotechnique français, p. 210 ; Un thermomètre calorimétrique à résistance, p. 211 ; Le redresseur du courant Tungar, p. 212 ; Nouvelles conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les lampes à incandescence, p. 214.

Section industrielle. — Note sur la protection des centrales de grande puissance contre les effets destructifs des courts-circuits, par F. SCOUMANNE, p. 215. — Revues, analyses et informations : La nouvelle centrale hydro-électrique de Coire, p. 228.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Compagnie des chemins de fer des Côtes-du-Nord, p. 233 ; Compagnie du chemin de fer Métropolitain de Paris, p. 233 ; Société d'éclairage et de force motrice par l'électricité à Paris, p. 234 ; Energie électrique de la Basse-Loire, p. 234.

Section de législation. — Sur la proposition de loi relative à l'extension de la capacité civile des Syndicats, par R. LEGOUEZ, p. 235. — Législation, jurisprudence, réglementation : Electrocution par suite de la réunion d'un fil de haute tension à un fil d'utilisation ; exécution vicieuse d'une installation intérieure ; non-responsabilité de la Compagnie, par Paul BOUGAULT, p. 238 ; Sur la législation anglaise des « droits de passage » des lignes électriques, p. 239 ; Décret relatif à la création d'une Commission exécutive chargée de réaliser l'entente au sujet de la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre et de décider toutes mesures à prendre pour y parvenir, p. 239 ; La reconstitution industrielle des régions envahies, p. 240.

Nécrologie : Théodore Turrettini. — Dans le courant de l'année dernière, est décédé à Genève un ingénieur suisse de la plus grande valeur, M. Théodore Turrettini.

Théodore Turrettini était né à Genève le 27 avril 1845 ; après avoir fait ses études classiques, il était entré à la Faculté technique de Lausanne dont il sortit, en 1867, avec son diplôme d'ingénieur. Il fut nommé presque immédiatement directeur de la fabrique d'instruments de physique du chemin Gourgas à laquelle il est resté attaché jusqu'à sa mort et qu'il a développée d'une façon considérable.

Il continua, malgré cela, à augmenter son instruction, désireux de connaître et de suivre pas à pas les progrès considérables de la mécanique et de l'électricité, cette dernière faisant alors ses premiers pas dans le domaine des applications industrielles.

En 1868, Théodore Turrettini assiste à Berlin, chez Siemens et Halske, au premier essai de génératrices électriques construites par cette firme. En 1871, il installa avec plein succès des moteurs hydrauliques chez des particuliers. En 1873, on le retrouve à l'Exposition de Vienne où il suit avec passion la première expérience de transport et d'énergie à distance faite sous la direction d'Hippolyte Fontaine. En 1875, il demande l'autorisation d'établir à Carouge, sur l'Arve, une installation hydraulique d'un millier de chevaux.

En 1880, il passe deux mois chez Edison en Amérique, au moment où la lampe Edison faisait sa première apparition ; la même année, il fait à la Société des instruments de physique des expériences relatives à l'éclairage électrique.

En 1883, il installe à l'Exposition nationale suisse de Zurich la première transmission d'énergie à distance. En 1891, sa grande renommée le fait choisir comme expert par la Société qui s'était fondée pour l'utilisation de la chute du Niagara.

Théodore Turrettini fut membre du conseil administratif de la ville de Genève, de 1882 à 1902, et plusieurs fois « président de la Ville ». Il fut également membre du conseil municipal de 1882 à 1910, du Grand-Conseil de 1901 à 1907 et du Conseil national de 1906 à 1912. Il s'y fit remarquer par sa haute connaissance des affaires et par son éloquence claire et sobre. Colonel commandant l'artillerie d'un corps d'armée suisse, il se montra un technicien et un officier de premier ordre.

Il était ingénieur-conseil d'un grand nombre de sociétés et, en particulier, de la Société franco-suisse pour l'in-

Digitized by Google

dustrie électrique. Il faisait également partie du Comité genevois du P.-L.-M.

Parmi les travaux de grande envergure auxquels participa Théodore Turrettini, nous citerons la régularisation du niveau du lac Léman et l'utilisation de la force motrice du Rhône, les travaux de restauration, d'agrandissement et d'embellissement de la ville de Genève auxquels il prit une part active pendant les vingt ans qu'il resta au conseil administratif de cette ville.

En 1893, il organisa l'exposition de Genève, tout en continuant à administrer la ville de Genève, à construire l'usine de Chèvres et à diriger sa propre fabrique.

Enfin, nous terminons en disant que Théodore Turrettini présida, à partir de 1899, l'Association pour le percement de la Faucille et c'est lui qui détermina le tracé de la ligne à construire de Lons-le-Saunier à Crozet.

La mort de Théodore Turrettini cause une lourde perte à la Suisse industrielle, dont il était un des représentants les plus actifs et les plus écoutés.

Bibliographie : Localisation et extraction des projectiles, par L. OMBRÉDANNE, professeur agrégé à la Faculté de Paris et R. LEDOUX-LEBARD, chef de Laboratoire de Radiologie des hôpitaux de Paris (1). — Chargés depuis deux ans et demi du service de chirurgie et de radiologie à l'avant d'abord, puis dans une formation sanitaire de l'intérieur, les auteurs ont voulu se rendre utiles encore à nos glorieux blessés en cherchant à diffuser dans le monde médical les observations et les tours de main sanctionnés par leur longue expérience soit dans leur hôpital, soit dans d'autres centres. C'est dans cette intention qu'ils ont écrit l'excellent traité de localisation et d'extraction des projectiles que nous présentons aujourd'hui à nos lecteurs.

Dans leur préface, ces éminents praticiens insistent avec raison sur la nécessité d'une collaboration étroite entre le chirurgien et le radiologiste, l'un complétant l'autre ; c'est de cette bonne liaison entre les deux spécialistes que dépend essentiellement la constance du succès.

Les chapitres I à IV sont consacrés à la production des rayons X et à leurs propriétés principales ; à la démonstration des lois des projections et aux premières notions d'interprétation radiologique et enfin à la description du matériel radiologique indispensable. Les chapitres V et VI contiennent quelques généralités sur la recherche du corps étranger et les effets des projectiles. Une théorie générale des procédés de localisation, rédigée par M. A. Dauvillier, forme le chapitre VII, tandis que les procédés de localisation radioscopiques et radiographiques constituent la matière des chapitres VIII et IX. Les auteurs ont évidemment fait un choix judicieux parmi les nombreuses méthodes qui ont vu le jour et qui témoignent du louable souci que l'on a apporté, de tous côtés, au soulagement de nos blessés. Beaucoup de compas sont actuellement en service ; les auteurs en font un examen critique très intéressant ; puis, dans le chapitre IX, insistent sur les avantages de la radiostéréoscopie pour situer anatomiquement un projectile. A ce propos nous vous promettions de dire que, dès octobre 1914, M. Corlardeau se servait d'un stéréoscope Cazes pour l'examen des deux clichés qui sont à la base de sa méthode. Malheureusement, beaucoup d'observateurs ne sont pas doués pour la vision du relief, ce qui limite l'emploi du stéréoscope et prive ainsi le chirurgien d'indications à ce point précieuses que le chapitre XI tout entier est consacré à la localisation anatomique. « Le radiologiste qui a déterminé la présence d'un projectile et sa profondeur exacte à partir d'un point donné de la peau, n'a pas pour cela terminé son rôle auprès du chirurgien, bien au contraire. Il est, en général, infiniment plus important pour ce dernier et pour la sécurité, la rapidité et la réussite de son intervention, de savoir où siège anatomiquement un projectile que d'en connaître la profondeur rigoureuse en millimètres. »

En quelques pages, on développe, dans le chapitre XII, les indications et contre-indications à l'extraction des projectiles.

Il s'agit maintenant de tenter l'extraction du projectile, connaissant sa profondeur à partir d'un certain point marqué sur la peau. Les auteurs classent alors les procédés opératoires en procédés de fortune, procédés de précision et procédés de certitude. Dans les premiers, on fait usage de deux images dans des plans perpendiculaires, d'une localisation anatomique ou encore d'une aiguille stérilisée. Les seconds sont basés sur l'emploi des appareils de guidage mécanique communément désignés par le terme générique de compas. Leur rendement ne dépasse cependant pas 90 pour 100, tandis qu'avec les procédés de certitude, le blessé étant couché sur la table radiologique, l'ampoule sous la table, l'opérateur peut voir ce qu'il fait ou ce qu'il a à faire. C'est l'extraction sous l'écran et, dans ce cas, l'ampoule fonctionne ou d'une manière continue ou d'une manière intermittente. M. Ombrédanne et Ledoux-Lebard ont été les promoteurs de cette dernière méthode dont ils développent longuement le processus opératoire.

Les chapitres XIV et XV terminent l'ouvrage ; ils contiennent quelques renseignements sur les particularités propres à certaines régions et sur les procédés électriques de détection tels que l'électrovibreur de Bergonié et la balance d'induction modifiée de Hughes.

Ce traité est donc bien une mise au point de tous les progrès réalisés par la chirurgie depuis deux ans et demi. Imprimé avec du caractère n° 8 et des intercalations nombreuses de numéro 7, richement illustré de figures dont les légendes sont largement développées, il contient une abondance de matières dont son format et son nombre de pages ne peuvent donner une idée exacte. Ajoutons enfin que son prix modeste est un record par ces temps de surenchérissements outranciers.

B. C.

(1) Un volume 12 × 19 cm, de I-IV et 1-348 pages, avec 225 fig. dans le texte et 30 photographies hors texte, de la Collection horizon. Masson et Cie, éditeurs, Paris. Prix broché, 4 fr.

Le tour du monde en seize minutes et demie. — D'après le « Journal télégraphique » de Berne, le journal new-yorkais, le « Times », a expédié à son adresse un télégramme autour du monde. Le télégramme a parcouru 28613 miles anglais en 16 minutes et 30 secondes. C'est le plus court délai atteint jusqu'à présent par un télégramme ordinaire.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Le principe de relativité

Le présent article est le résumé d'une conférence faite par l'auteur aux élèves ingénieurs de l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes. L'auteur expose le principe de relativité d'après Lane; il établit la formule fondamentale de la transformation de Lorentz en suivant la voie indiquée par H. Poincaré; il reproduit également un raisonnement emprunté à M. E.-M. Lémeray dans sa monographie sur le principe de relativité. Le paragraphe relatif à l'aberration est tiré de la Physique de Chwolson. Le but de l'auteur a été d'initier ses élèves à la théorie nouvelle et il a essayé de le faire, de la façon la plus élémentaire, en s'abstenant de toute discussion philosophique.

Un principe est une loi qui, ayant été démontrée dans certains cas particuliers, paraît d'une application si générale qu'on admet qu'elle ne puisse jamais être mise en défaut, de sorte que les écarts éventuels entre l'observation et la théorie doivent être considérés, non comme des objections de nature à ébranler l'autorité du principe, mais comme des avertissements de l'apparition d'un phénomène nouveau, révélé justement par l'écart constaté, lequel pourra, si le phénomène nouveau est simple, lui servir de définition et de mesure.

C'est ainsi que la règle de la composition des forces ne paraît plus pouvoir être infirmée, car chaque composante nouvelle qu'il serait nécessaire d'introduire pour que la règle tînt, définit, si les conditions de l'expérience mettent en évidence un phénomène pur, une nouvelle nature de force. De même, s'il s'agit de la conservation de l'énergie, chaque déficit apparent d'énergie définit au moins une nouvelle variété d'énergie qui n'était pas comprise au nombre de celles qui étaient entrées en ligne de compte.

Un principe est donc indémontrable; mais on peut lui faire subir de multiples transformations; il y a intérêt à montrer son accord avec des hypothèses très générales; il est utile d'exposer les idées qui ont amené sa conception. Mais c'est avec raison que M. Bouasse laisse aux philosophes le soin de discuter cette genèse et se refuse à démontrer les principes. Car les démonstrations ne sauraient avoir la généralité du principe.

L'induction d'un principe comme celui de Carnot suppose l'échec préalable d'un nombre infini de tentatives pour réaliser un « perpetuum mobile » de seconde espèce. Un principe repose surtout sur les nombreuses constatations faites de l'impossibilité de le mettre en défaut, dans les divers cas de la pratique où tous les éléments du problème sont connus et calculables et où l'on a de légitimes raisons d'espérer qu'aucune cause inconnue n'a pu introduire d'erreur.

L'histoire du principe de relativité est semblable. Il s'agissait de savoir si l'on peut ou non déterminer le mouvement d'un système matériel (matière ou électrons, en l'espèce, c'est tout un) par rapport au milieu qui transmet les ondulations lumineuses ou électriques. Au lieu de chercher le mécanisme, l'hypothèse ou le phénomène qui expliquent l'impossibilité de cette détermination, le principe de relativité admet du premier coup cette impossibilité et on nous laisse le soin d'en tirer les conséquences.

Ce qui tombe directement sous nos sens c'est le mouvement de la matière par rapport à la matière. Mais, dans la théorie de la lumière, il y a une hypothèse fondamentale qui consiste à admettre l'existence d'un milieu, immobile dans son ensemble, qui transmet les ondulations électromagnétiques et la lumière. On peut donc, si l'éther existe, se proposer de combiner des expériences d'optique en vue de mettre en évidence le mouvement relatif de la matière et de l'éther. Diverses expériences ont, en effet, été tentées. Elles se rangent en deux groupes : dans les unes, on peut négliger le carré du rapport de la vitesse de la matière à la vitesse de propagation de la lumière; dans les autres, le degré de sensibilité des appareils permet d'atteindre ce carré. Pour le premier groupe d'expériences, une explication a été imaginée (le temps local); pour le second groupe d'expériences, une autre explication a été ajoutée (la contraction longitudinale). Allait-on avoir besoin d'une hypothèse nouvelle chaque fois que la finesse des méthodes d'observation permettrait d'augmenter la précision? Ce n'eût guère été philosophique. C'est alors que le point de vue a été renversé et la question était : quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour que le résultat négatif fût intégralement expliqué? Il fallait donc poser comme principe ce que l'on n'apercevait jusqu'alors que comme une conclusion. Il n'y avait qu'à en développer les conséquences.

Admettons donc que le principe de relativité soit vrai. Dès lors, nous devons renoncer à mesurer le mouvement de la matière par rapport à l'éther. Tout point de repère nous échappe. L'hypothèse de l'éther devient inutile. Les équations du champ électrique et magnétique, qui étaient censées nous renseigner sur les propriétés de ce milieu, perdent à peu près toute signification. Elles passent à l'état de postulats.

Digitized by Google

Pour le moment, cette réserve étant faite, nous continuerons provisoirement à appeler éther le milieu qui transmet les ondes lumineuses. Aucun phénomène ne nous fait supposer ou concevoir qu'il y ait un autre milieu plus caché et moins affecté encore par les phénomènes physiques, par rapport auquel l'éther serait lui-même en mouvement relatif. On admet donc l'immobilité de l'éther et c'est le mouvement par rapport à l'éther auquel on donnera le nom de mouvement absolu. L'impossibilité de mesurer un mouvement absolu conduit au principe de relativité qui a pour objet d'affirmer que les déplacements qui tombent sous nos sens ne peuvent nous renseigner que sur les mouvements des diverses parties de la matière les unes par rapport aux autres.

Il y a déjà, pour les phénomènes de la mécanique rationnelle, un principe de relativité. Lorsque nous voyons un corps tomber, il obéit à la loi de la chute des graves; sa trajectoire et son mouvement sont les mêmes que si la Terre était immobile, au lieu d'avoir le mouvement de translation qui l'emporte autour du Soleil. La déviation vers l'Est est un phénomène qui nous avertit justement d'un mouvement de rotation de la Terre, mouvement qui vient se composer avec celui de translation. D'une façon générale, si un observateur appartient à un système animé d'un mouvement de translation rectiligne et uniforme, il n'y a point de phénomène mécanique, dont l'observation, dans ce système, puisse le renseigner sur ladite translation. C'est le principe de relativité de la mécanique. Or, si on le suppose général et applicable en particulier au champ électromagnétique, les équations fondamentales de l'Optique n'étant plus les mêmes pour un système en mouvement que pour un système au repos, on conçoit que le mouvement absolu puisse être décelé par des expériences convenables. Il est clair que, s'il y a un principe de relativité, il doit s'appliquer aussi bien dans le domaine de la mécanique que dans le domaine de l'optique. Or, il ne paraît pas y avoir d'objection grave à introduire dans la mécanique le principe de relativité de l'électromagnétisme, avec les conséquences qu'on en tire pour les transformations des équations, qui s'appliquent lorsqu'on passe des systèmes en repos aux systèmes en mouvement, parce que l'écart qui résulte de la non-identité des deux principes ne conduit en général qu'à des différences insensibles. Et, dans les phénomènes de la mécanique céleste où la différence apparaît, cette différence explique justement des divergences entre l'observation et les anciens calculs. C'est tout au moins la thèse soutenue par les savants qui adhèrent au nouveau principe, et ce serait une raison très forte en faveur de son adoption.

C'est donc dans l'interprétation des expériences d'optique que la nécessité s'est imposée tout d'abord de choisir entre le principe de relativité de la mécanique et celui de l'électromagnétisme.

Aucune considération de mécanique pure ne nous empêche de concevoir qu'un élément matériel soit animé d'une vitesse supérieure à celle de la lumière. Et cependant, les phénomènes de diffraction nous prouvent qu'il y a une action de la matière pondérable sur l'éther; si donc il y a quelques liaisons entre la matière et l'éther, il n'y aurait rien d'étonnant, pour celui qui admet l'existence de l'éther, à ce que ces liaisons se fissent sentir plus particulièrement aux grandes vitesses se rapprochant de la célérité des ondes lumineuses. Elles pourraient même réagir avec une intensité suffisante pour rendre impossible la communication à un élément matériel d'une vitesse égale à celle de la lumière. Dans cet ordre d'idées, les lois de la mécanique classique ne seraient qu'une première approximation, valable seulement pour les vitesses qui sont faibles en comparaison de 300 000 km : sec. Ces vues sont-elles justifiées ? Les phénomènes mécaniques terrestres sont trop lents pour nous renseigner. Il faut donc recourir aux observations astronomiques, à l'étude des rayons β du radium, aux expériences d'interférence, pour avoir quelques éclaircissements à ce sujet.

Examinons les phénomènes les plus simples. Posons en principe que le mouvement absolu nous échappe, et, sans nous préoccuper de savoir comment nos conceptions du temps ou de l'espace peuvent en être affectées, voyons quelles conséquences il faut tirer du principe pour les mesures de durée et de longueur.

Introduction du temps local. — Deux observateurs A et B sont immobiles par rapport à l'éther; B veut régler sa montre sur celle de A. Il lui envoie un signal à une heure convenue, que nous prenons pour origine des temps. Le signal arrive à l'observateur A, situé à la distance d, à l'heure $\frac{d}{V}$, V étant la vitesse de la lumière. A ce moment, la montre de A marque l'heure τ, tandis que l'heure de B est $\frac{d}{V}$; l'heure de B est donc en avance de $\frac{d}{V} - \tau$ sur celle de A. Soit a cette avance ; posons :

$$a = \frac{d}{V} - \tau.$$

Pour éviter toute erreur, sur les évaluations de V et de d, l'observateur A rapporte de même, à une époque prise pour origine des temps, un signal reçu par B à l'heure τ' ; à ce moment, le signal lui envoie en quelque sorte l'heure $\frac{d}{V}$ de A ; il avance donc de $\tau' - \frac{d}{V}$, et l'on a :

$$a = \tau' - \frac{d}{V}$$

d'où :

$$a = \frac{\tau' - \tau}{2},$$

quantité indépendante de d. La distance n'a donc pas besoin d'être mesurée et toute erreur sur la valeur de V est aussi éliminée.

Digitized by Google

Supposons maintenant que les observateurs, au lieu d'être en repos, par rapport à l'éther, soient animés d'une vitesse v dans le sens AB. L'observateur B fuit en quelque sorte devant le signal, tandis que l'observateur A va à sa rencontre. D'après les heures de réception des signaux notées par A et B respectivement, on a les avances :

$$a_1 = \frac{d}{V+v} - \tau$$

$$a_2 = \tau' - \frac{d}{V-v}$$

dont la moyenne est :

$$\frac{a_1 + a_2}{2} = \frac{\tau' - \tau}{2} + \frac{1}{2}\left(\frac{d}{V+v} - \frac{d}{V-v}\right),$$

d'où, sensiblement, v étant petit devant V :

$$\frac{a_1 + a_2}{2} - a = \frac{vd}{V^2}.$$

Si B corrige sa montre de l'avance $\frac{a_1 + a_2}{2}$, comme dans le cas précédent, et c'est ce qu'il fera, s'il n'a pas conscience de son mouvement de translation, cette correction sera trop grande de $\frac{vd}{V^2}$. Il met donc en réalité sa montre en retard de cette quantité sur celle de A. Ce retard est proportionnel à la distance d de B au point A ; l'heure de B n'est plus l'heure vraie, c'est une heure locale.

Si l'on imagine que chaque observateur d'un système en mouvement se serve de l'heure locale au lieu de l'heure vraie, on se rend compte du résultat négatif des expériences destinées à mettre en évidence le mouvement absolu, toutes les fois que les termes en $\frac{v^2}{V^2}$ peuvent être considérés comme négligeables. La considération de l'heure locale a été introduite par Lorentz qui montre que, dans les conditions indiquées, les équations du champ électromagnétique conservent pour un système en mouvement la même forme que pour un système au repos. La substitution qui laisse les équations inchangées est

$$\begin{aligned} x' &= x - t\xi \\ y' &= y - t\eta \\ z' &= z - t\zeta \\ t' &= t - \frac{1}{V^2}(x\xi + y\eta + z\zeta) \end{aligned}$$

dans laquelle x, y, z, x', y', z' sont les coordonnées du même point par rapport à des axes au repos ou à des axes entraînés d'un mouvement de translation rectiligne et uniforme et où ξ, η, ζ sont les composantes de la vitesse d'entraînement, t étant le temps vrai, t' le temps local. Les carrés de ξ, η, ζ sont supposés négligeables. S'il s'agit du mouvement de translation de la Terre, la vitesse d'entraînement a pour valeur approximative 30 km : sec, et la différence entre les heures locales de deux localités distantes de 1 km dans le sens du mouvement serait égale au tiers d'un millième de millionième de seconde.

Ce théorème, en dépit de sa généralité, ne satisfait pas entièrement l'esprit, parce que l'explication qu'on en déduit n'a l'aspect que d'une première approximation. Ne pourrait-on augmenter la précision ? Il faudrait revenir aux termes du second degré. Or c'est ce qui est arrivé. Voici l'expérience. Elle est de Michelson. Je me borne à en esquisser le schéma. Les instruments étaient assez délicats pour permettre d'apprécier les termes négligés jusqu'alors.

Hypothèse de la contraction longitudinale. — L'observateur A se déplace avec la vitesse absolue v dans la direction AA' (fig. 1). Il envoie sur un miroir M,

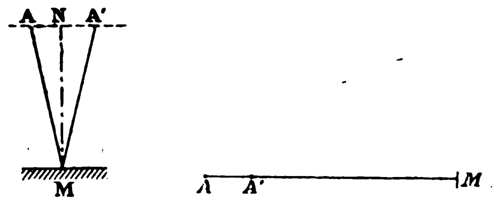


Fig. 1 et 2. — Schémas des expériences de Michelson.

situé à la distance NM $= d$ de AA' un rayon lumineux qui s'y réfléchit et, comme le miroir est perpendiculaire au plan AMA', on peut imaginer que A' est le point où l'observateur lui-même recueille le rayon lumineux réfléchi. Il a alors parcouru, grâce au mouvement d'entraînement, le chemin vt ; le chemin parcouru par la lumière est AM + MA' et l'on a :

$$t = 2\frac{\text{AM}}{V} \qquad \text{ou} \qquad \frac{V^2 t^2}{4} = d^2 + \frac{1}{4}v^2 t^2$$

d'où, sensiblement :

$$t = \frac{2d}{V}\left(1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{V^2}\right).$$

L'observateur refait l'expérience dans un azimut perpendiculaire au premier. Le miroir M, sur le prolongement de AA', est normal à cette direction (fig. 2). L'observateur envoie de A un signal lumineux qui, après réflexion sur M, lui revient quand il est en A'. Le signal met un temps t' à faire le chemin AM + MA', soit

$$t' = \frac{d}{V-v} + \frac{d}{V+v}$$

Digitized by Google

ou sensiblement

$$t' = \frac{2d}{V}\left(1 + \frac{v^2}{V^2}\right).$$

On a donc :

$$t' - t = 2d.\frac{1}{2}\frac{v^2}{V^2}.$$

C'est au moyen d'expériences d'interférence que $t' - t$ se mesure. Or l'expérience donne $t' - t = 0$, bien que la valeur $\frac{dv^2}{V^2}$ dépasse l'ordre de grandeur des erreurs accidentelles. Si, dans la seconde expérience, la distance, au lieu d'être d, n'était plus que d', on aurait eu $t' = t$ pour la valeur d' donnée par la relation :

$$2d'\left(1 + \frac{v^2}{V^2}\right) = 2d\left(1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{V^2}\right)$$

d'où, sensiblement :

$$d' = d\left(1 - \frac{1}{2}\frac{v^2}{V^2}\right).$$

Donc, dit-on, d a dû subir dans le sens du mouvement une contraction, dont on pourra chercher l'origine dans quelque liaison entre la matière et l'éther.

Lorentz et Fitzgerald ont ainsi introduit l'hypothèse de la contraction longitudinale.

Mais quelle hypothèse nouvelle aurait-il fallu faire le jour où l'on aurait eu à calculer les termes en $\left(\frac{v}{V}\right)^4$?

Transformation de Lorentz. — Le moment était venu de rechercher une explication qui fût applicable à n'importe quel degré d'approximation; et Einstein propose le principe de relativité.

Déjà la voie se trouvait frayée par Lorentz lui-même. Il avait montré que les équations du champ électromagnétique demeurent inaltérées — cette fois, rigoureusement — quand on leur fait subir la transformation qui porte son nom.

Cette transformation est la suivante :

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - \frac{v}{V^2}x}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}}.$$

Le problème qui se pose est de savoir si l'on peut associer les deux hypothèses (temps local et contraction longitudinale), de manière à rendre compte complètement de l'impossibilité de mesurer par un phénomène de signalisation le mouvement relatif de la Terre par rapport à l'éther.

Le principe du temps local avait amené à considérer le temps dont se sert chaque observateur comme différent du temps employé par un observateur placé dans un autre lieu du même système et l'on avait

$$t' - t = C,$$

la constante C étant proportionnelle à la différence des abscisses, comptées dans la direction du mouvement d'entraînement.

Ralentissement du mouvement d'une montre liée a un système en mouvement de translation. — Mais cette hypothèse ne suffit pas. Pour pouvoir l'associer à celle de la contraction longitudinale, il faut poser :

$$Kt' = t + C,$$

la constante K devant être déterminée par le calcul même qui sera fait. On verra qu'elle n'est pas égale à l'unité. Quelle est sa signification? Comme on a $K > 1$, ainsi qu'on le verra, son introduction revient à admettre que les phénomènes mécaniques sont ralentis par le mouvement de translation du système où ils se produisent.

Il est utile de justifier directement la nécessité d'introduire le facteur K. Voici le raisonnement.

Considérons deux observateurs A et B animés respectivement dans le sens AB des vitesses v et v'. L'observateur A envoie à l'observateur B des signaux lumineux à des intervalles de temps réguliers, toutes les T secondes. Ils sont reçus par B à intervalles de temps réguliers, toutes les T' secondes. Dans l'intervalle de chaque période d'émission, A se rapprocherait de B, si celui-ci était immobile, de la distance vT, mais B augmente de son chef la distance qui le sépare de A du chemin $v'T'$ qu'il parcourt pendant la durée des intervalles de réception. Cette augmentation de distance $v'T' - vT$ est rattrapée par les signaux dans le temps $T' - T$ et, comme leur vitesse est V, on a :

$$v'T' - vT = V(T' - T).$$

Si, à son tour, c'est B qui envoie des signaux régulièrement espacés, de période T, ceux-ci sont reçus par A à des intervalles de temps égaux à T'' et l'on a :

$$v'T - vT'' = V(T'' - T).$$

Ces deux équations permettent de déterminer v et v', valeurs absolues, ce qui ne doit pas être.

Pour simplifier, faisons $v = 0$, l'observateur A est immobile; les mesures de temps T et T'' faites par lui sont des mesures du temps vrai. Si nous imaginons qu'au contraire, les pulsations de la montre de B soient ralenties, parce qu'il est en mouvement, nous pouvons satisfaire au principe de relativité; les durées auxquelles il aura attribué faussement les valeurs T et T' seront en réalité KT et KT'. Or, les équations précédentes, simplifiées par l'hypothèse $v = 0$, s'écrivent :

$$v'T' = V(T' - T),$$
$$v'T = V(T'' - T),$$

Digitized by Google

et donnent

$$T' = \frac{VT}{V - v}, \qquad T'' = \frac{V + v}{V} T.$$

Elles doivent être remplacées par les suivantes :

$$KT' = \frac{VT}{V - v}, \qquad T'' = \frac{V + v}{V} KT.$$

Mais si, dans ces conditions, les observateurs trouvent $T' = T''$, de façon à ne pouvoir distinguer lequel des deux est en mouvement, c'est que l'on a, comme on le voit en éliminant $\frac{T}{T'}$:

$$K^2 = \frac{V^2}{V^2 - v^2}.$$

On devra donc bien avoir $K > 1$. Comme K doit être réel, la vitesse de la lumière dépasse toujours celle des corps matériels.

Si le principe de relativité doit être d'une application générale, il est donc impossible d'attribuer à la matière une vitesse supérieure à celle de la propagation des ondes lumineuses. Or, on pourrait supposer qu'un corps A fût déjà animé d'une vitesse v très voisine de celle de la lumière, quoique inférieure à elle et il suffirait, si la règle cinématique ordinaire de la composition des vitesses s'appliquait, de communiquer à un élément matériel une vitesse v' supérieure à $V - v$, c'est-à-dire assez faible pour lui donner une vitesse absolue plus grande que celle de la lumière, ce qui conduirait à une valeur imaginaire de K, résultat absurde. Il en résulte qu'il faut s'attendre à voir les règles de la composition des mouvements profondément modifiées. Quant à la cause qui nous empêche de pouvoir augmenter la vitesse d'un élément matériel au delà de la vitesse de la lumière, on peut la trouver dans la dépense d'énergie qui serait nécessaire pour vaincre la réaction de l'éther contre toute accélération.

Quoi qu'il en soit, supposons que le temps t' compté par un observateur en mouvement soit donné par la relation :

$$Kt' = t + C,$$

K et C dépendant de la vitesse et C dépendant en outre linéairement de la position de l'observateur.

Établissement de la formule fondamentale. — Si la source lumineuse est au repos, les différentes ondes lumineuses émanées d'elle sont des sphères concentriques.

Si la source O est en mouvement, qu'arrivera-t-il ?

Considérons une onde émise à un moment antérieur. Cette onde, de centre O', est une sphère de rayon t (en faisant $V = 1$). Dans le temps t, la source a parcouru le chemin $OO' = vt$. Les rayons des ondes successives sont donc proportionnels à la distance de leur centre au point O; on a donc un système de sphères homothétiques, le centre d'homothétie étant le point O.

Mais tous les corps subissent la contraction longitudinale dans le sens OO'.

L'équation de la méridienne de l'onde sphérique était :

$$(x - vt)^2 + y^2 = t^2.$$

L'onde est restée sphérique.

Si nous la rapportons à un système qui a subi une contraction, toutes les longueurs dans le sens des abscisses paraîtront allongées.

Que devient l'équation des sphères ?

Si j'appelle λ la dilatation, l'abscisse du point O' centre de l'onde émise à l'époque t sera λvt. Le petit axe de l'ellipse continuera à être égal à t, mais le grand axe deviendra λt. L'équation de l'ellipse méridienne de l'onde apparente sera :

$$\frac{(x' - \lambda vt)^2}{\lambda^2 t^2} + \frac{y'^2}{t^2} = 1,$$

ou

$$x'^2 + y'^2 = \left(1 - \frac{1}{\lambda^2}\right) x'^2 + 2\frac{vt'}{\lambda} x' + (1 - v^2) t^2.$$

On a une famille d'ellipsoïdes homothétiques par rapport au point O.

Les observateurs qui sont placés sur l'un de ces ellipsoïdes perçoivent simultanément le même signal. Ils mesurent le temps d'après la distance qui les sépare de la source O. Le temps t' est pour eux le rayon vecteur de l'ellipse mené du pôle O. Or, d'après la formule,

$$Kt' = t + C,$$

ce temps t' est une fonction linéaire de l'abscisse. Donc le rayon vecteur mené de O devant être une fonction linéaire de l'abscisse, il faut que O soit le foyer de l'ellipse.

Pour que l'origine soit un foyer, il suffit d'écrire la condition pour que le trinôme du second degré en x' qui figure au second membre de notre équation soit un carré parfait; on a ainsi :

$$\frac{v^2}{\lambda^2} = \left(1 - \frac{1}{\lambda^2}\right)(1 - v^2),$$

ou

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2}},$$

et par suite :

$$t' = \sqrt{x'^2 + y'^2} = t\sqrt{1 - v^2} + vx'.$$

C'est la formule fondamentale.

Digitized by Google

Toutes les ondes sont alors des ellipsoïdes homothétiques ayant pour foyer le point O.

Le temps apparent mis par la lumière pour aller de la source aux observateurs sera le même, que les observateurs soient en repos ou en mouvement; par suite, les phénomènes optiques qui sont régis par la condition de minimum de temps ne pourront pas permettre de déceler le mouvement absolu.

Remarque. — Si la source lumineuse n'avait pas occupé le foyer des ellipses, le rayon vecteur n'aurait pas été une fonction linéaire de t. A une même valeur de t' auraient donc correspondu deux valeurs de t. Il y aurait pourtant eu une valeur de t', à laquelle n'aurait correspondu qu'une valeur de t. Ç'aurait été une valeur remarquable, résultat contraire à l'idée qu'on se fait du temps, dont aucune époque n'est privilégiée et ne possède un caractère particulier intrinsèque qui doive la faire distinguer des autres éléments de la durée.

Comme λ est la dilatation apparente, on a pour la contraction

$$d' = \frac{d}{\lambda} = d\sqrt{1 - v^2},$$

ou sensiblement :

$$d' = d\left(1 - \frac{1}{2}v^2\right).$$

Le coefficient de contraction est bien celui que nous avions obtenu dans la discussion de l'expérience de Michelson.

Autre mode de raisonnement. — La formule du temps local.

$$t' = vx' + t\sqrt{1 - v^2}$$

indique qu'à l'époque où toutes les horloges du système fixe marquent la même heure t, il y a une différence de marche $\Delta t'$ égale à $v\Delta x'$ entre les montres de deux observateurs entraînés, quand ils occupent des localités distantes de $\Delta x'$ dans la direction de leur vitesse commune.

Voyons, en effet, comment un observateur A peut régler sa montre sur l'horloge du lieu B.

Pour simplifier le langage, disons que l'observateur de Lyon veut régler sa montre sur l'heure de Paris et admettons que justement la Terre soit entraînée dans un mouvement de translation rectiligne et uniforme dans le sens Paris-Lyon avec une vitesse v. L'observateur de Lyon, ayant pris l'heure à Paris, retourne à Lyon; mais si, pendant ce trajet, il chemine avec une vitesse sensible, l'heure qu'il apportera sera fonction de sa vitesse, car, pendant le parcours, il aura fait partie, en quelque sorte, d'un système distinct de celui de la Terre et en mouvement par rapport à elle. Cependant, l'erreur qui pourra provenir de cette vitesse relative disparaîtra, si le voyageur peut, à chaque instant, être considéré comme appartenant au système matériel constitué par la Terre, c'est-à-dire si sa vitesse à la surface de la Terre est négligeable. Appelons v' cette vitesse, que nous nous réservons, s'il y a lieu, de faire infiniment petite. Dans le temps θ à partir de sa mise en route, l'observateur de Lyon parcourt le chemin $v'\theta$, mais comme la Terre est contractée (hypothèse de la contraction longitudinale), le chemin parcouru, mesuré aux bornes de la route est

$$\frac{v'\theta}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}}.$$

Si θ est la durée de son voyage, d' est la distance de Paris à Lyon. L'heure marquée par l'horloge de Paris est

$$\theta\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2},$$

parce que ses pulsations sont ralenties (hypothèse du ralentissement des mouvements mécaniques). L'heure marquée par la montre du voyageur à son arrivée à Lyon est

$$\theta\sqrt{1 - \left(\frac{v + v'}{V}\right)^2},$$

L'heure qu'il apporte à Lyon est donc en retard sur celle de Paris de

$$\theta\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2} - \theta\sqrt{1 - \left(\frac{v + v'}{V}\right)^2},$$

laquelle différence, si v' est infiniment petit, est sensiblement égale à :

$$\frac{\theta v v'}{V^2\sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2}}},$$

c'est-à-dire à

$$\frac{d'v}{V^2}.$$

Une fois à Lyon, la montre continue à marcher avec la même vitesse diminuée que l'horloge de Paris. Si t est le temps écoulé depuis la remise à l'heure, l'heure de Lyon t' sera égale à l'heure de Paris, moins le retard dû au voyage. On aura ainsi :

$$t' = t\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2} - \frac{d'v}{V^2}.$$

Comptons les abscisses x' dans le sens opposé à v, nous aurons $d' = -x'$.

Faisons $V = 1$, nous retombons sur la formule fondamentale relative à l'heure locale :

$$t' = vx' + t\sqrt{1 - v^2}.$$

Digitized by Google

Faisons $v = 0$, il n'y a plus d'heure locale, on a $t' = t$.

Réciprocité de l'apparence de la contraction longitudinale. — Je dis maintenant qu'une longueur du système en repos paraît subir la contraction longitudinale pour des observateurs appartenant au système en mouvement.

Supposons, cette fois, la Terre en repos dans l'espace. Un train de longueur d se met en marche et sa longueur devient $d' = d\sqrt{1 - v^2}$ (avec $V = 1$). Cela signifie que deux observateurs arrêtés le long de la voie et qui seraient séparés par une distance d', le voyant passer, seraient simultanément chacun à la hauteur de chacune de ses extrémités.

Soient maintenant deux bornes A et B plantées le long de la voie à une distance d et deux observateurs dans un train de vitesse v. Ils ont été assez habiles pour se placer dans le train de façon que, lorsque le premier A' est à la hauteur de la borne A, le second B' est à la hautenr de B. Ils ont réglé leurs montres l'un sur l'autre; c'est au même instant marqué par leurs montres qu'ils ont fait l'observation. Leur distance A'B' étant d', c'est d' qui mesure la distance AB. Or, la montre de l'observateur de tête marque une heure locale en retard de $d'v$ sur l'heure locale de l'observateur de queue et les observations faites par les deux voyageurs à une heure locale donnée ne sont pas en réalité simultanées. Quand l'un d'eux A' est devant A, l'autre B' a encore à faire le chemin supplémentaire correspondant à une durée dv' de sa montre, laquelle correspond à une durée vraie égale à

$$\frac{d'v}{\sqrt{1 - v^2}},$$

c'est-à-dire que la distance vraie qui le sépare alors de la borne A est

$$d'\sqrt{1 - v^2} + \frac{d'v^2}{\sqrt{1 - v^2}} = \frac{d'}{\sqrt{1 - v^2}}.$$

On a donc :

$$d' = d\sqrt{1 - v^2}$$

Donc la distance AB a pour mesure, pour les observateurs A', B', une longueur d' qui serait celle de AB, si AB avait subi la contraction longitudinale.

Une mesure de longueur ne permet donc pas à nos observateurs de décider s'ils sont en repos ou en mouvement. Il n'y a pas d'autre contraction que celle qui apparaît dans les mesures et celles-ci ne sont que relatives.

Entraînement partiel de l'éther. — Nous avons admis l'impossibilité de faire apparaître, au moyen d'une expérience d'optique, le mouvement d'un système matériel par rapport à l'éther. Mais ne suffirait-il pas d'admettre l'entraînement total de l'éther par la matière? Ce serait beaucoup plus simple. C'est la théorie de Hertz. Pour avoir les équations du champ électrodynamique dans un milieu en mouvement, comment procède-t-il? Il considère un petit circuit entraîné avec le milieu et il écrit que le travail de la force magnétique, le long du circuit, est égal à la variation instantanée du flux de force électrique à travers une surface bordée par le circuit et entraînée avec le milieu. On trouve ainsi que le courant total se décompose en plusieurs composantes qui sont le courant de déplacement de Maxwell, le courant de conduction, le courant de convection et le courant de Roentgen. Ce dernier a son interprétation dans les variations de la polarisation diélectrique. Mais l'expérience a montré que la valeur numérique, qu'il convient d'attribuer à ce courant, n'est pas celle qui résulte des équations de Hertz. Les équations de Hertz ne donnent aucune lumière sur les phénomènes de dispersion. Enfin, elles sont en désaccord avec les expériences relatives à l'entraînement partiel des ondes lumineuses par la matière en mouvement.

La formule de Fresnel relative à cet entraînement a été vérifiée par Fizeau, qui obligeait deux rayons de lumière à parcourir, avant d'interférer, deux tubes dans lesquels un courant d'eau circulait en sens inverse.

Aberration. — Le phénomène de l'aberration implique aussi un mouvement relatif de la matière et de l'étoile. Si l'étoile I envoie à l'observateur un rayon IA, celui-ci est reçu dans une lunette pointée suivant CA, le vecteur CA étant dirigé suivant la résultante de la lumière V et d'une vitesse égale et contraire à la vitesse v de l'observateur. Si, en effet, on tient compte du mouvement d'entraînement, on voit que le rayon qui a pénétré en A dans l'objectif arrive en B au moment où l'oculaire C y arrive lui-même. La direction AI de l'étoile fait avec la direction CA de la lunette un angle très petit α, qui est l'angle d'aberration; et, comme la direction de IA est constante, quelle que soit la position de la Terre sur son orbite à cause de l'éloignement de l'astre, il en résulte que le point C décrit autour de B une courbe homothétique de l'orbite terrestre et que l'étoile elle-même paraît se déplacer sur la courbe formée par l'intersection de la voûte céleste avec le cylindre parallèle à IA qui a pour base la courbe décrite par le point C. Sans le mouvement relatif de la lumière et de la lunette, l'aberration ne pourrait exister; mais il y a plus. Airy a refait les expériences de Bradley avec une lunette pleine d'eau et il a trouvé que l'aberration n'était pas modifiée, or c'est une conséquence de l'entraînement partiel imaginé par Fresnel. Voici comment on peut s'en rendre compte (fig. 3). Imaginons que l'eau soit contenue entre les plans parallèles PP', QQ' et que la direction de visée soit la ligne CA perpendiculaire à PP' et QQ'. L'étoile émet le rayon IA qui, si l'eau n'est pas entraînée, prendrait la direction AB, le long de laquelle il se propagerait avec la vitesse $\frac{1}{n}V$, l'indice de réfraction étant n. Et il serait reçu en B. Mais nous admettons que le milieu subit

Digitized by Google

dans le sens PP' un entraînement de vitesse v. Communiquons donc à tout le système la vitesse $-v$, qui ramène au repos l'observateur et la lunette. Dans ces conditions, le rayon lumineux a la direction AC. Cette direction est celle de la résultante de la vitesse $\frac{1}{n}V$ et de la vitesse $u - v$, égale en valeur absolue à la vitesse relative d'entraînement des ondes par rapport à la matière.

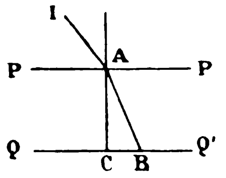


Fig. 3.

L'angle d'aberration est l'angle α formé par AI avec la direction de visée CA. On a :

$$\sin \alpha = n \sin r \text{ et } \frac{AB}{BC} = \frac{1}{\sin r}.$$

On a aussi :

$$\frac{AB}{BC} = \frac{\frac{1}{n}V}{v - u}.$$

D'où :

$$\sin \alpha = n^2 \frac{v - u}{V}.$$

Comme l'angle α a, d'après Airy, la même valeur que précédemment, on a :

$$n^2 \frac{v - u}{V} = \frac{v}{V},$$

ou

$$u = v\left(1 - \frac{1}{n^2}\right).$$

La vitesse d'entraînement u serait donc égale, non à v, mais à $v\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$. Et elle serait nulle pour l'air $(n = 1)$.

Il est vrai qu'il n'est pas facile de concilier ces vues avec la dispersion. Comme n dépend de la couleur, les ondes de fréquences différentes subiraient des entraînements différents. Comment le milieu qui vibre pourrait-il être affecté d'entraînements simultanés de grandeurs distinctes? Mais justement, la théorie de la relativité ramène ces faits à une simple application de la nouvelle règle de la composition des vitesses.

Cet exposé, qui n'a aucune prétention à l'originalité, facilitera peut-être à quelque lecteur le commencement de l'étude du principe de relativité dans les ouvrages spéciaux.

J.-B. POMEY,
Ingénieur en chef des Télégraphes.

Revues, analyses et informations

Comité électrotechnique français.

SÉANCE DU 30 JUIN 1917.

La séance est ouverte à 14 h. 30 sous la présidence de M. R.-V. Picou, président du Comité.

Étaient présents : MM. Blondin, Bochet, Boucherot, Brylinski, David, Drouin, Guilbert, Guitard, Hillairet, Janet, Labour, Legouez, Meyer (M), Paré, Perrin, Roche-Grandjean, Sailly, général Sebert et Sée.

Excusés : MM. Cordier, Laporte, Zetter.

Le procès-verbal de la dernière séance est adopté sans observation.

Admission d'une nouvelle Société. — M. le Président informe le Comité qu'il a reçu une demande d'adhésion de la Société amicale des ingénieurs de l'École supérieure d'Électricité.

Le Comité admet définitivement la Société qui sera représentée par un mandataire.

La Société a désigné, comme mandataire, M. Perrin (P).

Règles françaises d'unification des machines électriques. — Le Comité décide de renvoyer l'étude des règles proposées à une Commission présidée par M. Boucherot et qui comprendra MM. Armagnat, Brylinski, David, Drouin, Guilbert, Guitard, Hillairet, Janet, Labour, Legouez, Picou et Roux. M. Beaujard sera invité à assister aux séances de la Commission.

Unification des conditions techniques de la production et de la transmission de l'énergie électrique en France. — M. le Président informe le Comité qu'il a reçu sur le sujet diverses communications de la Société hydrotechnique et du Ministère des Travaux publics.

Il importe donc que le Comité termine au plus tôt l'étude de la question.

MM. Brylinski et Sée demandent que les distributions à courants diphasées et la fréquence 41,66 ne soient pas passées sous silence.

Il est décidé que l'on ajoutera au texte un préambule dans lequel on mentionnera, en particulier, que des distributions importantes utilisent des courants diphasés et que des réseaux ont adopté la fréquence 41,66.

On passe à l'examen des articles et après une discussion à laquelle prennent part MM. Boucherot Brylinski, Drouin, Guitard, Labour, Legouez, Meyer, Paré, Picou et Sée, le Comité décide qu'une nouvelle épreuve modifiée sera envoyée aux membres.

Câbles armés à isolant fibreux. — Sur observation de M. Brylinski le Comité décide de remplacer la désignation

Digitized by Google

« câbles armés à isolant fibreux » par « câbles armés isolés au papier imprégné ».

Après examen des articles, le Comité décide d'adpoter le texte proposé avec quelques modifications de détails.

Isolateurs pour canalisations aériennes. — Le Comité est d'avis d'adopter le texte proposé par la « Commission d'unification des isolateurs de ligne » constituée par la Société internationale des Electriciens et l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Essais sur l'aluminium. — M le Président expose les résultats des essais.

Le Comité décide que le rapport sera envoyé au bureau central de la Commission internationale avec une traduction en anglais.

Questions diverses. — M. Boucherot demande, comme président de la Commission des machines, s'il peut être admis que le Comité transgresse dans les règles françaises certaines des règles adoptées par la Commission électrotechnique internationale.

Le Comité est d'avis qu'en aucun cas, les règles ou principes admis par la Commission internationale ne doivent être transgressées dans les règles publiées par le Comité.

M. Bloudin demande, comme rédacteur en chef de la « Revue générale de l'Électricité », si le Comité veut autoriser la publication dans la Revue de comptes rendus des séances.

Le Comité accorde l'autorisation, sous réserve que les comptes rendus soient soumis, avant publication, au président du Comité.

La séance est levée à 16 h. 30.

Un thermomètre calorimétrique à résistance. (1)

La variation de résistance électrique des fils métalliques en fonction de la température fournit un moyen précis pour la mesure des températures. Jusqu'ici, on s'est borné à l'emploi du platine, et l'on sait que Callendar et Griffith ont fait du thermomètre à résistance de platine un instrument précieux pour les mesures des températures élevées.

Dans un travail antérieur (*Phys. Rev.*, février 1915), l'auteur avait montré la possibilité d'utiliser le coefficient de température élevé des oxydes métalliques pour la construction des thermomètres à résistance. Il décrivait des thermomètres à résistances constitués en disposant les fragments d'oxyde solide entre les fils de connexion et fournissait quelques données qui établissent qu'un tel thermomètre est très sensible et reste comparable à lui-même aussi longtemps que la résistance du contact utilisée comme jonction des fils est inaltérée. Le travail que nous analysons ici se rapporte à un thermomètre à résistance d'oxyde constitué en comprimant deux fils dans un globule d'oxyde fondu et laissant refroidir de manière qu'une mince couche seulement d'oxyde solide sépare les fils L'oxyde de plomb fond aisément dans la flamme d'un bec de gaz et, lorsqu'il est employé avec des fils de fer, constitue une soudure qui demeure invariable quand on la soumet à des températures allant de — 10° C à 120° C. La résistance d'un thermomètre constitué de cette façon peut varier de quelques centaines à plusieurs milliers d'ohms à la température ordinaire. Les fils de fer sont soudés, au voisinage de l'oxyde, à des fils de cuivre plus larges, de manière que la variation de résistance des conducteurs provenant d'une immersion variable soit négligeable et que des conducteurs de compensation ne soient pas nécessaires. La capacité calorifique est très faible puisque le globule d'oxyde de plomb peut n'être pas plus gros qu'une tête d'épingle. Toutes les jonctions de l'oxyde au fer, du fer au cuivre, sont voisines l'une de l'autre de manière à éliminer la possibilité d'un échauffement inégal qui pourrait entraîner la production de forces électromotrices.

La résistance électrique des oxydes varie en sens inverse du courant qui les traverse et par suite, le thermomètre à résistance d'oxyde doit être excité par un courant constant ou du moins assez constant pour que la variation du courant n'entraîne pas un changement appréciable de la résistance électrique. Par exemple, d'après la courbe 2 de la figure 2 une variation de 0,005° C produit une variation de résistance de 0,01 ohm environ à la température ordinaire. D'après la courbe (29,3° C) de la figure 3, une variation de courant de 2,5 micro-ampères entraînera une variation de la résistance de 0,01 ohm lorsque le courant excitateur est de un milliampère ; ainsi une variation de courant de 2,5 micro-ampères produira une variation de résistance qui ne sera pas supérieure à celle qu'entraîne dans ces conditions une variation de température de 0,005° C.

Le schéma du dispositif utilisé pour régler l'intensité du courant excitateur est indiqué sur la figure 1. La force électromotrice à travers *a b* est maintenue égale à la force électromotrice de la cellule étalon *e* au moyen de la résistance variable, et cette égalité est déterminée en reliant à *n* les connexions du galvanomètre et équilibrant la force électromotrice à travers *ab* avec celle de la cellule étalon. La résistance de *a* à *b* est maintenue constante ; toute augmentation ou diminution de la résistance du thermomètre T est compensée par une diminution ou une augmentation de R. Les branches du pont, r_1, r_2 et r_3 sont choisies de manière qu'un courant de un milliampère passe dans le thermomètre T, tandis que la force électromotrice appliquée au pont est maintenue égale à la force électromotrice d'une pile étalon Weston.

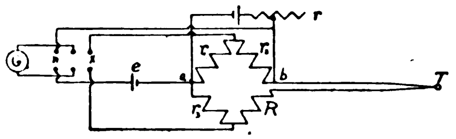


Fig. 1.

Les valeurs de la résistance de l'oxyde de plomb en fonction de la température ont été représentées sur les courbes de la figure 2, chaque courbe s'étendant sur un intervalle de température de 30° environ. La pente rapide de ces courbes montre la sensibilité de la résistance de l'oxyde aux variations de température.

La figure 3 représente les variations de la résistance aux diverses températures pour des variations du courant excitateur. Les variations du courant qu'on peut tolérer aux diverses températures pour que l'erreur produite dans les mesures de température soit négligeable peuvent se déduire de la pente de ces courbes. Une variation de 1 pour 1000 dans un courant de un milliampère au voisinage de 0° C entraînera une erreur inférieure à 0,003° C et une variation de 1 pour 1000 pour le même courant à 100° C produira une erreur ne dépassant pas 0,0003° C.

La conductivité des éléments à oxyde constitués comme

(1) S. Leroy Brown, *Physical Review*, mai 1917, 2e série, t. IX, p. 205-209. 1 800 mots, 3 fig., 2 tab.

Digitized by Google

ou l'a indiqué ci-dessus peut être franchement asymétrique. En général, les éléments à forte résistance auraient une résis-

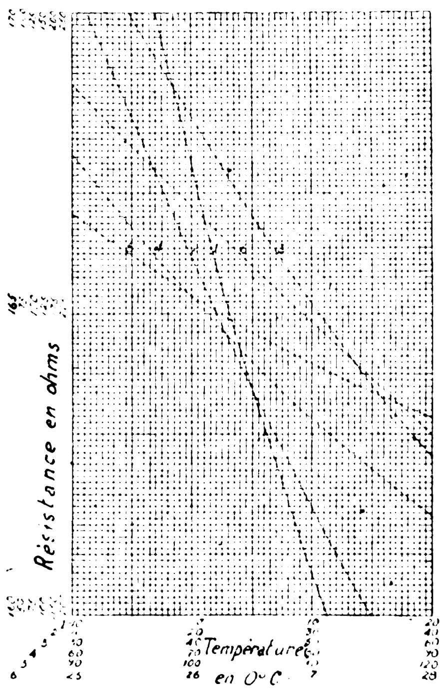


Fig. 2.

tance tout à fait différente suivant le sens du courant qui les traverse. Le thermomètre à résistance d'oxyde de plomb

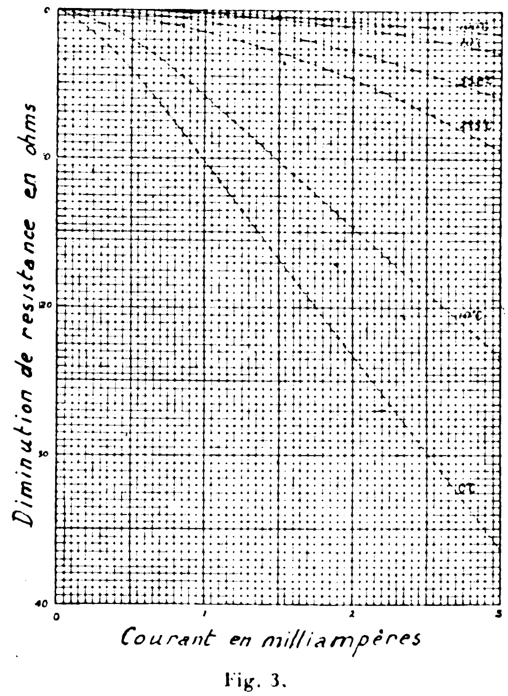


Fig. 3.

sur lequel cette propriété a été constatée présente une très légère différence de conductivité suivant le sens du courant. A la température ambiante, la différence est de 0,1 ohm environ quand on inverse un courant de 1 milliampère, de 0,2 ohm quand on inverse 2 milliampères et de 0,3 ohm pour 3 milliampères. Les données obtenues l'ont été pour le sens du courant qui donne la résistance la plus faible.

Le passage d'un air très sec à un air très humide autour de l'élément de même qu'une variation de la pression atmosphérique de plusieurs centimètres n'ont produit aucune variation appréciable de la résistance.

Des mesures échelonnées sur toute une année ont montré que l'instrument demeure parfaitement comparable à lui-même.

A. B.

Le redresseur de courant Tungar (1).

Le nom de Tungar formé des premières syllabes des noms de tungstène et de l'argon, désigne un nouveau redresseur de courant qui a été étudié et mis au point par les laboratoires de recherches de la G. E. Co et qui est maintenant d'un usage absolument pratique. Cet appareil comporte essentiellement un tube rempli d'argon à une faible pression et deux électrodes, l'une en une matière conductrice quelconque en principe, mais de fait en graphite, l'autre en tungstène.

Cet appareil réalise un sérieux progrès par rapport aux redresseurs dans le vide employés jusqu'à présent et qui n'avaient pu devenir pratiques pour maintes raisons. Les plus connus sont le Kenotron et le tube Coolidge dont le fonctionnement est fondé sur l'émission, par le filament incandescent, d'électrons qui servent de véhicule au courant. Les défauts de ces appareils, qui comportent un vide rendu aussi élevé que possible, résultent de ce fait même : ils ne peuvent transporter que des courants d'une intensité très faible, et moyennant une chute de tension relativement énorme. C'est ainsi que dans le Kenotron, cette chute varie de 100 à 500 v.

Dans le redresseur Tungar au contraire, le véhicule du courant est constitué par le gaz lui-même, que rendent conducteur les électrons émis par la cathode de tungstène. Il en résulte que le courant acceptable est relativement élevé : jusqu'à 6 A actuellement, et que la chute de tension est faible 5 à 10 v.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant : pendant une demi-période, l'électrode de tungstène, formée d'une spirale serrée de fil fin, est négative ; les électrons qu'elle émet se dirigent vers l'électrode de graphite qui offre une section assez grande ; sur leur chemin, ces électrons rencontrent des molécules du gaz qui sont ionisées et qui conduisent alors le courant du graphite, à ce moment anode, vers le tungstène, pour l'instant cathode. A la demi-période suivante, le tungstène est positif, les électrons qu'il émet sont alors chassés en arrière, à l'opposé du graphite ; aucun courant ne passe. Par un groupement convenable et des connexions judicieuses de deux appareils électriques, on assure le passage du courant et son redressement pendant toute la durée de la période.

La figure 1 représente deux types de Tungar, la figure 2, le schéma des connexions pour la charge continue d'une batterie d'accumulateurs au moyen de deux appareils.

L'ampoule, d'abord soigneusement vidée, est ensuite remplie d'argon à un haut degré de pureté ; ce gaz, choisi en raison de son manque d'affinités chimiques, renferme

(1) R.-E. RUSSEL, *G. E. R.*, mars 1917, t. XX, p. 209-215, 11 fig.

Digitized by Google

néanmoins des traces de gaz étrangers qui finiraient par altérer les matières constituantes des différentes parties de l'appareil. Pour parer à cet inconvénient, on dispose en

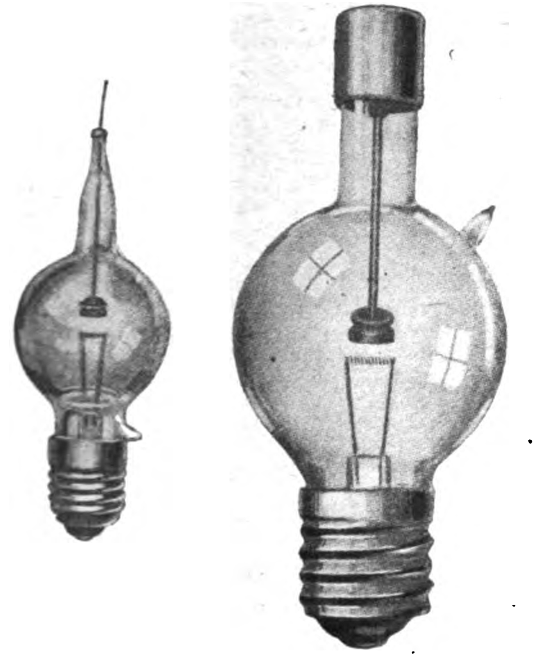


Fig. 1. — Tubes Tungar pour 2 et 6 A.

arrière de l'électrode de graphite, sous la forme d'une petite couronne, un agent dont la nature est encore tenue secrète et qui absorbe à chaud tous les gaz étrangers.

La G. E. Co construit les types d'appareils suivants, qui se trouvent dès à présent en vente :

1° Type de 2 A, prévu pour opérer sous une tension alter-

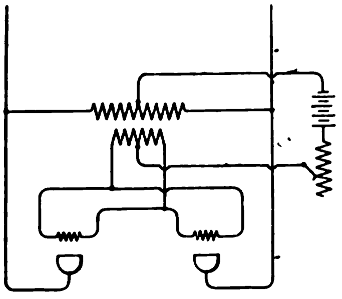


Fig. 2. — Schéma des connexions pour débit continu de courant rectifié.

native de 115 v à 60 périodes, et chargeant trois éléments au taux de 2 A, six éléments à 1 A, et huit à 0,75 A.

Il comporte une ampoule, une résistance additionnelle pour absorber une partie de la tension, un jeu de coupe-circuits fusibles.

Le tout est monté dans un coffret en tôle vernie.

2° Type de 6 A, 7,5/15 v. Cet appareil ne diffère du précédent que par ses dimensions, il peut charger trois ou six éléments.

3° Type de 6 A 15/75 v. Cet appareil comporte, en plus de l'ampoule, une résistance et une réactance de protection et de réglage, 1 interrupteur triple et 3 coupe-circuits pour le circuit à courant alternatif et le circuit continu. Tous ces organes sont montés sur une carcasse en fers profilés. L'appareil comporte également un tableau portant un ampè-

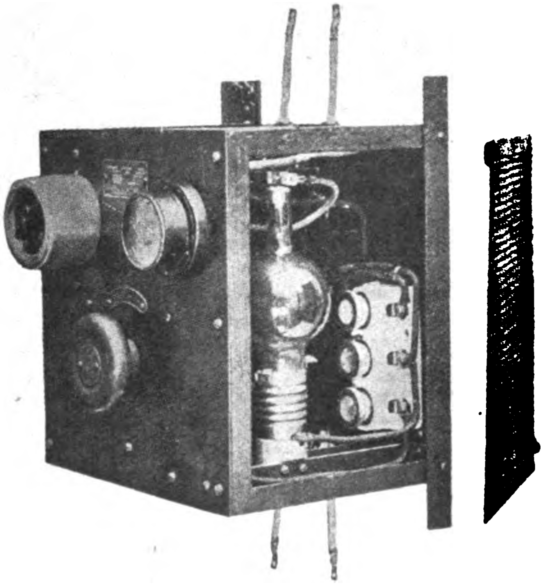


Fig. 3. — Redresseur 6 A, 75 v. Appareil complet.

remètre inséré dans le circuit à courant continu, une manette de commande pour le réglage des résistances et la commande de l'interrupteur (fig. 3)

Les appareils entre 15 et 75 v diffèrent entre eux par quelques détails, notamment la quantité de matière absorbante pour les gaz étrangers.

Rendement et utilisation de l'appareil. — Ce rendement est relativement élevé, surtout si on compare le Tungar à des appareils analogues. Ce rendement est d'environ 45 pour 100 pour les types les plus faibles et monte jusqu'à 72 pour 100 pour les types supérieurs actuels.

Les nombreux avantages, la simplicité d'emploi et le rendement élevé du rectifieur Tungar le désignent pour tous les emplois où il est nécessaire de transformer une faible puissance alternative en puissance continue.

L'emploi qui se présente immédiatement à l'esprit est la charge des accumulateurs d'automobiles et, en fait, de nombreux exemplaires ont été installés dans des garages particuliers et surtout publics, ainsi que dans les ateliers où l'on emploie des moteurs à essence.

Mais bien d'autres modes d'utilisation ont été essayés et laissent prévoir une large diffusion.

On utilise déjà l'appareil, en Amérique, pour les emplois suivants : alimentation de petits moteurs à courant continu, appareils de signalisation, notamment pour les chemins de fer et les tramways, charge de batteries pour avertisseurs d'incendie (entre autres dans les écoles de Shenck Lady), installations médicales ou chirurgicales, batteries téléphoniques.

Signalons enfin une qualité essentielle du Tungar qui, dans certains cas, peut le rendre indispensable : l'appareil ne nécessite pas pour son fonctionnement un courant minimum,

Digitized by Google

il peut marcher sous des intensités extrêmement faibles. C'est ainsi que dans une installation où l'on utilisait un électro-aimant, celui-ci absorbait 1 320 w-h par jour avec du courant alternatif. L'emploi du Tungar abaissa la consommation quotidienne à 432 w-h, soit un gain de 67 pour 100.

Si l'on se rappelle que notamment le convertisseur à vapeur de mercure ne peut pas fonctionner au-dessous de 2 A, on estimera qu'un appareil qui peut rectifier quelques milliampères avec un rendement satisfaisant est un appareil intéressant, même si l'on fait abstraction de ses autres qualités.

J. G.

Nouvelles conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les lampes à incandescence (1).

Les anciennes prescriptions datant de 1909 et 1910 sont devenues insuffisantes, surtout depuis l'apparition des lampes à atmosphère gazeuse. Pour éviter toute discussion, on mesurera l'intensité horizontale moyenne, obtenue par rotation de la lampe. — De plus, la désignation des lampes est faite non plus par le nombre de bougies, mais par leur consommation moyenne en watts, pour se conformer à un moyen de plus en plus répandu. — On a distingué deux types de lampes à filament métallique suivant la durée utile (Type A : 800 heures, Type B : 1 600 heures), la durée utile étant comptée jusqu'à une diminution de puissance lumineuse de 20 pour 100. Pour les lampes à atmosphère gazeuse, on n'admet qu'un type (durée utile : 800 heures), les règles admises sont le résultat de nombreuses expériences.

Prescriptions pour les lampes a vide. — Elles ne concernent pas les lampes pour tensions inférieures à 100 v et supérieures à 250 w, de moins de 10 w et de plus de 100 w, les lampes doivent porter l'indication du voltage et de la consommation en watts. L'essai photométrique est fait à la tension indiquée, la consommation trouvée ne doit pas différer de plus de 4 pour 100 en plus ou en moins de celle indiquée. L'écart pourra être de 1 w pour les lampes de moins de 25 w.

La tolérance sur l'intensité lumineuse sera de 15 pour 100 en plus ou en moins par rapport aux nombres indiqués au tableau I.

L'essai de durée sera fait sur les cinq lampes ayant donné les meilleurs résultats photométriques. Il sera fait à la tension indiquée pour les lampes du type A. Pour les lampes du type B, on choisira la tension qui correspond à la même consommation spécifique que pour la lampe de même puissance du type A.

L'essai photométrique et de consommation doit porter sur 10 pour 100 des lampes de chaque livraison, de chaque sorte, si la livraison comporte des lampes de types différents :

On pourra refuser la livraison :

1° Quand plus de 40 pour 100 des lampes n'auront pas satisfait à l'essai de durée ;

2° Quand plus de 20 pour 100 des lampes n'auront pas satisfait aux essais photométriques ou de consommation.

Ce refus ne concerne que les lampes qui n'ont pas été mises en service, il doit être signifié dans les 30 jours à dater de la livraison. Si c'est l'essai de durée qui a motivé le refus, les frais sont à la charge des fabricants.

(1) D'après le Syndicat des acheteurs de lampes de l'Union des Électriciens suisses, *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, juin 1917, t. VI, p. 150-159, 4 500 mots.

Tableau I. — *Intensités lumineuses des lampes à filament métallique à ampoule vide.*

Puissance en watts	Tension nominale en volts	Type A intensité lumineuse	Type B moyenne en Hefner
10	100-140	7,5	5
	200-250	6,5	5
15	100-140	12	9
	200-250	11	9
20	100-140	16,5	13,5
	200-250	15,5	10
25	100-140	21	17,5
	200-250	20	15
30	100-140	25,5	21,5
	200-250	24,5	19
40	100-140	34,5	29
	200-250	33	27
50	100-140	42	36
	200-250	42	34,5
60	100-140	51	44
	200-250	51	43
80	100-140	67	59
	200-250	67	58
100	100-140	85	76
	200-250	85	74

Les essais seront faits au laboratoire de l'Union des Électriciens suisses à Zurich, les lampes à essayer doivent y parvenir aussitôt après la livraison, le procès-verbal d'essai doit être accepté aussi bien par l'installateur que par le fabricant.

Prescriptions pour les lampes a atmosphère gazeuse. — Elles sont les mêmes que pour les lampes à vide, sauf sur les points suivants :

1° La tolérance sur la consommation est de 5 pour 100 en plus ou en moins ;

2° Les consommations spécifiques admises sont données par le tableau II ;

Tableau II. — *Lampes à atmosphère gazeuse*

Puissance en watts	Consommation spécifique en watts par Hefner	
	100 à 175 volts	175 à 250 volts
50	1	
100	0,9	1
200	0,8	0,9
300	0,7	0,8
400	0,7	0,8
600	0,65	0,7
1 000 et plus	0,65	0,65

3° L'essai photométrique et de consommation doit porter sur 5 pour 100 des lampes, avec un minimum de 10 lampes.

L'intensité lumineuse moyenne donnée par le tableau I est la moyenne sphérique, inférieure de 20 pour 100 à la moyenne horizontale.

J. D.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Note sur la protection des centrales de grande puissance contre les effets destructifs des courts-circuits

Dans cette première partie de son article l'auteur donne d'abord une description des installations de la ville de Bakou, des deux centrales de Ville-Blanche et de Bibi-Eibat qui fournissent l'énergie à la ville et aux industries naphtifères du rayon de Bakou, et décrit sommairement les réseaux alimentés et les caractères de leur charge. Il examine quelques accidents typiques qu'il a relevés sur ces installations et recherche leurs causes et les moyens de parer à leur retour.

Il semble, à première vue, que la construction et l'exploitation des centrales de grande puissance ne diffèrent pas sensiblement de celles des usines analogues de puissance moyenne. Cependant, la pratique montre que l'ingénieur chargé de la conduite d'une grande centrale se heurte à des problèmes techniques spéciaux qui ont une influence profonde, principalement sur l'équipement électrique de l'installation.

Dans toute exploitation électrique il est deux facteurs qui doivent passer avant tous les autres : la sécurité de fonctionnement et l'économie ; si ces facteurs sont antagonistes il faut, en général, sacrifier sans hésiter l'économie à la sécurité de marche. Ce serait une politique dangereuse que de vouloir abaisser le coût du kilowatt en risquant d'augmenter le nombre des arrêts de service. Si même l'exploitant n'est pas directement intéressé par des amendes, ou par tout autre système, à la continuité absolue de la fourniture d'énergie, il est de son intérêt de permettre à toutes les industries de se raccorder à son réseau ; or il y en a beaucoup pour qui une interruption de fonctionnement, même de quelques minutes, constitue un accident grave, et qui ne peuvent à aucun prix en courir le risque. Et du reste, si l'exploitant fait le total de ce que lui coûte un accident quelconque, tant en réparations qu'en manque à gagner et frais divers, il est amené à reconnaître que presque toujours une dépense augmentant réellement la sécurité de marche est productive.

C'est précisément ce dogme de la continuité du service qui peut être menacé dans les centrales de grande puissance par la violence même des effets destructifs résultant du moindre accident. Ayant eu l'occasion d'observer ces effets dans les installations de la Société Force électrique de Bakou, je me propose ici d'en analyser les causes et d'exposer les mesures qui ont été prises pour y parer.

Pour donner à l'ensemble de ces notes un caractère aussi méthodique que possible, je les diviserai comme suit:

1° Courte monographie des installations de la Société Force électrique de Bakou ;

2° Exposé de quelques accidents caractéristiques, examen de leurs causes générales et des conclusions que l'on peut en tirer ;

3° Influence de ces conclusions sur les dispositions et l'équipement des diverses parties d'une installation de grande puissance.

Les installations de la Société Force électrique à Bakou.

Ces installations ont pour objet la production et la distribution de l'énergie nécessaire à l'industrie naphtifère du rayon de Bakou. En outre, elles produisent et distribuent l'énergie électrique alimentant la ville, mais la consommation d'énergie électrique du réseau urbain est presque négligeable vis-à-vis de celle du rayon industriel, puisqu'elle ne représente annuellement que 3 500 000 kw-h contre 160 000 000 kw-h, soit environ 2 pour 100.

L'ensemble comprend deux centres de production ; les centrales de Ville-Blanche et de Bibi-Eibat, et trois centres de consommation : les réseaux de Balakany (et environs), de Bibi-Eibat et de la ville.

La centrale de Ville-Blanche alimente normalement le réseau de Balakany par des lignes aériennes.

La centrale de Bibi-Eibat alimente les réseaux de Bibi-Eibat et de la ville par câbles.

Enfin les deux centrales sont réunies entre elles par une ligne aérienne partant de Ville-Blanche et aboutissant au réseau de Bibi-Eibat, par l'intermédiaire duquel elle se prolonge jusqu'à la centrale du même nom.

La figure 1 ci-contre représente le schéma d'ensemble des installations après achèvement des travaux actuellement en cours, c'est-à-dire probablement fin 1917. Je me suis efforcé de respecter autant que possible dans ce schéma la disposition géographique générale des diverses parties, et, pour donner une idée des dimensions, j'ai indiqué la longueur de la plupart des câbles et lignes aériennes.

Digitized by Google

A. — Centrale de Ville-Blanche. — *Salle des chaudières.* — La salle des chaudières de cette usine est équipée à l'aide de :

			Surface de chauffe.
8 chaudières tubulaires	Babcock Wilcox	de..	305 m^2
8 Id.	Id.	de..	420 m^2
3 Id.	Id.	de..	517 m^2
3 Id.	Garbe	de..........	520 m^2

Les chaudières de 305 m^2 et de 420 m^2 travaillent normalement à raison de 16 à 18 kg d'eau vaporisée par mètre carré de surface de chauffe et par heure.

Les chaudières de 517 et 520 m^2 vaporisent 30 kg. La production théorique normale est donc d'environ 190 000 kg de vapeur par heure.

Le chauffage se fait exclusivement au naphte brut ou

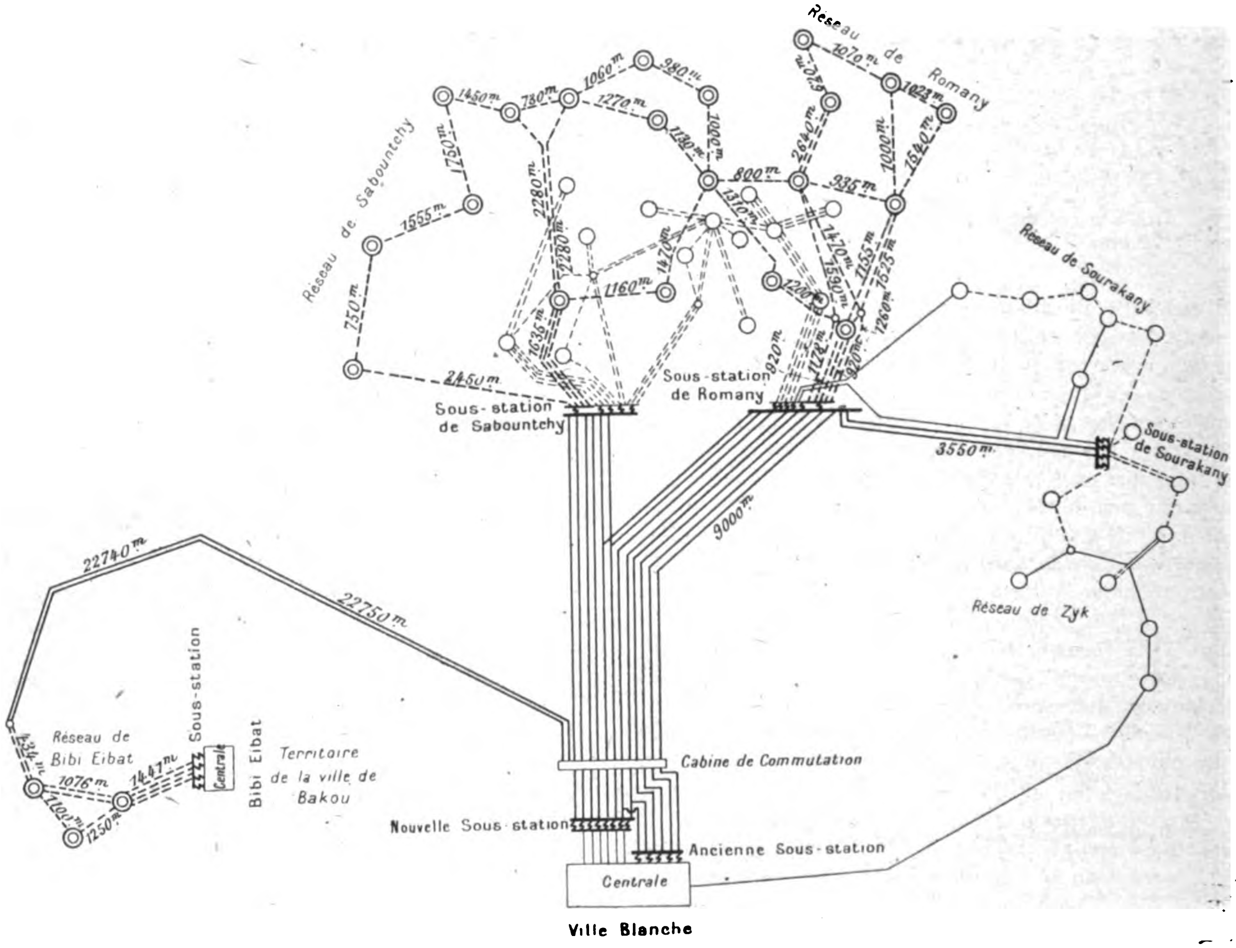


Fig. 1. — Schéma des Installations de la Société « Force électrique ».

- Cabine de transformation $\frac{20\,000}{1\,000}$ ou $\frac{20\,000}{200}$.
- Cabine de transformation $\frac{6\,000}{1\,000}$.
- Cabine de commutation.
- Sous-station de transformation.
- Ligne aérienne à 20 000 v.
- Câble à 20 000 v.
- Ligne aérienne à 6 000 v.
- Câble à 6 000 v.

au mazout (résidu de naphte) ; les brûleurs sont du type à injection de vapeur dans toutes les chaudières sauf dans les trois Babcock et Wilcox de 517 m^2 qui sont munies de brûleurs à pulvérisation mécanique.

Le tirage est obtenu partout au moyen de ventilateurs soit aspirants, soit soufflants; deux cheminées en brique

Digitized by Google

aident cependant à provoquer le tirage des seize petites chaudières Babcock et Vilcox.

La chaufferie est complétée, outre les pompes d'alimentation nécessaires, par une installation de distillation d'eau de mer, destinée à fournir l'eau douce nécessaire à la compensation des pertes, celle-ci faisant complètement défaut à Bakou.

Salle des machines. — La salle des machines comporte quatre groupes électrogènes de 750 kw chacun composés de machines à piston Tosi avec alternateurs A. E. G. normalement en réserve et ne travaillant plus qu'exceptionnellement.

2 turbo-alternateurs	Tosi Brown Boveri de.		2 200 kw
2	Id.	A.E.G. de...........	4 000 kw
1	Id.	A.E.G. de...........	4 500 kw
2	Id.	A.E.G. de...........	7 500 kw

soit au total en chiffres ronds, 35 000 kw.

Tous les alternateurs sont prévus pour travailler avec un facteur de puissance égal à 0,65, ce qui fait que

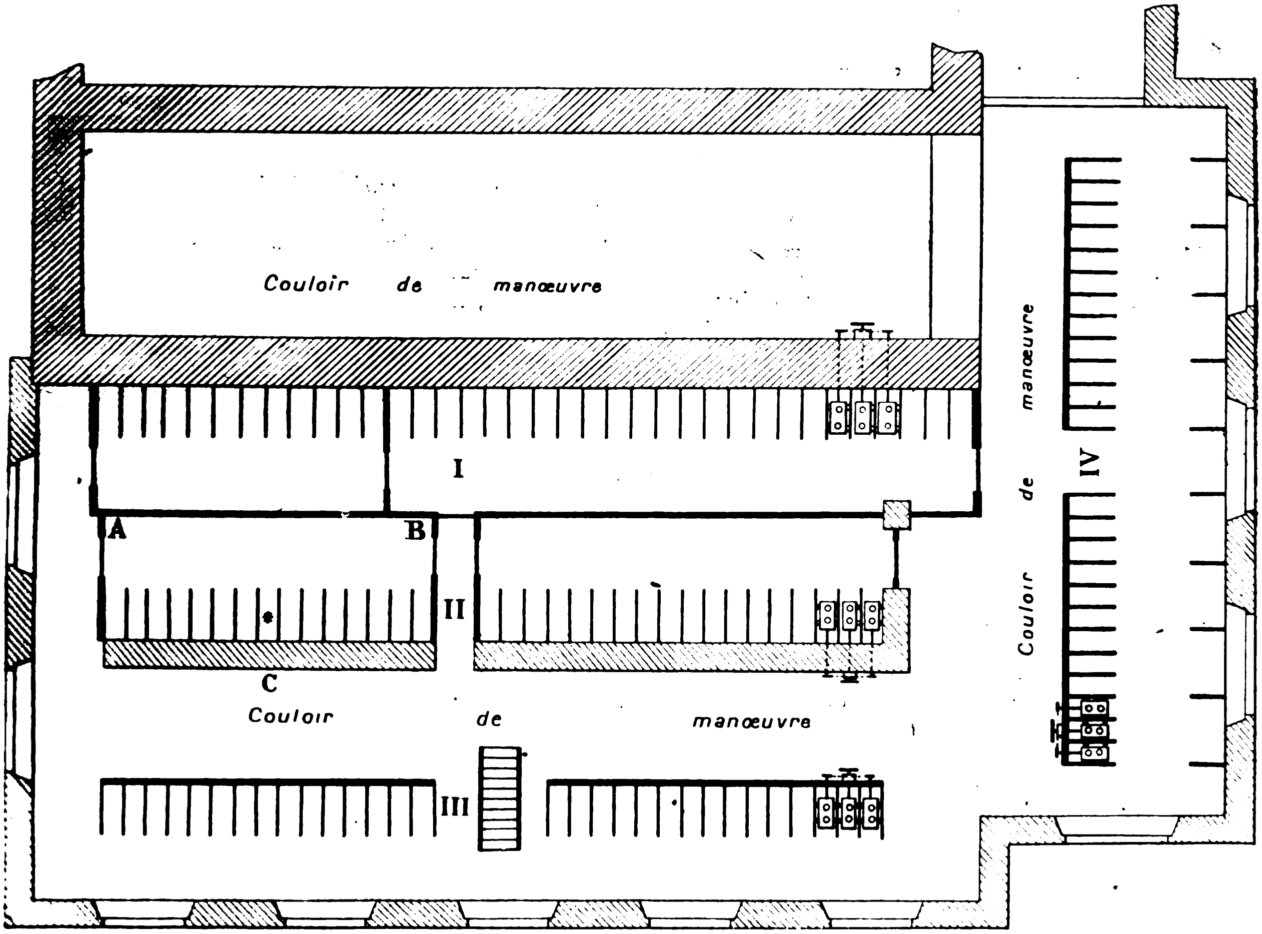


Fig. 2. — Centrale de Ville-Blanche : Tableau de distribution. Étage des interrupteurs à huile.

leur puissance globale apparente est de 54 000 kv-A.

De plus, d'importantes extensions sont en cours d'exécution; deux groupes turbo-alternateurs Escher Wyss Brown Boveri de 10 000 kw ainsi que cinq chaudières Babcock et Wilcox de 750 m² sont en installation; la puissance réelle installée sera ainsi portée à 55 000 kw et la puissance apparente à 85 000 kv-A.

Le courant fourni par les machines est du triphasé, à 6 000-6 600 v, 50 p : sec.

La condensation se fait dans des condenseurs par surface à l'aide d'eau de mer fournie par une station de pompes centrifuges mues électriquement, installée au bout d'une estacade.

Tableau de distribution. — Le tableau de distribution a été complètement transformé en 1913; il est installé dans un bâtiment de trois étages. Le premier étage est réservé à l'arrivée des câbles venant des machines et au départ de ceux allant vers les transformateurs ; il ne comporte rien de spécial.

Le second étage, réservé aux interrupteurs à huile est équipé uniquement à l'aide d'interrupteurs à huile monopolaires, installés chacun dans une niche en béton. La manœuvre des interrupteurs desservant les divers départs se fait à la main et la commande des trois interrupteurs monopolaires branchés sur un même départ se fait à l'aide d'un volant avec chaîne Galle et pignons

Digitized by Google

dentés. Le volant de manœuvre est placé de l'autre côté de la paroi en béton armé formant le fond commun de toutes les niches, et l'opérateur est, par conséquent, séparé des appareils. Les interrupteurs de machines sont commandés électriquement du pupitre de manœuvre.

Comme on le voit sur le plan de la figure 2, p. 217 (¹) les interrupteurs sont disposés en 4 rangées dont 3 parallèles entre elles et une perpendiculaire aux précédentes. La rangée I comporte les interrupteurs des machines ; la rangée II dessert les transformateurs de la sous-station existante; la rangée III est presque entièrement en réserve, la rangée IV dessert actuellement les lignes aériennes à 6000 v et est destinée, après suppression de celles-ci, au service des transformateurs de la nouvelle sous-station. Les locaux formés par les rangées I et II sont fermés par des portes en fer qui les rendent complètement indépendants des couloirs dans lesquels sont placés les volants de manœuvre et appareils de mesure; les rangées III et IV ne sont pas munies de ces portes.

Le troisième étage du tableau ou étage des barres ne présente pas de particularité digne d'être notée. Il comporte quatre chevalets portant à leur partie supérieure les barres, et à leur partie inférieure les sectionneurs. Chaque chevalet est disposé au-dessus de la rangée d'interrupteurs correspondante de l'étage inférieur et porte deux systèmes de barres auxquels chaque interrupteur se raccorde par deux groupes de sectionneurs. Il y a donc deux systèmes de barres complètement indépendants ; entre ces deux jeux de barres est monté un interrupteur à huile de grande puissance avec dispositif de synchronisation.

Sous-stations élévatrices de tension. — L'énergie est transmise de la centrale de Ville-Blanche au réseau de Balakany par 12 lignes triphasées d'une section totale de 920 mm² par phase. Six de ces lignes travaillent à 6 000 v et transmettent une puissance moyenne de 10000 kv-A ; le reste de la puissance de l'usine est transmis sous une tension de 20 000 v.

La sous-station où se fait actuellement l'élévation de tension de 6 000 à 20000 v est contiguë au tableau de distribution. Elle est équipée à l'aide de :

Quatre transformateurs Siemens de 3 000 kv-A avec bain d'huile et refroidissement artificiel par circulation d'huile ;

Trois transformateurs Siemens de 2 500 kv-A avec bain d'huile et refroidissement naturel ;

Deux transformateurs Siemens de 2 000 kv-A avec bain d'huile et refroidissement artificiel par circulation d'huile, soit au total 23 500 kv-A.

Par suite du manque de place et de la disposition locale, on a été amené à adopter pour cette sous-station, construite il y a déjà quelques années, un plan d'ensemble qui n'est guère à recommander : les transformateurs sont placés à droite et à gauche d'un couloir central dans lequel circule un wagonnet ; ils sont séparés les uns des autres par des cloisons, mais les niches ainsi formées ne sont pas fermées du côté du couloir central ; en cas d'incendie d'un transformateur les autres seraient très difficiles sinon impossibles à protéger. Pour remédier dans une certaine mesure à cet inconvénient, on a depuis peu ajouté deux portes intermédiaires en fer, manœuvrables de l'extérieur et divisant la sous-station en trois compartiments complètement séparés. De plus, on a établi des volets métalliques, manœuvrables mécaniquement de l'extérieur et bouchant aussi hermétiquement que possible toutes les issues. Enfin, une tuyauterie de vapeur a été établie permettant de remplir l'un ou l'autre des compartiments de vapeur d'eau en cas d'incendie.

L'équipement électrique de la sous-station est fait à l'aide d'interrupteurs tripolaires installés dans des niches séparées. Ces niches sont ouvertes par l'arrière, et, comme aucune séparation en groupes n'existait primitivement, tous les interrupteurs se trouvaient en fait dans un même local, non isolé du couloir de manœuvre ; mais, à la suite d'accidents, on a ajouté des cloisons et des portes complémentaires de façon à réaliser une disposition analogue à celle existant dans le tableau de distribution.

Par suite des extensions en cours et par suite de la nécessité économique de transformer à 20 000 v les 6 lignes de transmission qui travaillent encore à 6000 v, la sous-station actuelle est devenue trop peu puissante ; comme sa disposition d'ensemble est peu favorable et comme on a reconnu que son équipement laissait à désirer sous divers rapports, on a renoncé à la développer ou à la transformer et on a décidé la construction d'une nouvelle sous-station actuellement en cours d'exécution. Elle sera située à 150 m de la centrale et sera équipée à l'aide de 8 transformateurs de 10 000 kv-A. Je reviendrai ultérieurement sur la description détaillée de son équipement qui a été fait en mettant à profit les principes que j'exposerai plus loin.

B. Centrale Bibi-Eibat. — Cette centrale dessert en même temps le réseau de la ville et le réseau industriel de Bibi-Eibat. Comme, d'après le contrat de concession du service d'éclairage de Bakou, les machines travaillant pour la ville ne peuvent pas être connectées avec celles du réseau naphtifère, le tableau de distribution est double et les machines sont divisées en deux groupes.

La puissance de la centrale de Bibi-Eibat est notablement moindre que celle de l'usine de Ville-Blanche et, jusqu'à présent, on n'a pas constaté dans cette centrale, ni dans les réseaux qui en dépendent, d'effets destructifs comparables à ceux qui résultent à Ville-Blanche et dans le réseau correspondant de certains courts-circuits violents. Toutefois Bibi-Eibat est destiné à prendre une extension importante et à atteindre, dans un avenir rapproché, une puissance considérable, sinon égale à celle de Ville-Blanche.

(¹) La disposition un peu étrange de l'ensemble, de même que les murailles en maçonnerie formant le fond de certaines rangées de cellules, provient de ce qu'il a fallu tenir d'autant meilleur compte de ce qui existait que la transformation s'est faite sans arrêter l'exploitation.

Digitized by Google

Salle des chaudières. — La salle des chaudières comporte :

	Surface de chauffe.
4 chaudières Babcock et Wilcox de.........	305 m²
4 chaudières Fitzner et Gamper de.........	300 m²
2 chaudières Babcock et Wilcox de.........	617 m²

Les huit petites chaudières vaporisent normalement 16 kg d'eau par mètre carré de surface de chauffe et par heure; les deux grandes 30 kg. Au total donc, la vaporisation horaire atteint 70 000 kg environ.

Une nouvelle chaudière de 750 m² de surface de chauffe est actuellement en construction. Une installation pour la distillation de l'eau de mer fonctionne également à Bibi-Eibat pour la production de l'eau douce nécessaire à la compensation des pertes.

Salle des machines. — La salle des machines comporte les groupes suivants, produisant du courant triphasé à 2 000 v, 50 p : sec :

4 machines verticales Burmeister et Wain avec alternateurs de 375 kw chacun,
1 turbo-agrégat A E.G. de 600 kw,
1 turbo-agrégat Zoelly Siemens de 1 000 kw.

Toutes ces machines peuvent, à l'aide de commutateurs, être branchées indifféremment sur le réseau de la ville ou sur le réseau de Bibi-Eibat, sauf la turbine A. E. G. qui travaille toujours pour la ville. Au reste, normalement et à de très rares exceptions près, toutes les machines précitées sont réservées au service du réseau urbain, le réseau de Bibi-Eibat étant alimenté par un turbo-alternateur A. E. G. de 7 500 kw, produisant du courant triphasé à 6 000 v et établie pour un cos φ de 0,65, c'est-à-dire ayant un puissance apparente de 11 500 kv-A.

Un nouveau groupe turbo-alternateur British Thomson Houston de 10 000 kw est actuellement commandé. Il est destiné à marcher en parallèle avec le groupe à 6 000 v déjà installé. Il est également prévu pour cos φ = 0,65 c'est-à-dire que sa puissance apparente sera de 15 400 kv-A.

Comme à Ville-Blanche, l'eau de mer nécessaire à la condensation est fournie par une station de pompes rotatives mues électriquement et située au bout d'une estacade.

Le tableau de distribution à 2 000 v est d'un type ancien et ne présente aucune particularité digne d'être notée.

Le tableau de distribution à 6 000 v de construction récente (1914) occupe deux étages : l'un pour les arrivées de câbles et les interrupteurs à huile, et l'autre pour les barres. L'étage des interrupteurs est équipé à l'aide d'appareils tripolaires de grande puissance montés dans des niches en béton armé. Le volant de commande est placé de l'autre côté de la paroi formant le fond des niches, mais les groupes d'interrupteurs ne sont pas isolés des couloirs de manœuvre par des portes en fer comme dans le tableau de Ville-Blanche; les interrupteurs à huile quoique séparés de l'opérateur, ne se trouvent donc pas dans un local fermé, complètement distinct du couloir de manœuvre.

Le schéma de connexion aux barres omnibus est analogue à celui adopté pour Ville-Blanche : deux systèmes de barres, avec dispositif de sychronisation et interrupteur de mise en parallèle.

Sous-station élévatrice de tension. — Le réseau de Bibi-Eibat étant alimenté sous une tension de 20 000 v, le courant produit par l'alternateur à 6 000 v doit être transformé.

La sous-station opérant cette transformation est située à une centaine de mètres du tableau de distribution. Elle comprend :

2 transformateurs Siemens de..........	2 000 kv-A
2 transformateurs A.E.G. de...........	2 000 kv-A
1 transformateur Siemens de...........	2 500 kv-A
1 transformateur Siemens de...........	1 500 kv-A

Tous ces appareils sont à bain d'huile et à refroidissement naturel; ils sont destinées à être remplacés sous peu par quatre transformateurs de 6 000 kv-A chacun. Signalons, en passant, un détail intéressant relatif aux deux transformateurs A. E. G.; par suite de la guerre ces deux appareils ont été reçus sans les caisses à huile en tôle ondulée, or, il aurait été fort difficile, sinon impossible, de faire faire à Bakou des caisses semblables; d'autre part, il n'était pas possible, par suite du manque de place, d'employer des bacs en tôle lisse dont le volume eût été suffisant pour assurer le refroidissement. Pour tourner cette difficulté on a fait des bacs en tôle lisse de petite dimension (aussi réduites que le permettait le transformateur) et l'on a plongé chacun de ces bacs dans un bassin de dimension un peu plus grande, creusé dans le sol et cimenté. Ces bassins sont remplis d'eau de mer et une circulation y est entretenue grâce à une dérivation prise sur l'amenée d'eau de refroidissement des condenseurs des turbines. Le niveau de l'eau dans les bassins est maintenu à un niveau un peu inférieur au niveau de l'huile dans le bac de telle façon que, si une fuite se produit au bac en tôle, ce soit l'huile qui sorte, ce dont on s'aperçoit facilement, et non l'eau qui entre dans le bac en tôle.

Comme disposition d'ensemble, la sous-station de Bibi-Eibat est plus favorable que celle de Ville-Blanche; chaque transformateur est dans un local séparé s'ouvrant directement à l'air libre. L'équipement à 20 000 v est aussi mieux disposé, l'espace étant plus grand.

Toutefois, ici comme dans le tableau de distribution, les interrupteurs à huile ne sont pas dans des locaux entièrement clos et séparés des couloirs de manœuvre par des portes en fer.

C. — Réseau de Balakany. — J'ai compris sous cette dénomination l'ensemble du réseau desservant les terrains naphtifères situés au nord-est de la ville de Bakou, c'est-à-dire Balakany, Romany, Sourakany, Bulbuly, Zyk, etc. Tous ces réseaux sont souterrains, à part quelques morceaux de lignes aériennes qui tendent du reste à disparaître.

Digitized by Google

Réseau primaire. — Jusqu'en 1912, le réseau primaire était entièrement à 6 000 v, mais, à cette époque, il devint évident que la tension de 6 000 v était absolument insuffisante, et un nouveau réseau primaire à 20 000 v fut commencé. Il se développe d'année en année, se superposant à l'ancien, qu'il décharge progressivement. Actuellement, le réseau à 6 000 v, dans les rayons de Sabountchy et de Romany du moins, ne dessert plus que les environs des points d'alimentation, les parties plus éloignées du rayon étant desservies par le réseau à 20 000 v. Au fur et à mesure que la charge augmente, le rayon d'action du réseau à 6 000 v diminue et on peut prévoir que, dans quelques années, il aura complètement disparu. Dans le rayon de Sourakany où la charge est encore relativement faible et commence seulement à croître sérieusement, le réseau à 6 000 v existe seul mais déjà on peut prévoir que bientôt il devra faire place à un nouveau réseau à 20 000 v.

Points d'alimentation. — Les points d'alimentation sont au nombre de trois :

1° La sous-station de Sabountchy, recevant de Ville-Blanche du courant à 6 000 et à 20 000 v. Il n'y a donc pas de transformation mais simplement distribution. Toutefois, par suite de la suppression des lignes de transmission à 6 000 v qui vont être sous peu remplacées par des lignes à 20 000 v, quatre transformateurs de 2 500 kv-A, $\frac{20\,000}{6\,000}$ v, seront installés à la sous-station Sabountchy pour l'alimentation du réseau à 6 000 v.

2° La sous-station de Romany, recevant de Ville-Blanche du courant à 20 000 v seulement qui est distribué par le réseau à 20 000 v et transformé à 6 000 v par cinq transformateurs de 1 500 kv-A pour être ensuite distribué par le réseau à 6 000 v.

3° La sous-station de Sourakany qui reçoit de Ville-Blanche, par l'intermédiaire de Romany, du courant à 20 000 v transformé à 6 000 v par l'intermédiaire d'un transformateur de 2 000 kv-A et distribué par le réseau à 6 000 v.

Le réseau primaire à 6 000 v alimente 20 cabines de transformation d'une puissance de 1 000 à 6 000 kv-A chacune [1].

Cabines et sous-stations à 20 000 v. — Ces cabines comportent presque toutes trois étages : le premier pour les arrivées de câbles, les transformateurs et les départs à basse tension avec leurs fusibles et leurs compteurs; le second pour les interrupteurs à huile, tant à haute qu'à basse tension; enfin, le troisième pour les barres à haute tension.

Les interrupteurs à huile sont tripolaires; ils sont disposés suivant le principe adopté dans les tableaux et sous-stations de Ville-Blanche et Bibi-Eibat : niches en béton fermées d'un côté, dont le fond sert de support aux appareils de manœuvre et de mesure. Dans certaines cabines, chaque niche est fermée par une porte métallique.

Cabines à 6 000 v. — Ces cabines de construction très ancienne sont conçues suivant les plans les plus divers. En général, leur équipement très primitif ne présente aucun point intéressant à signaler.

Réseau secondaire. — Toutes les cabines de transformation fournissent du courant à 1 000 v aux moteurs.

Les moteurs situés à proximité de la cabine de transformation sont raccordés directement à celle-ci. Ceux qui en sont plus éloignés sont raccordés à des cabines de distribution alimentées par les cabines de transformation. Ces cabines de distribution sont au nombre d'une centaine. En général, les réseaux secondaires des cabines de transformation sont complètement indépendants les uns des autres et il y a autant de réseaux secondaires qu'il y a de cabines de transformation.

Des travaux d'extension, construction de cabines à 20 000 v et pose de câbles sont actuellement en cours dans les réseaux de Sabountchy, Romany et Sourakany.

D. — Réseau de Bibi-Eibat. — Jusqu'en 1914, le réseau de Bibi-Eibat était alimenté directement par la centrale, sans cabines de transformation. A cette époque, le turbo-alternateur à 6 000 v n'existait pas ; la centrale fournissait du courant à 2 000 v, qui était distribué aux moteurs par un réseau de câbles et de cabines de distribution, les moteurs travaillant donc à 2 000 v.

Actuellement, ce réseau a été conservé comme réseau secondaire, mais il est alimenté par deux cabines de transformation de 6 000 kv-A chacune qui reçoivent par câbles le courant à 20 000 v de la centrale et le transforment à 2 000 v.

Contrairement donc aux réseaux secondaires de Balakany, le réseau secondaire de Bibi-Eibat peut être entièrement bouclé et réuni directement à la centrale. C'est ce qui explique que l'on puisse, en cas de besoin, faire travailler sur le réseau industriel les machines à 2 000 v travaillant normalement sur le réseau de la ville : l'alimentation se fait alors directement sans intervention de transformateurs. Par l'intermédiaire du réseau, on peut même faire marcher les machines à 2 000 v. en parallèle avec le turbo-alternateur à 6 000 v.

Une troisième cabine de transformation avec le réseau de câbles correspondant est en construction actuellement.

E. — Réseau de la ville. — Ce réseau ne présente, au point de vue qui nous occupe, aucune particularité digne d'être notée.

F. — Caractères de la charge. — Pour expliquer les causes de la valeur excessivement faible du facteur de puissance et pour faire comprendre la nature de la charge alimentée, il est nécessaire de dire quelques mots de la façon dont s'opère l'exploitation du naphte.

Le naphte est, dans la grande majorité des cas, puisé à l'aide d'un récipient de forme spéciale, dans des puits de faible diamètre et d'une profondeur allant jusqu'à

[1] Ces chiffres seront atteints après achèvement des travaux en cours. Actuellement, 3 ou 4 cabines à 20 000 v ne sont pas encore en service et par contre une dizaine de cabines à 6 000 v, destinées à disparaître, existent encore.

Digitized by Google

800 m environ. L'énergie électrique sert au forage des puits et à l'extraction du naphte; au point de vue de la consommation d'énergie, ces deux genres de travaux sont nettement différents.

Le forage se fait par percussion, à l'aide de trépans ou d'outils appropriés, fixés à l'extrémité d'une tige en fer constituée d'éléments de 8 à 10 m de longueur et que l'on allonge au fur et à mesure de la descente. Toutes les quatre ou cinq heures, on remonte l'outil pour nettoyer le forage. Le travail du moteur pendant le battage consiste à faire mouvoir, par l'intermédiaire d'une transmission à courroie, le balancier qui porte les tiges et l'outil ; au début de l'ascension des tiges, le moteur fournit un effort considérable, atteignant et dépassant même parfois celui qui correspond à sa pleine charge; pendant le reste de l'ascension, cet effort est moindre. Pendant la chute du trépan et des tiges, ainsi que pendant l'abaissement du balancier qui va les raccrocher, le moteur tourne à vide; en somme, il est donc soumis à des alternatives brusques de charge plus ou moins complète pendant une ou deux secondes, suivie d'une marche à vide de durée à peu près égale. Pendant la moitié du temps environ, il tourne à vide et son facteur de puissance est presque nul, pendant l'autre moitié du temps, il travaille à une charge qui n'atteint la pleine charge normale (et encore pas toujours) qu'à un seul instant : son facteur de puissance pendant cette période est donc aussi forcément faible.

Pendant le relèvement ou la descente de l'outil pour le nettoyage, opération très longue par suite du dévissage et du revissage des tiges, le moteur tourne presque tout le temps à vide, et, pendant les quelques secondes pendant lesquelles il travaille, il est peu chargé.

Les puits ainsi forés ont au niveau du sol un diamètre de 60 à 80 cm et même plus ; ce diamètre se réduit rapidement au fur et à mesure que la profondeur augmente, car, quand le premier tubage en tôle servant de soutènement refuse de descendre, on le prolonge par un tubage de diamètre plus faible descendu à l'intérieur du premier, et ainsi de suite. Au fond les puits n'ont parfois pas plus de 20 à 25 cm.

Pour extraire le naphte, on descend dans le puits une épuisette formée par un tube en tôle de plusieurs mètres de longueur et d'un diamètre aussi fort que le permet le plus petit diamètre du forage. Ce tube est terminé inférieurement par une soupape qui s'ouvre au moment où il touche le fond du puits ; l'épuisette se remplit alors de naphte et est ensuite remontée.

Ici encore le moteur qui effectue le travail tourne sans interruption, il fournit un effort maximum au début de l'ascension de l'épuisette, effort qui va en diminuant au fur et à mesure que le poids du câble déroulé diminue. L'épuisette arrivée au jour, le moteur est débrayé pendant tout le temps employé à la vider et à la faire redescendre. De même que pendant le battage au trépan le moteur tourne donc à vide pendant une moitié du temps au moins, et n'est pas complètement chargé pendant l'autre moitié. Le facteur de puissance moyen est donc encore extrêmement bas.

Non seulement le genre de travail imposé aux moteurs, mais encore le choix de la puissance de ceux-ci, contribue à abaisser le facteur de puissance. En effet, le type normal de moteur, qui était de 60 ch il y a quelques années, tend à passer actuellement à 90 et même 120 ch alors que la puissance moyenne absorbée ne dépasse pas 15 à 20 kw. Le moteur ne travaille à pleine charge que rarement et pendant de courts instants seulement. Les exploitants naphtifères ont une tendance à choisir des moteurs trop puissants, d'abord pour éviter de devoir les changer lorsque le puits s'approfondit et ensuite pour les préserver contre le manque d'attention des ouvriers chargés de leur conduite ; en cas d'accident quelconque, accrochage de l'outil ou de l'éprouvette, ou autre difficulté dans le travail, ces ouvriers, d'un niveau intellectuel extrêmement bas, ne s'inquiètent aucunement du moteur et attendent souvent que les fusibles, calibrés pour une puissance beaucoup trop forte, fondent, ou que le moteur brûle. La brutalité de ce personnel est telle que l'on a dû renoncer à lui laisser entre les mains des moteurs asynchrones à bagues pourtant si robustes. On a été amené à construire un type spécial de moteur contenant à l'intérieur du rotor des résistances qui sont automatiquement mises en court-circuit quand la vitesse atteint une certaine limite et qui rentrent en circuit lorsque la vitesse descend en-dessous de cette limite. La mise en marche du moteur consiste simplement dans la fermeture d'un interrupteur ; de plus, si un obstacle quelconque se présente qui diminue de façon exagérée la vitesse du moteur, celui-ci est protégé par la mise en circuit des résistances du rotor, qui, en même temps, augmentent son couple et lui permettent parfois de surmonter l'obstacle.

Ajoutons enfin, pour être complet, qu'il existe un autre mode d'extraction du naphte applicable dans certains cas, malheureusement assez rares ; c'est le procédé à l'air comprimé. On envoie dans le puits de l'air sous pression qui émulsionne le naphte, lequel remonte par un tuyau spécial. Dans ce cas, le travail demandé au moteur électrique est celui nécessaire à la compression de l'air : il est parfaitement constant, sans à-coups, et peut fort bien être réglé de telle sorte que le moteur travaille à pleine charge.

II. Examen de quelques accidents typiques.

Les accidents que nous nous proposons d'examiner ici sont ceux qui ont pour cause première la puissance considérable des installations en jeu ; ils ne se seraient pas produits dans une installation de puissance moyenne.

Ces accidents peuvent se diviser en deux groupes : ceux qui ont été provoqués par une attraction mécanique suivie de déformation et de contact des conducteurs, et ceux qui ont eu pour siège les interrupteurs à huile, soit parce que le fonctionnement de ces appareils était défectueux, soit parce qu'un court-circuit s'était produit entre leurs bornes.

A. — Déformation des conducteurs. — 1° *Déformation des bobines d'induction des parafoudres.* — Il ne

Digitized by Google

s'agit pas ici d'accident à proprement parler, puisque la déformation de ces bobines n'entraîne pas d'arrêt de service, mais il est intéressant de constater que les bobines de réaction de construction habituelle (une vingtaine de spires de fil de fer ou de cuivre de 10 à 12 mm² de diamètre, maintenues par deux isolateurs) ne sont absolument pas employables dans les installations de grande puissance : à chaque court-circuit les spires se rapprochent et s'entremêlent complètement.

Dans le but de renforcer ces bobines et d'augmenter leur résistance mécanique, on les a munies de pièces d'écartement en bois dur au travers desquelles les spires passent et qui sont destinées à maintenir la distance entre celles-ci. Cette précaution permet à la bobine de résister à des courts-circuits pas trop violents, mais elle n'est pas suffisante dans tous les cas, comme le montre la photographie ci-dessous (fig. 3) ; les pièces d'écartement sont brisées par l'effort auquel elles sont soumises pendant les forts courts-circuits, et on en a souvent retrouvé des débris à plusieurs mètres de distance de la bobine.

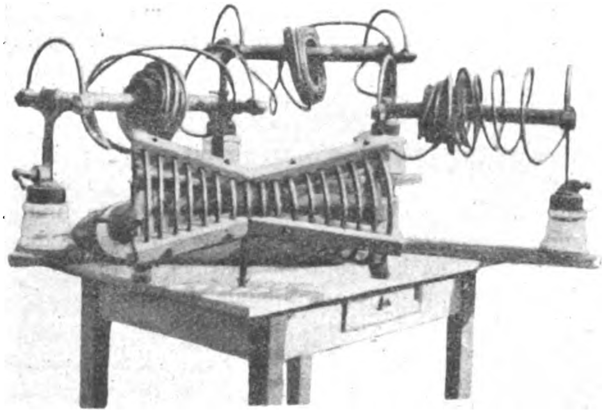


Fig. 3. — Bobines de réaction pour parafoudres avant et après un court-circuit.

2° *Arrachement des supports des conducteurs.* — A Ville-Blanche le tableau auxiliaire à 6 000 v commandant les services de l'usine était, jusqu'au début de 1916, équipé à l'aide de fusibles. Les fusibles commandant chaque départ de câble étaient groupés dans une niche en béton armé. Au-dessus de ces niches se trouvaient les barres du tableau auxiliaire supportées par des isolateurs scellés dans les cloisons en béton armé formant les niches. L'alimentation des barres se faisait par un câble venant d'un interrupteur (groupe des trois interrupteurs monopolaires) branché sur les barres principales.

A plusieurs reprises, par suite d'un court-circuit, dans l'un des appareils desservis par ce tableau, ou dans l'un des câbles en partant, non seulement les fusibles correspondants furent mis en pièces mais les supports des barres furent brisés ou arrachés et les barres vinrent en contact les unes avec les autres provoquant ainsi de graves accidents. Il arriva même que, les supports ayant résisté, une partie de cloison en béton armé fut arrachée avec le support qu'elle portait. Il est probable que l'explosion du fusible provoquait un arc entre les barres et que dès lors l'intensité du court-circuit était telle que des efforts mécaniques énormes se produisaient entre les barres.

3° *Déformation de connexions aux barres principales.* — A plusieurs reprises à la suite d'un court-circuit sur une ligne partant des barres principales, les conducteurs en cuivre rond de 10 mm² de diamètre qui réunissaient les sectionneurs aux barres, furent arrachés de leurs cosses et appliqués sur les barres provoquant ainsi un court-circuit direct. Il est à remarquer que la distance entre barres et conducteurs était de 20 cm environ.

4° *Déformation des connexions aux interrupteurs.* — En novembre 1916, les électriciens et machinistes de service dans la salle des machines entendirent subitement le ronflement caractéristique que produisent les alternateurs en cas de court-circuit violent. En même temps, les voltmètres de terre indiquaient une terre franche sur une phase et, au bout de quelques secondes, un des alternateurs déclanchait et presque simultanément le ronflement cessait mais la terre persistait.

La visite des appareils faite immédiatement montra que la chaîne Galle réunissant les commandes des trois interrupteurs monopolaires d'un départ était complètement brûlée en deux endroits et était tombée par terre, libérant ainsi les deux interrupteurs latéraux qui cependant ne s'étaient pas ouverts sous l'action de leurs ressorts. La commande placée sur l'interrupteur central était endommagée et ne fonctionnait plus, ne permettant pas de déconnecter la troisième phase du départ. Celui-ci commandait un gros transformateur de 10 000 kv-A mis sous tension quelques heures auparavant et sur lequel on releva des traces de court-circuit intérieur. En effet, après que l'on fut parvenu à couper le départ la terre disparut.

L'examen approfondi permit de constater ce qui suit : les premières bobines du côté basse tension (6 000 v) de deux phases du transformateur en question étaient brûlées et un violent court-circuit s'était établi entre ces phases par l'intermédiaire des noyaux dont le fer était profondément attaqué. Dans le tableau de distribution, la barre de connexion de l'un des interrupteurs latéraux était venue en contact avec l'arbre de manœuvre qui était fortement brûlé; la barre de connexion elle-même était complètement sectionnée. Dans la niche de l'autre interrupteur latéral la barre de connexion était venue en contact avec les fers en U supportant l'interrupteur et était également sectionnée. Il semble que l'on peut expliquer la succession des phénomènes comme ceci : un court-circuit éclate dans le transformateur, comme il se produit entre les premières bobines de deux phases, le courant ne rencontre aucune résistance et le court-circuit est aussi violent que s'il se produisait sur les barres générales. Par suite de l'intensité énorme du courant, les barres de connexion de deux des interrupteurs monopolaires commandant le départ sont soumises à des efforts considérables et, en se déformant,

Digitized by Google

viennent en contact avec des pièces métalliques mises à la terre (arbre et fers de support). Un nouveau court-circuit s'établit ainsi par l'intermédiaire des chaînes de manœuvre de l'interrupteur qui sont brûlées. A ce moment, les deux interrupteurs latéraux qui sont libérés devraient déclancher sous l'action des ressorts de rappel, mais leurs mécanismes endommagés par la violence du courant sont coincés et ils restent enclanchés de même que l'interrupteur du milieu dont l'automate n'a pas fonctionné. Le court-circuit persiste donc jusqu'à ce que les barres de connexion des interrupteurs latéraux soient entièrement brûlées, ce qui ne demande probablement que très peu de temps puisque les interrupteurs de machines, réglés à 10 secondes, indépendamment du courant, n'ont pas eu le temps de fonctionner. Le déclanchement de l'une des machines peut s'expliquer par le fonctionnement du relais de retour de courant actionné par les courants d'échange qui se produisent par suite de la rapidité d'action plus ou moins grande des régulateurs des turbines au moment de la cessation du court-circuit; c'est là un phénomène assez fréquent.

B. — Accidents ayant eu pour siège les interrupteurs a huile. — 1° Dans le courant de l'été 1916, par suite de diverses circonstances, il fut impossible de procéder au nettoyage périodique des isolateurs d'une cabine à 20 000 v du réseau de Balakany. Des travaux de maçonnerie avaient été effectués dans la cabine et les isolateurs, les bornes d'interrupteurs, etc., étaient recouverts d'une couche de poussière assez épaisse et trop adhérente pour pouvoir être enlevée par soufflage. Aussi longtemps que le temps fut sec, cela n'amena pas d'inconvénients, mais, quelques jours avant le moment où il allait être possible de mettre la cabine hors tension et de procéder au nettoyage, un orage survint accompagné de fortes pluies et de vent humide.

Quelques heures après cet orage, le câble à 20 000 v partant de la sous-station Romany et alimentant deux cabines dont celle en question, déclanchait violemment. Les monteurs de service envoyés dans la cabine soupçonnée la trouvèrent pleine de fumée épaisse provenant d'huile qui brûlait dans l'une des niches d'interrupteurs. Ils éteignirent ce commencement d'incendie et constatèrent que le bac de l'interrupteur était tombé, qu'une partie de l'huile qu'il contenait avait été projetée sur les parois en béton et dans la cuvette formée par le fond de la niche et avait pris feu.

Après examen, on constata des traces de brûlure en réalité assez peu profondes sur les bornes de l'interrupteur; les dents des pignons en fonte avec vis sans fin commandant les câbles en acier qui maintenaient le bac de l'interrupteur étaient toutes arrachées, ce qui avait permis au câble de se dérouler et de laisser descendre le bac. A part cela, aucune trace de détérioration n'était visible : le mécanisme de l'interrupteur était en parfait état, de même que les contacts et les isolateurs en porcelaine, l'huile qui restait en assez grande quantité dans le bac était parfaitement claire et ne présentait pas d'odeur de brûlé. Et même, chose bizarre, tandis que dans la cabine tout était couvert de suie, même à l'étage des barres situé au-dessus de celui des interrupteurs, le mécanisme et les contacts des interrupteurs étaient parfaitement propres : il semble donc impossible d'admettre que l'huile contenue dans le bac, tombé *sous* l'interrupteur, ait brûlé. La seule explication possible semble être celle-ci : par suite de l'humidité et de la poussière qui se trouvait sur les isolateurs, un arc s'est allumé entre les bornes de l'interrupteur; cet arc provoquant un court-circuit, l'interrupteur aura déclanché violemment et par suite de la puissance énorme à couper, une pression élevée, une sorte d'explosion se sera produite dans l'intérieur de la caisse de l'interrupteur projetant des gaz inflammables et une partie de l'huile au dehors, et arrachant le mécanisme de suspension de la caisse. L'huile projetée au dehors se sera enflammée au contact de l'arc et aura continué à brûler mais sans que le feu se communique à l'huile restée dans le bac; celui-ci, qui était juste en dessous de l'interrupteur, aura servi de protection au mécanisme, l'empêchant d'être atteint directement par la fumée, et couvert de suie.

2° Le 14 mai 1916, une terre franche ayant été constatée sur les barres générales, le chef d'usine voulut essayer lui-même une ligne douteuse en ouvrant et fermant rapidement l'interrupteur à huile commandant cette ligne (emplacement marqué par une croix sur la fig. 2); c'est là une manœuvre qui se pratique assez souvent pour localiser une terre sans interrompre le service : l'interrupteur n'étant maintenu ouvert que pendant une fraction de seconde, les moteurs raccordés n'ont pas le temps de ralentir et il n'y a pas de courant excessif au réenclanchement; cette fraction de seconde est cependant suffisante pour voir si les voltmètres de terre ont tendance à revenir à leur position normale.

Cette manœuvre provoqua une explosion d'une violence telle que la cloison AB (fig. 2) en béton, renforcée de distance en distance par des colonnes, qui formait un des côtés de la chambre des interrupteurs, fut fissurée dans toute sa longueur et presque renversée. Les portes en fer qui fermaient cette chambre furent arrachées et la flamme, sortant par ces portes et contournant toute la paroi sur laquelle se trouvent les appareils de manœuvre, vint brûler assez fortement l'opérateur placé au point C. Celui-ci eut la présence d'esprit de déclancher immédiatement l'interrupteur qu'il venait de refermer et aucun autre phénomène ne se produisit; les machines et les autres départs continuèrent à travailler normalement. L'interrupteur en question était du type à double contact, préconisé par certaines firmes pour la mise sous tension des transformateurs de grande puissance : les couteaux en se rapprochant ferment d'abord le circuit sur une résistance, puis en continuant leur mouvement mettent cette résistance en court-circuit. La résistance est constituée par un certain nombre de barreaux en carboscilite portés sur l'un des isolateurs de l'interrupteur.

L'examen des lieux montra que la résistance en carboscilite de l'un des interrupteurs monopolaires avait été complètement détruite et que les parties saillantes

Digitized by Google

du couvercle de cet interrupteur présentaient de fortes traces de brûlure; les isolateurs en porcelaine formant les bornes étaient brisés. Le couvercle et les bornes de l'interrupteur voisin présentaient également des traces de brûlure et la cloison en béton séparant les niches des deux interrupteurs, noircie et attaquée par les flammes montrait clairement qu'un arc avait jailli d'une cellule à l'autre en contournant la cloison. La partie intérieure des interrupteurs, ainsi que l'huile qu'ils contenaient, étaient absolument intactes. Quant à la terre, elle avait disparu des barres après l'accident et cependant, à l'essai, la ligne coupée fut trouvée en parfait état d'isolement.

Il est probable que la présence de la terre n'a joué aucun rôle dans cet accident; il s'agissait d'une terre momentanée sur la ligne essayée ou sur toute autre ligne, qui aura disparu d'elle-même comme cela arrive souvent. La résistance de mise en charge semble être la cause première de l'accident; ces résistances sont constituées par 8 cylindres de carboscilite, munis à leurs extrémités de pièces de contact en cuivre et groupés en parallèle; or, le contact entre le cuivre et le carboscilite est toujours assez précaire et laisse assez souvent à désirer. Pendant la manœuvre d'essai de la ligne, la résistance est traversée par un courant assez intense, une étincelle a pu prendre naissance près du contact et amorcer un arc entre phase et terre qui aura gagné la cellule voisine. Cette interprétation est naturellement basée sur une hypothèse, mais, outre que le parfait état intérieur des interrupteurs et l'absence de court-circuit sur la ligne ne laissent pas place à une autre explication, il faut remarquer qu'à deux reprises déjà, antérieurement, ces résistances avaient provoqué la naissance d'arcs entre le corps et la borne d'un interrupteur; ces arcs n'avaient pas occasionné d'accidents importants, grâce à la faible puissance des machines alors en service.

C. Recherche des causes et des remèdes. — Il est certain que la cause première de tous les accidents que nous avons signalés ci-dessus réside dans la puissance considérable des alternateurs travaillant en parallèle; des accidents de ce genre sont inconnus dans des centrales de faible et de moyenne puissance. Avant d'étudier plus en détail les diverses manifestations de cette cause générale, essayons d'évaluer la puissance mise en jeu au moment d'un court-circuit, et de nous rendre compte de la façon dont les choses se passent.

Au moment où un alternateur est mis en court-circuit le courant n'est limité que par l'impédance de l'induit, résultant de sa résistance ohmique et de sa self-induction. Il atteint presque instantanément (au bout de quelques périodes) une valeur très élevée; mais, comme à ce moment, il est presque complètement déphasé en arrière par rapport à la force électromotrice induite, il provoque une puissante réaction sur l'inducteur en y créant un flux antagoniste du flux magnétisant. A cause de la grande self-induction de l'inducteur cette réaction ne se produit que progressivement; l'intensité du courant décroît lentement jusqu'à atteindre après quelques secondes une valeur qui serait sa valeur de régime si la vitesse était maintenue constante (¹). Par suite de la diminution du nombre de tours, le courant continue encore à diminuer mais très lentement car, d'une part, la vitesse ne diminue que lentement par suite de l'inertie considérable du rotor, et, d'autre part, la périodicité et, par conséquent, la force contre-électromotrice de self-induction diminue en même temps que la force électromotrice induite.

Dans beaucoup d'alternateurs, même de construction relativement récente, le courant de court-circuit s'élève au début jusqu'à 40 et 50 fois le courant normal, pour descendre progressivement à une valeur voisine de 10 à 20 fois ce courant. Actuellement, cependant, la plupart des constructeurs reconnaissent la nécessité de limiter à 10 ou 12 fois la valeur du courant normal, le maximum du courant développé en cas de court-circuit, lequel s'abaisse ensuite rapidement à 5 ou 6 fois cette valeur. D'autres, cependant, préfèrent conserver une réactance synchrone moins élevée et adjoindre à l'alternateur des bobines de self-induction; ils font valoir en faveur de cette méthode que d'abord la construction de l'alternateur est plus facile et plus avantageuse et qu'ensuite les bobines de self-induction protègent les autres machines contre un court-circuit pouvant éventuellement se produire dans la machine considérée. Au point de vue de la puissance développée pendant le court-circuit, il ne faut pas perdre de vue qu'elle n'est pas proportionnelle au courant mais notablement moindre, car le courant est fortement déphasé par rapport à la force électromotrice induite. Ce déphasage est d'autant plus grand que la réactance de l'induit est plus élevée; l'augmentation de cette réactance agit donc doublement pour diminuer la puissance développée pendant le court-circuit; elle réduit le courant et elle augmente son déphasage.

Voyons maintenant comment se manifeste la puissance mise en jeu pendant un court-circuit et comment on pourrait en atténuer les effets.

Comme en toute chose, lorsque l'on veut remédier à un défaut, deux moyens se présentent : ou bien supprimer la cause, ou bien la cause existant, empêcher les effets de se produire. Souvent, aucun des deux moyens ne pouvant être appliqué d'une façon absolue, il sera prudent de les appliquer simultanément.

Effets mécaniques. — En ce qui concerne les *effets mécaniques sur les conducteurs*, la cause déterminante des accidents est évidemment la violence extrême des efforts auxquels ces conducteurs sont soumis; il est certain que ces efforts doivent atteindre plusieurs centaines de kilogrammes, peut-être même plusieurs tonnes, appliqués à quelques décimètres de longueur des conduc-

(¹) C'est le rapport entre la tension normale et cette valeur de courant de court-circuit de l'alternateur que l'on appelle la réactance synchrone. Elle permet de déterminer le courant permanent de court-circuit, mais non le maximum du courant de court-circuits car elle n'atteint sa valeur normale qu'après un nombre de secondes suffisant pour que la réaction d'induit ait pu agir.

Digitized by Google

teurs. On peut, du reste, calculer sinon la valeur exacte, du moins l'ordre de grandeur de ces efforts. Considérons deux conducteurs parallèles situés à une distance r l'un de l'autre et parcourus par un même courant i. Le champ magnétique dû à l'un des conducteurs aura, en un point quelconque, une direction perpendiculaire au plan passant par le conducteur et le point considéré. A la distance r du premier conducteur, ce champ aura une intensité de $\frac{2\,i}{r}$. Le second conducteur placé dans un tel champ sera soumis à un effort dont l'intensité par unité de longueur sera $\frac{2\,i^2}{r}$. L'effort en chaque point sera perpendiculaire à la direction du champ et à celle du second conducteur, c'est-à-dire qu'il sera dirigé vers le premier conducteur; ce sera une attraction si les courants considérés sont de même sens, une répulsion s'ils sont de sens contraire. Supposons, par exemple, qu'un court-circuit se produise sur les barres générales de la centrale ou à faible distance de celle-ci, alors que la puissance des alternateurs raccordés est de 50 000 kv-A, ce qui arrive souvent à Ville-Blanche. La tension étant de 6 000 v, le courant normal serait d'environ 5 000 A. Au moment du court-circuit, le courant maximum peut atteindre 200 000 A, provoquant un effort de :

$$\frac{2 \times 200\,000^2 \times 10^{-2}}{981 \times r} = \frac{8,15 \times 10^5}{r}\,g$$

par centimètre de conducteur.

Si la distance entre les conducteurs considérés est de 30 cm par exemple, comme c'est sensiblement le cas pour les barres générales ou pour les connexions aux interrupteurs et appareils, l'effort atteindra 27 kg : cm ou 2 700 kg par mètre courant de conducteur.

Remarquons que le courant entrant au carré dans la formule, l'effort varie rapidement avec l'intensité du courant, tandis que la distance entre conducteurs, intervenant à la première puissance seulement, a une influence beaucoup moins sensible. C'est ainsi que deux conducteurs situés à la distance relativement considérable d'un mètre dans des niches voisines par exemple, subiraient encore un effort de 815 kg par mètre courant, suffisant dans bien des cas pour provoquer des déformations.

Remarquons encore que les chiffres élevés que nous avons admis pour le courant de court-circuit trouvent ici une confirmation : les effets mécaniques constatés n'ont pu être produits que par des efforts considérables et le calcul montre que ces efforts ne peuvent résulter que de courants extrêmement forts ; les chiffres indiqués ne sont naturellement que de grossières approximations, mais l'ordre de grandeur de ces chiffres paraît indiscutable.

Le moyen de supprimer la cause du mal, c'est évidemment de diminuer l'intensité du courant de court-circuit. Pour cela, on peut envisager trois procédés que nous étudierons en détail plus loin : 1° diminuer la puissance des machines débitant sur ce court-circuit, en sectionnant la puissance totale de la centrale en divers groupes indépendants; 2° diminuer la puissance apparente des génératrices électriques en relevant le cos φ de l'installation; 3° limiter le courant de court-circuit par l'intercalation de bobines de self-induction dans les circuits.

Le seul moyen d'empêcher les effets mécaniques de se produire est de renforcer la fixation des conducteurs. C'est évidemment un moyen simple et naturel, le premier qui se présente à l'esprit ; c'est celui qu'instinctivement et fatalement on emploie après chaque accident. Malheureusement, tout en paraissant simple, il est très compliqué et par cela même peu efficace ; si soigneusement que l'on vérifie les circuits, si solidement que l'on fixe les conducteurs, il y a toujours un point plus faible que les autres. Il est difficile d'estimer à quel effort doit pouvoir résister une partie de circuit, et tel isolateur ou telle connexion qui paraît parfaitement à l'abri des déformations et qui a résisté à dix courts-circuits violents causera un accident au onzième parce que tous les points plus faibles ont été éliminés. Et puis la puissance des centrales s'accroît sans cesse ; la fixation qui était suffisante hier ne le sera plus demain et tout sera à recommencer. C'est pourquoi je considère le renforcement de la fixation des conducteurs comme un moyen excellent qu'il est indispensable d'employer chaque fois que l'occasion s'en présente mais qui, seul, est insuffisant pour donner une sécurité complète.

Fonctionnement des interrupteurs à huile — C'est à dessein que j'ai employé le terme : « Accidents ayant pour siège les interrupteurs à huile et non pas « Explosion d'interrupteurs à huile » pour désigner la seconde classe d'accidents que j'ai envisagés. En effet, il est à remarquer qu'il ne s'agit pas ici d'explosion avec inflammation d'huile se produisant à l'intérieur de l'interrupteur et le détériorant fortement : de tels accidents ont eu lieu à la centrale de Ville-Blanche il y a quelques années, avant la tranformation du tableau de distribution : les interrupteurs tripolaires existant à cette époque étaient devenus trop faibles pour la puissance des machines en service et lorsqu'un court-circuit violent se produisait l'interrupteur éclatait à la façon d'une bombe : il était généralement réduit en pièces, les contacts et les isolateurs étaient brisés et noircis par la flamme. Maintenant ce genre d'accident est devenu très rare : je n'ai eu l'occasion de le constater qu'une seule fois et encore je suis tenté, après examen, d'attribuer cet accident à un manque d'huile dans le bac de l'interrupteur.

Il est difficile d'expliquer de façon certaine ce qui se passe dans l'interrupteur au moment de l'explosion. Dans la plupart des cas, il semble qu'il se produit dans la caisse à huile une pression considérable, celle-ci chasse vers l'extérieur par le trou de remplissage, des gaz inflammables et un jet d'huile. Si une étincelle quelconque se produit à ce moment, il y a explosion. Si, au contraire, rien ne provoque l'explosion, il y a simplement projection d'huile et parfois déformation de la caisse de l'interrupteur ou détérioration du mécanisme de suspension de cette caisse. Il se peut même que, dans certains cas,

Digitized by Google

l'interrupteur lui-même ne joue pas de rôle, qu'il n'y ait pas inflammation d'huile ou de gaz et que l'explosion et la fumée proviennent uniquement d'un arc de court-circuit prenant naissance entre les cornes de l'interrupteur, car il est à remarquer que, lorsqu'un court-circuit éclate en un endroit où il n'y a pas de matières inflammables ou explosives, il s'accompagne aussi d'une explosion plus ou moins violente, d'une forte flamme et de fumée. Pour les divers accidents survenus aux interrupteurs monopolaires installés à Ville-Blanche notamment, il n'est pas établi que l'huile, ou les matières volatiles pouvant en provenir, aient joué un rôle et il n'est pas impossible que seuls les courts-circuits aient provoqué les explosions constatées.

Je n'ai cité que deux cas d'accidents pouvant provenir des interrupteurs à huile afin de ne pas multiplier outre mesure ces exemples ; réduits aux grandes lignes, les faits se présentent toujours de la même façon : à la suite d'un court-circuit un interrupteur déclanche et une explosion se produit dans la cellule qu'il occupe ; l'intérieur de l'interrupteur n'est pas endommagé mais l'extérieur et les parois de la cellule sont brûlés et couverts de suie (fig. 4) ; souvent des traces de projection d'huile

Fig. 4. — Interrupteur à huile à 20 000 v. endommagé par un violent court-circuit. Les bornes sont brisées et la caisse déformée, mais l'intérieur de l'appareil est intact.

sont visibles même lorsque l'interrupteur ne provoque pas d'explosion en fonctionnant pendant un court-circuit.

En tout cas, soit qu'il soit la cause d'accidents, soit qu'il n'en soit que l'occasion, l'interrupteur à huile est certainement l'un des points les plus dangereux de la construction électrotechnique moderne. Tous les ingénieurs électriciens, surtout ceux qui ont eu l'occasion de s'occuper de centrales de grande puissance, le considèrent comme un appareil encore imparfait. Klingenberg, dans son ouvrage sur la construction des grandes centrales électriques, propose même la suppression totale des interrupteurs à huile en service et leur remplacement par un système de sectionneurs et de barres auxiliaires, munies d'un ou deux interrupteurs seulement pour toute une centrale, ces interrupteurs n'étant mis sous tension qu'au moment de couper un circuit.

Sans vouloir discuter ce système qui me paraît présenter des inconvénients considérables, je le rappelle uniquement pour montrer jusqu'à quel point est poussée chez certains techniciens l'absence de confiance dans les interrupteurs à huile.

En réalité, ce manque de confiance s'explique, non seulement par les résultats obtenus, mais encore par l'empirisme qui semble présider à la construction de ces appareils. Certains constructeurs pensent que la puissance de rupture est liée au volume d'huile ; d'autres croyant que la pression de l'huile, c'est-à-dire la profondeur des contacts sous le niveau de l'huile joue seul un rôle prépondérant, ont augmenté artificiellement cette pression en comprimant de l'air dans l'interrupteur. Récemment, les Américains on créé un type d'interrupteur dans lequel les contacts principaux qui s'ouvrent d'abord sont hors de l'huile, les contacts de rupture aussi réduits que possible baignant seuls dans une très faible quantité d'huile.

Enfin il faut reconnaître que la puissance toujours croissante des centrales impose aux constructeurs des conditions qui deviennent impossibles à remplir.

Si l'interrupteur automatique est réglé pour déclancher instantanément, il doit pouvoir couper le courant maximum qui, dans le cas envisagé plus haut, peut atteindre 200 000 A. S'il est à réglage temporisé et que le retard apporté au déclanchement soit suffisant pour que la réaction d'induit des alternateurs ait eu le temps de se produire, ce courant sera fortement réduit et tombera par exemple à 70 000 ou 80 000 A. Quelle puissance ces courants représentent-ils ? Il est difficile de l'évaluer car au début de la rupture la tension étant nulle la puissance est nulle également ; à la fin de la rupture, la puissance s'annule à nouveau puisque le courant est égal à zéro. Mais, pendant la rupture, la tension passe de 0 à une valeur supérieure à la normale tandis que le courant tombe d'une valeur extrême à zéro ; la puissance part donc de 0 pour s'élever progressivement, passer par un maximum et revenir à 0, mais comme les courbes de variation de la tension du courant et du facteur de puissance sont inconnues, la puissance n'est pas calculable. Théoriquement, on pourrait déterminer ces courbes par l'oscillographe, mais pratiquement il est peu commode de faire des expériences semblables avec des puissances aussi élevées.

Dans un article reproduit dans le bulletin de décembre 1915 de la Société générale russe d'Électricité, M. P. Steinmetz, ingénieur-conseil de la General Electric Company, évalue la puissance maxima coupée par un interrupteur fonctionnant au moment d'un court-circuit, en multipliant simplement la tension normale par le courant de court-circuit. En appliquant cette méthode à l'exemple ci-dessus, l'interrupteur à déclanchement instantané devrait couper une puissance de 2 000 000 kw environ et l'interrupteur à déclanchement temporisé 815 000 kw, mais je considère que ces chiffres sont de beaucoup supérieurs à la réalité.

Digitized by Google

La puissance maximum mise en jeu pendant la rupture n'est du reste pas le seul facteur à considérer pour apprécier la difficulté de cette rupture, il semble bien aussi qu'il faille tenir compte du facteur de puissance, et qu'une puissance apparente donnée est beaucoup plus dangereuse à couper qu'une puissance réelle équivalente. J'ai rencontré plusieurs fois déjà, dans la littérature technique, l'opinion, émise il est vrai sous forme d'hypothèse, que la capacité de rupture d'un interrupteur donné est d'autant moindre que le courant à couper est plus fortement déphasé sur la force électromotrice. Les partisans de cette théorie expliquent que, dans le cas où le courant et la force électromotrice sont en phase, la rupture du circuit qui a lieu pendant le mouvement d'écartement des machoires de l'interrupteur, se produit automatiquement à l'instant où le courant et la tension, et par conséquent la puissance, sont nuls. S'il n'y a pas coïncidence entre les phases du courant et de la tension il n'existe pas d'instant pour lequel les trois quantités ci-dessus s'annulent simultanément et la rupture est plus difficile ; de plus, la self-induction du circuit tend à maintenir l'arc entre les machoires. Il y a quelque temps, j'ai rencontré, pour la première fois, cette opinion sous une forme tout à fait affirmative mais sans détail aucun, dans un article de M. Dumartin intitulé : *De l'amélioration du facteur de puissance dans les installations électriques industrielles* et publié dans « La Lumière électrique » n^os 32 et 33, année 1916. Plus récemment, j'ai trouvé, dans le numéro du 23 septembre 1916 de l'« Electrical World », la relation d'essais faits par l'Association des Ingénieurs électriciens de Suisse, qui confirment cette hypothèse. Les expérimentateurs font remarquer que l'augmentation de la self-induction des circuits a un double effet : d'une part, elle diminue le courant maximum, ce qui est favorable, mais, d'autre part, elle rend la rupture plus difficile.

Une question qui se pose à côté de celle de la détermination de la puissance à couper c'est celle de la puissance de rupture des interrupteurs modernes. Les catalogues des fabricants sont fort peu clairs à cet égard.... et pour cause. Outre la difficulté sinon l'impossibilité de faire des expériences avec de pareilles puissances, nous venons de voir que l'évaluation de la puissance réelle coupée par un interrupteur fonctionnant sur un court-circuit peut prêter à discussion. Dans l'article déjà cité, M. Steinmetz affirme, d'après expérience, que les interrupteurs modernes les plus puissants peuvent couper de 250 000 à 300 000 kw, mais il n'indique pas comment les expériences ont été faites.

Il est donc difficile d'évaluer le coefficient de sécurité que présente un interrupteur donné travaillant dans des conditions déterminées, mais le fait que des accidents se produisent, que des caisses d'interrupteurs peuvent être déformées par la pression intérieure montre que la limite de puissance est atteinte à Ville-Blanche et qu'il serait dangereux d'augmenter encore considérablement la puissance de la centrale sans prendre des mesures spéciales. Alors que faire? Remplacer les interrupteurs par d'autres plus puissants [1]? C'est un moyen précaire car il semble difficile, sinon impossible, de construire un interrupteur pouvant couper en toute sécurité de pareilles puissances. L'interrupteur actuel sera remplacé par un autre, un peu plus puissant mais ce ne sera pas une solution. Et supposons même qu'un constructeur offre un appareil suffisant pour les installations actuelles, quelle garantie pourra-t-il donner? Est-il possible d'admettre qu'il ait fait des essais systématiques de court-circuit sur une centrale de 80 000 à 100 000 kw? Evidemment non, et ses offres seront basées sur des hypothèses. Du reste, si même cet interrupteur est suffisant aujourd'hui, il ne le sera plus demain. Enfin, comme je l'ai montré, il n'est pas sûr que le fonctionnement de l'interrupteur soit seul coupable ; il est même probable que dans certains cas la grandeur des efforts mécaniques entre conducteurs, la difficulté de fixation de ces conducteurs dans un espace restreint et difficilement accessible, jouent un rôle important. L'adoption d'un autre type d'interrupteur n'écarterait alors qu'une partie du danger.

Ici encore la solution consiste, me semble-t-il, à supprimer les causes du mal plutôt qu'à y porter remède. Cette suppression peut être atteinte par les trois moyens auxquels j'ai déjà fait allusion : division de la centrale, diminution de la puissance apparente des génératrices, diminution du courant de court-circuit par l'emploi de self-inductions J'étudierai plus loin en détail ces trois points.

Evidemment l'emploi de ces moyens que l'on pourrait appeler préventifs, n'exclut pas la nécessité de choisir des interrupteurs aussi puissants que possible et d'une construction ayant fait ses preuves. Mais quelles que soient les précautions prises, l'interrupteur à huile est, et restera probablement encore longtemps, un appareil essentiellement dangereux; si même, dans l'avenir, on arrive à éliminer toute chance d'accident avec un appareil en parfait état, il n'en restera pas moins vrai que le moindre défaut, la moindre négligence du personnel chargé de la surveillance du niveau de l'huile et de la qualité de celle-ci, pourra avoir des conséquences extrêmement graves. C'est pourquoi, il est indispensable de choisir une disposition telle que l'explosion toujours à craindre d'un interrupteur, ait des conséquences aussi limitées que possible. C'est là un quatrième point que j'étudierai dans un prochain article.

(*A suivre.*) F. SCOUMANNE.

Directeur de la Société Force électrique de Bakou.

[1] Certains constructeurs ont depuis longtemps déjà essayé de tourner la difficulté que présente la rupture des courts-circuits puissants en employant des interrupteurs qui intercalent automatiquement une forte résistance dans le circuit avant de le couper. Pour des puissances modérées ce procédé donne de bons résultats; pour des puissances très fortes il peut parfois présenter de sérieux inconvénients, comme le montre l'un des accidents que j'ai relatés. La Commission suisse dont j'ai mentionné le travail a également étudié ce procédé : sans résoudre définitivement ce problème, elle estime qu'il peut conduire à certains résultats surtout en multipliant le nombre des résistances et en les insérant successivement à l'aide de plusieurs interrupteurs s'ouvrant automatiquement les uns après les autres. C'est là une méthode bien compliquée et bien coûteuse, et il est douteux que l'on arrive à la généraliser.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

La nouvelle centrale hydro-électrique de Coire [1].

La ville de Coire avait érigé dès 1892 une centrale électrique de 150 ch. Par suite de la consommation toujours croissante et en dépit de précédents agrandissements, cette centrale devint tout à fait insuffisante, d'autant plus qu'il était devenu nécessaire d'alimenter le nouveau chemin de fer électrique de Coire à Arosa. Après l'examen de divers projets, on s'arrêta à la construction d'une nouvelle usine dans la vallée de la Plessur, un peu en amont de Coire. Celle-ci, commencée fin 1912, est entrée en service en octobre 1914.

L'emplacement du barrage et de la centrale fut assez difficile à choisir car la vallée de la Plessur se prête assez peu à l'établissement de fondations solides. En sacrifian environ 40 m de chute, on parvint à concilier la condition précédente avec celle de la plus forte pente possible entre les deux points. Cette pente est en moyenne de 7 pour 100 sur 3 km et atteint un maximum de 12 pour 100 sur 883 m. La différence totale de niveau est de 220 m. L'usine est située près du village de Lüen et le barrage à 1 km en aval du village de Molinis.

Le bassin de la Plessur avant le barrage a une superficie de 142 km²; le débit d'hiver peut être admis de 10 l: km²: sec moyenne et de 6 l au minimum. (Jusqu'ici on n'a en réalité jamais observé moins de 1 300 l : sec.) Le projet fut basé sur une consommation de 1 400 l en moyenne et 3 000 l pour les pointes, avec un déversement de 2,3 m³: km² ; sec au barrage pour les plus hautes eaux.

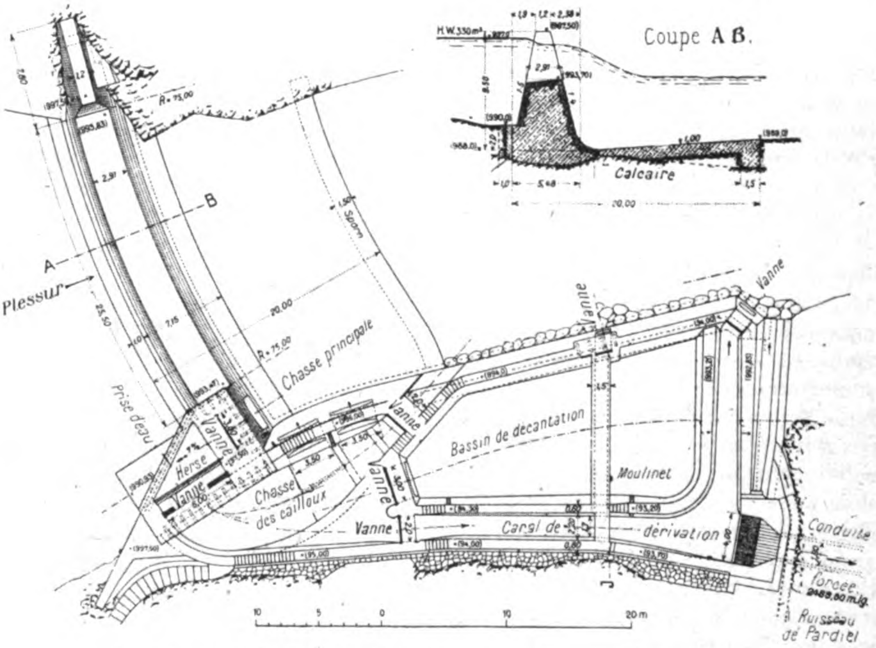


Fig. 1. — Plan de la prise d'eau et coupe du barrage. Echelle 1/600.

La formule employée fut la formule empirique $q = \frac{9 \text{ à } 12}{\sqrt[3]{F}}$ avec le nombre 12 et où F désigne la surface en kilomètres carrés.

Prise d'eau. — Le barrage, massif et submergé est en béton avec revêtement de roche dure. Il repose et est encastré sur les côtés dans un calcaire extrêmement compact et dur. Ses dimensions sont les suivantes : longueur utile du couronnement 25,5 m ; hauteur au-dessus de la base des fondations 7 m; au-dessus des eaux normales d'aval 4,2 m ; largeur de la base 5,5 m ; largeur du faîte 2,9 m.

La prise d'eau (fig. 1) sur la rive droite consiste en deux ouvertures de 3 m de largeur avec herse relevable et double vanne (supérieure et inférieure). Le seuil en est situé à 1,10 m au-dessous du faîte de la digue, de manière à ne produire qu'une très faible vitesse même pour un débit de 3 m³ : sec. Près de la prise d'eau une ouverture de 3 m de large et 2 m de haut, pratiquée à la base de la digue et qui est normalement obturée par un panneau de fer, permet de laisser filer de temps à autre les cailloux qui s'accumulent rapidement derrière le barrage; grâce à ce dispositif, on n'a encore constaté aucune détérioration de la base ou des parois.

Les fondations de la digue furent commencées en automne, la Plessur étant déviée sur la rive droite, et, malgré une interruption pendant la période de gel, les parties immergées purent être terminées avant les hautes eaux d'été.

Entre la prise d'eau et l'entrée de la conduite d'amenée il fallut prévoir des bassins de décantation (fig. 2) car la Plessur

(1) Kürsteiner, Zürich. *Schweizerische Bauzeitung*, 6, 13, 20 et 27 janvier 1917, t. LXIX; n^{os} 1, 2, 3 et 4; p. 4 à 8, 13 et 14, 23 et 24, 35 et 36.

Digitized by Google

reçoit de ses affluents torrentiels et charrie elle-même de grandes quantités de sable, boue, gravier et cailloux. Malheureusement la place étant mesurée dans la gorge étroite, il fallut adopter une solution particulière sur les bases suivantes :

1° Vitesse maximum, de 0,10 m : sec même aux plus hautes eaux ;

2° Radier incliné vers le milieu, avec paroi plongeante au-dessus de ce milieu, de façon à arrêter les corps flottants ;

3° Passage de l'eau à la conduite forcée par déversoir de la plus grande longueur possible ;

4° Canal de dérivation évitant les bassins sans interruption de service.

Les bassins recouvrent une superficie de 550 m². L'eau passe d'abord dans un avant-bassin à radier très incliné débouchant dans la rivière au pied de la digue par une ouverture permettant la chasse des plus gros cailloux qui s'y déposent déjà. Cet avant-bassin est séparé du bassin de

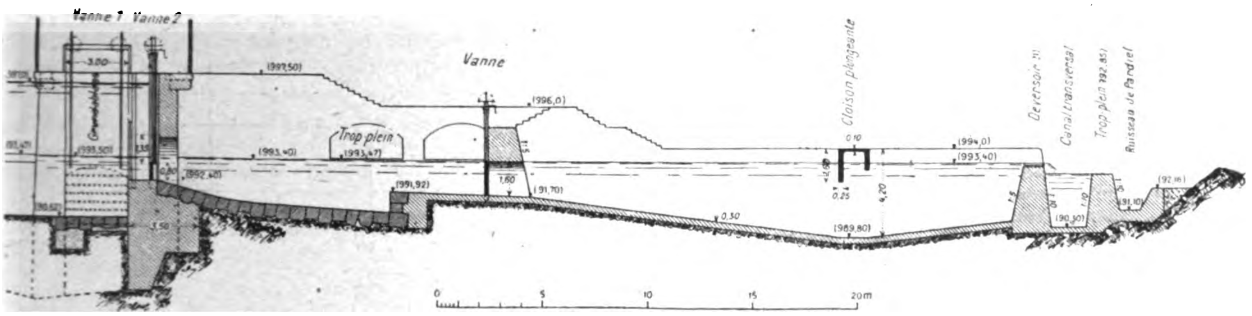


Fig. 2. — Coupe longitudinale du bassin de décantation.

décantation proprement dit et du canal de dérivation par un seuil surélevé de 1 m donnant accès à des vannes. Le bassin de décantation a une longueur moyenne de 25 m, une largeur moyenne de 12 m et une profondeur maximum que la grande hauteur de la digue permet de porter à 3,60 m. Le radier s'incline de 2,3 m. vers le milieu pour remonter de 0.80 m vers le mur de fond. La paroi transversale, établie au-dessus de la partie la plus profonde pour arrêter les corps flottants et forcer les filets d'eau à descendre pour déposer leur sable, est en béton armé et plonge de 1 m.

Le déversoir de 17 m de long laisse tomber l'eau dans un canal transversal relié au canal de dérivation et à la conduite d'amenée. Un trop plein de niveau 0,65 m, inférieur au faîte de la digue, rejette dans la Plessur l'eau en surabondance de façon qu'il ne pénètre pas plus de 3,5 m³ : sec dans la conduite.

L'action des bassins de décantation est satisfaisante et l'eau qui en sort n'entraîne plus que du limon très fin, qui se dépose actuellement dans la conduite à cause de la faible vitesse (parfois 0,12 cm : sec) conséquence de la faible charge de l'usine. Il y a donc lieu de vider et rincer la conduite une ou deux fois par an jusqu'à ce que la charge de la centrale soit devenue suffisante pour assurer une vitesse normale à l'eau dans la conduite d'amenée.

Toutes les vannes sont mues électriquement et commandées depuis un poste relié par téléphone à la centrale et au château d'eau.

Conduite d'amenée. — La prise d'eau est reliée au château d'eau par une galerie de 2 470 m de long sur la rive droite de la Plessur (fig. 3). Les dimensions en sont les suivantes :

Hauteur intérieure	1,80 m
Plus grande largeur intérieure	1,80 m
Section du percement	4 m²
Section du béton	1,3 m²
Section intérieure	2,7 m²
Pente	1,14 pour 100
Débit maximum avec niveau d'eau libre	3,8 m³ : sec
Débit maximum, galerie remplie et sous pression	3,6 m³ : sec

La figure 4 indique les caractéristiques hydrauliques du profil de la galerie.

La galerie traverse des terrains très divers : schiste, chaux quartzeuse, argile calcaire, moraines, sable, ce qui, en certains endroits, rendit le travail pénible et coûteux. La conduite est formée par un revêtement en béton de 18 cm au moins d'épaisseur avec enduit intérieur en ciment de 12 à 20 mm et injections de mortier de ciment à 2,5 atmo-

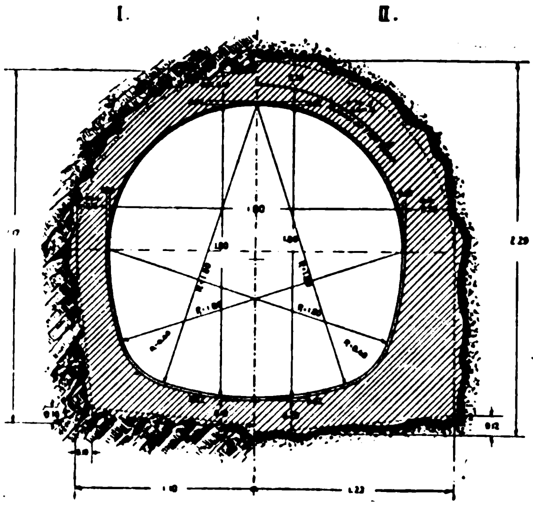


Fig. 3. — Profils normaux I et II.

sphères dans le sol environnant. Dans les traversées de terrains désagrégés la voûte est en béton armé.

Le percement fut effectué en huit chantiers, grâce à trois fenêtres latérales, entre février 1913 et mars 1914 (avance journalière moyenne 2,5 m, maximum 3,5 m). La maçonnerie fut exécutée dans l'ordre suivant : pieds-droits et voûte avec enduit, puis radier. Les sources furent dérivées par deux tuyaux de ciment sous le radier. Les deux fenêtres infé-

Digitized by Google

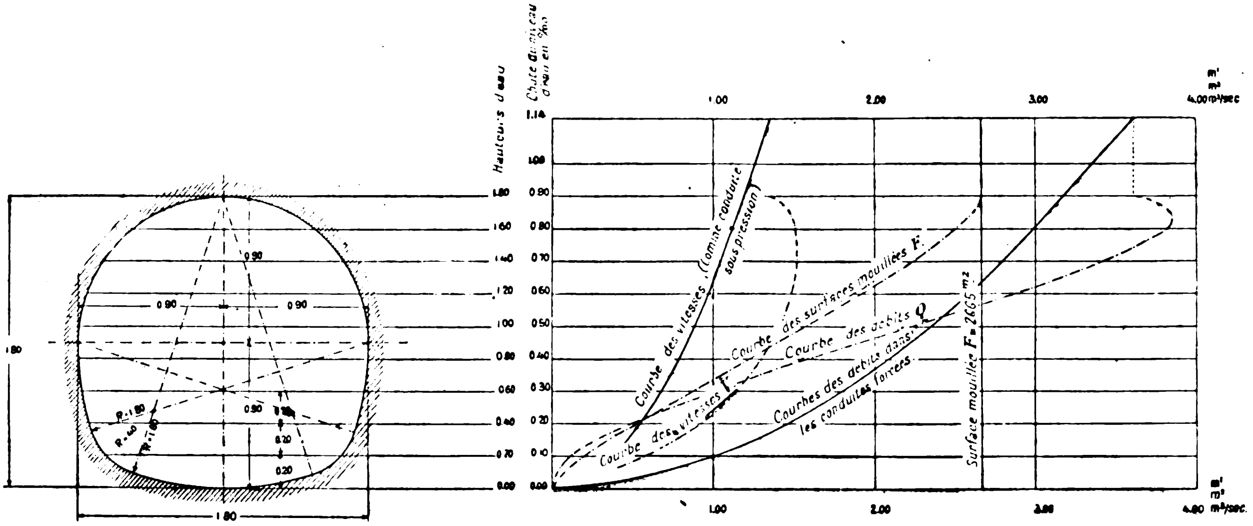


Fig. 4. — Caractéristique hydraulique du profil de la galerie.

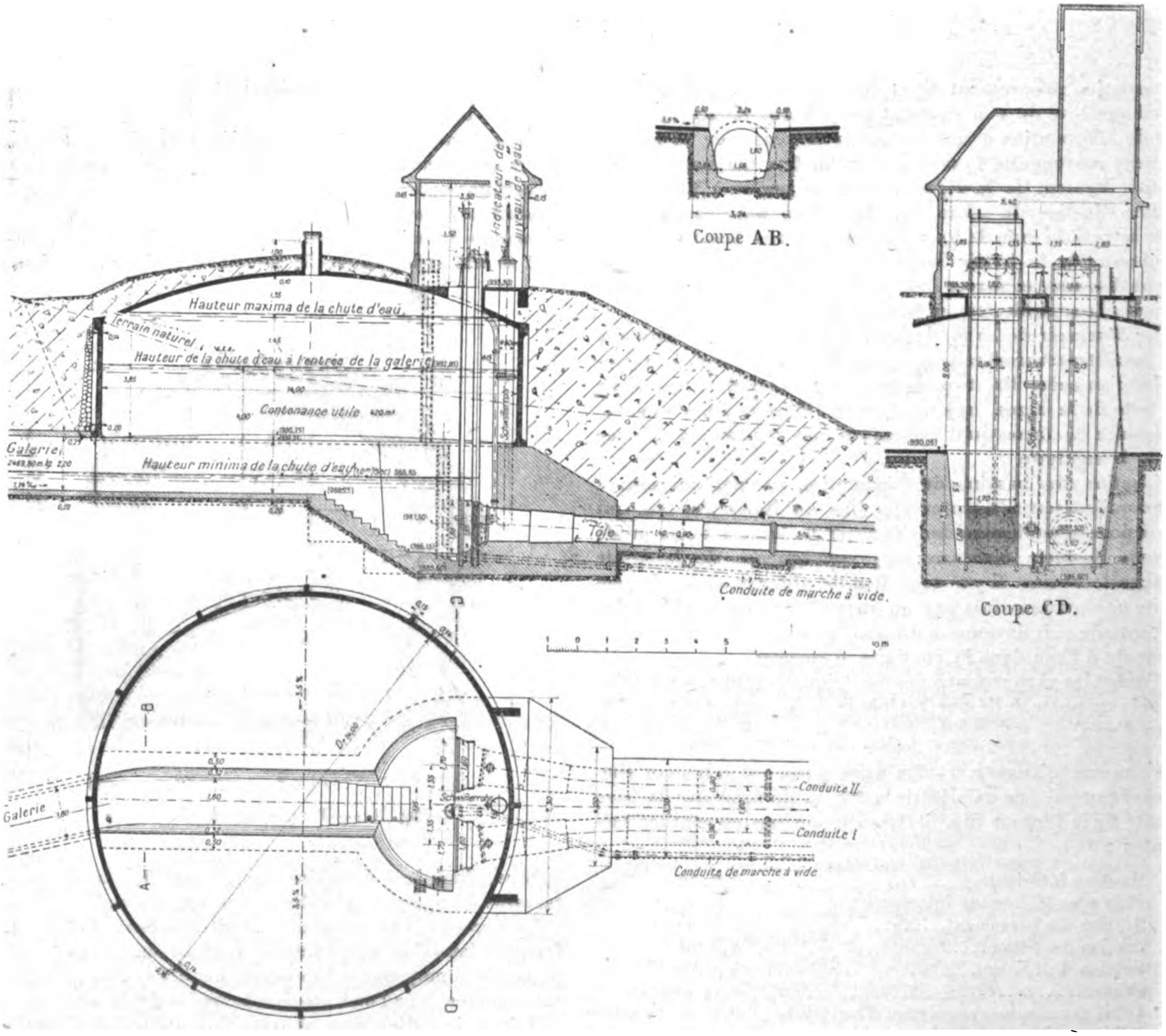


Fig. 5. — Château d'eau, plan et coupes.

Digitized by Google

rieures sont restées accessibles, fermées par des boucliers de fer.

Château d'eau. — Le château d'eau (fig. 5), cylindrique en béton armé recouvert d'une coupole, a pour caractéristiques :

Diamètre intérieur	14	m
Hauteur maxima au-dessus du sommet de la galerie d'amenée	5,25	m
Hauteur maxima au-dessus du point le plus bas de la conduite sous pression	9	m
Quantité d'eau disponible pour une variation de niveau de 4 m c'est-à-dire entre l'arrêt et la charge maxima	420	m³

(A y ajouter 5200 m³ pour le contenu de la conduite d'amenée, dans le cas de basses eaux avec 1 m³ : sec.)

En plus de cette réserve qui sert à couvrir les pointes, on dispose encore de 1,45 m de hauteur avec 200 m³ pour absorber l'énergie cinétique de l'eau en cas d'arrêt brusque. Des expériences à ce sujet ont donné comme résultats :

Arrêt brusque de 3,5 m³ : sec,
Elévation du niveau 1,45 m.

Prise brusque de 3,5 m³ : sec,
Baisse du niveau 2,50 m.

Ces conditions sont suffisantes pour assurer le service jusqu'en 1920 avec 17000 kw-h par jour et 1850 kw de pointe en comptant sur un débit de 800 l : sec. Comme on n'a jamais observé moins de 1300 l : sec, et qu'on dispose encore des anciennes centrales, on peut compter que l'installation actuelle suffira largement jusqu'en 1925.

Coupe en travers A-B. — Coupe en long.

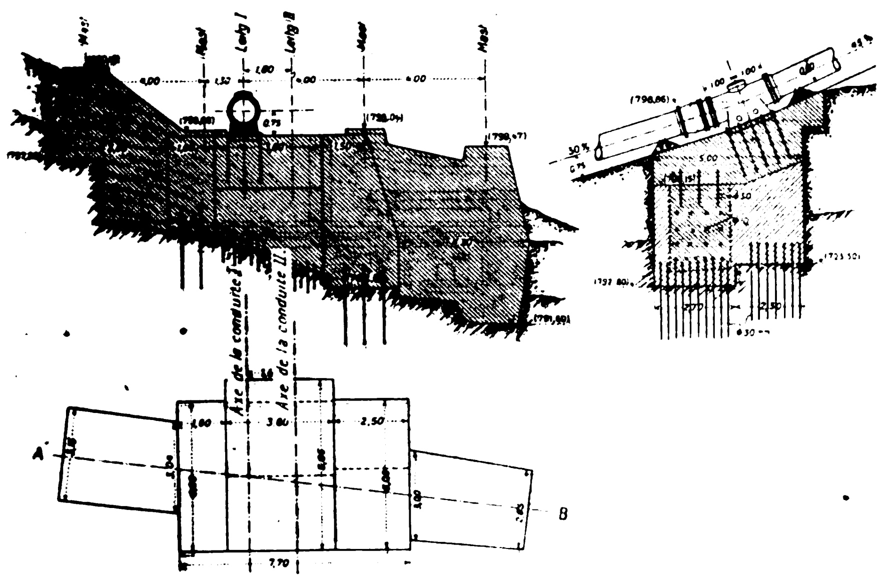


Fig. 6. — Point de fixation n° 5.

Conduite sous pression. — Sur une longueur de 385 m elle a un diamètre intérieur de 900 mm et est enterrée de 1,75 m. A partir du croisement avec le chemin de fer Coire-Arosa, sur une longueur de 325 m, elle a un diamètre de 800 mm et repose sur des socles en béton. L'épaisseur de la tôle varie de 6 à 14 mm et l'inclinaison de 3 à 55 pour 100. La pression à la partie inférieure est de 220 m. Six points de fixation (fig. 6) sont prévus, dont quatre pour la partie en surface. La nature du terrain a nécessité en certains points des fondations considérables pour assurer la stabilité des points d'appui (fig. 6). Une seule conduite a été posée, mais la place est prévue pour en installer une seconde quand la charge atteindra 3500 ch.

Usine génératrice. — Elle est établie dans une presqu'île, formée par une boucle de la Plessur, et présente son axe dans le prolongement de la conduite sous pression. La culotte d'alimentation se divise en trois branches de 450 mm de diamètre intérieur aboutissant à trois turbines Pelton à axe horizontal (fig. 7). Deux turbines de chacune 1500 ch à 500 t : min entraînent des alternateurs triphasés, 50 p : sec, 10000 v, 1300 kv-a (1050 kv-a en monophasé). Une turbine de 750 ch à 420 tours : min (maximum 940 ch) est accouplée à une génératrice à courant continu, 520 kw, 2100-2300 v pour la traction. Une génératrice semblable est entraînée par un moteur asynchrone pouvant être alimenté par l'usine même ou par la centrale déjà existante « Sand » près de Coire. Le courant triphasé transmis sous 10000 v est abaissé à 2000 v dans cette dernière centrale.

La salle des machines occupe 340 m² dans un bâtiment de 35 × 20 m, le reste étant pris par les bureau, magasin, salle d'accumulateurs, etc. Elle permet l'installation future de deux autres groupes de 2000 à 2500 ch. La place est réservée pour une deuxième culotte d'alimentation et le canal de fuite est également prévu pour les agrandissements ultérieurs.

Le réglage des variations de pression et celui de la vitesse peuvent se faire automatiquement ou à main depuis le tableau. La manœuvre des vannes se fait depuis une

Digitized by Google

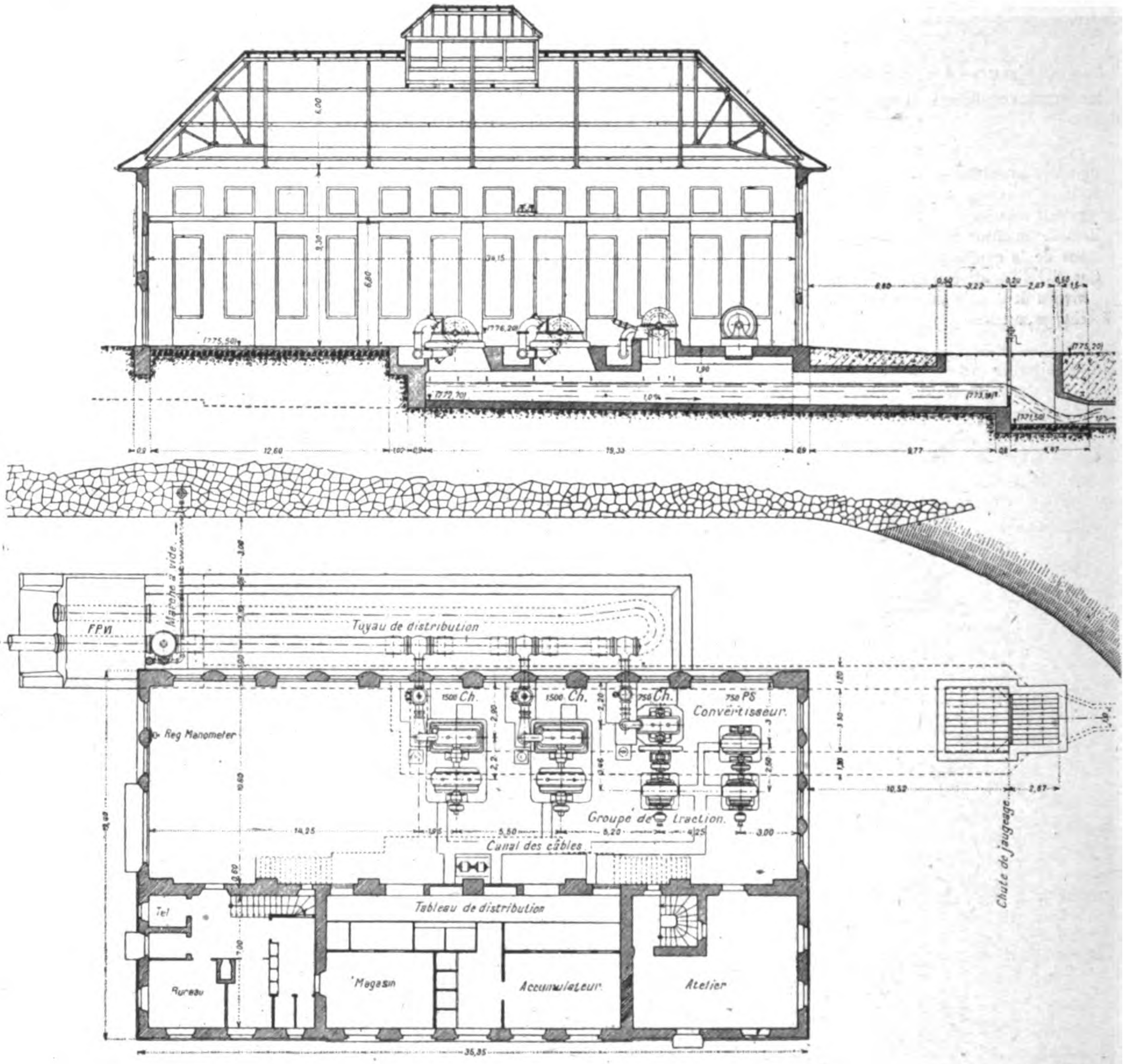


Fig. 7. — Coupe longitudinale et plan de l'usine.

cabine située au-dessus du château d'eau et reliée par téléphone à la centrale et à la prise d'eau.

Le matériel électrique a été fourni par les Ateliers d'Oerlikon et les turbines par la Maison Theodore Bell et C^ie^ de Kriens.

Les frais de l'installation se sont élevés à 2 294 000 fr dont 1 472 000 fr pour les travaux hydrauliques et les bâtiments et 569 000 fr pour l'installation de la centrale.

M. B.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie des Chemins de fer des Côtes-du-Nord.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 30 JUIN 1917.

Les résultats de l'exercice 1916 se présentent dans des conditions analogues à ceux du précédent, mais en apparence seulement, comme le fait justement ressortir le rapport du Conseil, car ceux-ci proviennent de l'ajournement des travaux n'ayant pas un caractère d'urgence absolue ou impossibles à effectuer. De plus, les difficultés ne pouvant que croître, la Compagnie a demandé à l'Administration départementale de lui venir en aide en raison des charges extracontractuelles que son exploitation doit supporter.

Le solde créditeur du compte Profits et pertes de l'exercice 1916 est de 171 049,09 fr. L'Assemblée a décidé qu'il n'y avait pas lieu, par suite des circonstances, de distribuer des dividendes en dehors de l'allocation statutaire de 4 pour 100 aux actions de capital non amorties.

Le surplus du solde disponible a été employé à l'amortissement d'actions de priorité.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Dépenses d'établissement	166 875,39
Département des Côtes-du-Nord	1 976 500,43
Banquiers et comptes débiteurs divers	1 178 982,12
Trésorerie du département	137 795,97
Magasin	75 805,50
Cautionnements	121 765,15
Actions de priorité amorties	523 000 »
	4 180 724,56

Passif.

	fr
Capital actions	1 500 000 »
Obligations émises et non amorties	858 500 »
Comptes créditeurs divers	856 632,32
Réserve statutaire	98 739,28
Fonds d'amortissement	523 000 »
Fonds de renouvellement	172 510 »
Profits et pertes :	
Solde à nouveau 1915	288,87
Solde exercice 1916	171 049,09
	4 180 724,56

Compagnie du Chemin de fer Métropolitain de Paris.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 12 JUIN 1917.

Les recettes totales d'exploitation se sont élevées, pour 1916 à 57 799 839 fr, et les dépenses d'exploitation à 27 246 966 fr.

Les produits d'exploitation ont donc atteint, pour les lignes au compte de la Compagnie, 30 552 873 fr contre 25 989 523 fr en 1915, et le rapport des dépenses aux recettes ou coefficient d'exploitation a été de 47,14 pour 100 contre 43,69 pour 100 en 1915.

Les produits nets d'exploitation, après déduction de la part versée à la ville de Paris, soit 18 898 509 fr, ont été de 11 654 364 fr contre 11 073 649 fr en 1915.

Ces chiffres ne comprennent pas les recettes de la ligne n° 8 d'Auteuil à l'Opéra dont la remise n'a été effectivement faite à la Compagnie que le 1ᵉʳ juillet 1916 par suite de l'ouverture du tronçon terminal Opéra-Palais-Royal. C'est à cette date que la Compagnie a été mise en possession de la totalité du réseau primitif, dont la longueur est de 78,788 km.

Le nouveau réseau concédé qui atteindra 41 km de plus n'est, on le sait, en aucun point ouvert à l'exploitation.

Le bénéfice net de l'exercice ressort à 5 774 049 fr auxquels il faut ajouter le report de l'exercice précédent de 1 009 235 fr. Sur ce disponible de 6 783 284 fr, après attribution de 288 702 fr à la réserve légale et amortissement de 3 860 actions pour une somme de 965 000 fr, il a été réparti 14 fr par action de capital et 6,50 fr par action de jouissance.

1 417 123 fr ont été reportés à nouveau.

D'après les chiffres précédents, on voit que les recettes de la Compagnie ont été en croissant depuis 1915, grâce en partie à la disparition de la concurrence des autobus, et qu'elles ont même dépassé celles de 1913. Les dépenses ont progressé parallèlement, principalement celles dues à l'augmentation des prix du charbon qui ont causé un supplément de dépenses de 6 millions en 1916 et qui atteindra 12 millions au minimum en 1917. Toutefois, les résultats de l'exercice en cours continuent à être satisfaisants. Ils marquent une avance de 4 millions pour les recettes des quatre premiers mois. Néanmoins, en raison de l'accroissement de ses charges non prévues à ses contrats, la Compagnie poursuit auprès de la Ville des négociations en vue d'obtenir des compensations ou une revision de ses traités.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Espèces en caisse	334 805 »
Comptes en banques	15 477 859,37
Valeurs en portefeuille	16 322 616,98
Ville de Paris et divers	2 976 454 »
Avances diverses	1 801 678,14
Débiteurs divers	3 040 964,25
Inondations de janvier 1910	3 106 922,36
Frais de prolongation de la Société	288 441,30
Approvisionnements	2 411 279,86
COMPTE DE PREMIER ÉTABLISSEMENT :	
1° Frais généraux et d'administration centrale	6 523 708,18
2° Intérêts des capitaux improductifs pendant la période de construction	4 409 786,18
A reporter	56 694 515,62

Digitized by Google

Report	56 694 515,62
3° Voie ferrée et dépendances :	
Travaux complémentaires et d'infrastructure	390 470,70
Voie	38 845 773,87
Stations et accès	33 945 741,47
Usines et sous-stations	33 571 127,77
Distribution de l'énergie	12 936 952,54
4° Domaine de la Compagnie :	
Bâtiment d'administration	2 380 171 »
Ateliers de construction	16 532 008,40
Matériel roulant	54 524 551,13
Outillage, petit matériel et mobilier	2 848 459,48
	252 669 778,61

Passif.

	fr
Capital :	
Actions de capital	65 247 500 »
Actions de jouissance	9 752 500 »
Obligations :	
3 1/2 pour 100 (1906)	23 500 000 »
4 pour 100 (1907)	23 750 000 »
4 pour 100 (1908)	27 749 760 »
4 pour 100 (1910)	25 119 345,45
4 pour 100 (1913)	24 880 310 »
Réserve légale	4 799 193,82
Fonds de capitalisation des voies	1 494 045,43
Fonds de garantie des rentes viagères et temporaires	603 916,97
Fonds de prévoyance	6 925 155,34
Créditeurs divers	19 847 851,28
Intérêts et dividendes. Coupons à payer	8 058 165,90
Amortissement. Titres à rembourser	4 158 750 »
Profits et pertes :	
Solde au 31 décembre 1916	6 783 284,42
	252 669 778,61

Société d'Eclairage et de Force motrice par l'Electricité à Paris.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 25 JUIN 1917.

La consommation d'électricité a pris, dans la région desservie par la Société, une extension considérable à laquelle elle a pu constamment satisfaire; mais l'accroissement des recettes qui en est résulté a été presque complètement compensé par l'accroissement des charges.

Les recettes nettes de l'exploitation de banlieue, après déduction des amortissements, se sont élevées à 366 331 fr, auxquels viennent s'ajouter 134 173 fr, soldes bénéficiaires des comptes « Liquidations Paris » et « Intérets, dividendes et revenus divers ». Le bénéfice de l'exercice ressort à 358 122 fr qui a été reporté à nouveau ainsi que le solde de l'exercice précédent qui était de 1 252 253 fr, soit au total 1 680 375 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Immeubles	600 000 »
Réseaux banlieue	12 143 686,12
Cautionnements	14 194,90
Mobilier	1 »
Magasins	431 468,39
Comptes courants chez les banquiers de la Société	3 343 832,83
Comptes courants des abonnés	2 016 698,49
Portefeuille	9 442 523 »
Débiteurs divers	2 640 992,57
Caisse	9 414,91
	30 642 812,21

Passif.

	fr
Capital	10 000 000 »
Réserve statutaire	1 000 000 »
Compte d'amortissement	8 356 549,79
Compte « Vente de titres »	5 017 691,90
Créditeurs divers	4 121 993,37
Avance sur consommation des abonnés	514 549,54
Restant à payer sur dividende des exercices antérieurs	21 651,81
Profits et pertes :	
Bénéfices de l'exercice	358 122,10
Solde reporté de l'exercice 1915	1 252 253,70
	30 642 812,21

Energie Electrique de la Basse-Loire.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 25 JUIN 1917.

Cette Société, filiale de l'Energie Industrielle, a dû aux circonstances un développement rapide en raison de l'afflux considérable de demandes d'énergie dans une région qui était mal desservie au point de vue électrique. La production de l'usine de Penhoet a passé de 14 800 000 kw-h à 20 500 000 kw-h, et le nombre de clients s'est élevé de 3 998 à 4 788.

Les recettes d'exploitation, pour la vente du courant, ont atteint 1 844 537 fr contre 1 336 478 fr précédemment, soit une augmentation de 37 pour 100.

Les dépenses d'exploitation ont passé de 1 013 157 fr à 1 422 933 fr; les bénéfices d'exploitation ont été de 421 603 fr contre 323 321 fr l'année précédente, et le bénéfice net de l'exercice ressort à 111 497 fr.

Le report de l'exercice précédent étant de 63 619 fr le solde créditeur du compte « Profits et pertes » se monte à 175 117 fr qui ont été reportés à nouveau. Nous donnerons, dans un prochain numéro, une monographie détaillée du réseau de l'Energie électrique de la Basse-Loire.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Apports	200 000 »
Terrains et usine génératrice	3 172 746,87
Lignes primaires et installations diverses	1 609 631,69
Concessions et réseaux secondaires	1 900 869,10
Frais généraux de mise en train et divers	328 961,17
Avances sur travaux en cours	176 144,55
Mobilier et outillage	58 254,18
Compteurs et matériel en location	219 433,12
Approvisionnements	465 990,94
Caisses et banques	26 082,39
Portefeuille (54 obligations)	23 219,85
Débiteurs divers	341 723,18
Cautionnements	192 500 »
Frais de constitution, d'émission d'actions et d'obligations, prime de remboursement	499 496,05
	9 215 053,09

Passif.

	fr
Capital actions	2 500 000 »
Capital obligations	2 699 500 »
Réserve légale	6 332,73
Créanciers divers	3 760 813,43
Coupons échus restant à payer	12 464,94
Coupons obligations n° 10 (échéance au 1er janvier 1917)	60 824,56
Profits et pertes :	
Anciens	63 619,91
Exercice 1915-1916	111 497,52
	9 215 053,09

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Sur la proposition de loi relative à l'extension de la capacité civile des Syndicats

Le statut des Syndicats professionnels est régi par la loi du 21 mars 1884. Le 10 février 1916, une proposition a été déposée au Sénat à l'effet de modifier les articles 4, 5, 6, 7 et 9 de cette loi et le 15 mars dernier, un rapport de M. Chéron concluait à son adoption sous certaines réserves. Cette proposit'on vient d'être l'objet d'une étude de la Commission de Législation commerciale et industrielle de la C ambre de commerce de Paris, et cette étude a donné lieu à un rapport de M. R. Legouez, présenté à la séance du 6 juin de cette Chambre et dont les conclusions ont été adoptées par celle-ci. C'est ce rapport qui est reproduit ci-dessous ; en annexe est reproduit le texte de la proposition de loi.

La revision de la loi du 21 mars 1884 sur les Syndicats professionnels est depuis longtemps à l'ordre du jour. Par délibération en date du 24 décembre 1913, la Chambre de commerce de Paris avait demandé que le projet de loi déposé le 19 mai 1913 à cet effet soit mis le plus tôt possible en discussion et que le gouvernement et le Parlement veuillent bien tenir compte de quelques modifications dont nous avions eu l'honneur de signaler la nécessité dans un rapport en date du 8 décembre 1913.

Le projet devenu caduc a été repris sans changement sous forme d'une proposition de loi déposée au Sénat, le 10 février 1916, par MM. Henry Chéron,. Paul Strauss, Jenouvrier, Henry Bérenger et Bonnefoy-Sibour. Le 15 mars 1917, M. Henry Chéron a déposé un rapport concluant à l'adoption de la proposition, sous réserve de certaines modifications qu'il convient d'examiner.

Art. 4 — Le rapporteur propose à cet article diverses additions complètement nouvelles.

En premier lieu, les femmes exerçant une profession ou un métier pourraient participer à l'administration ou à la direction, sous réserve de l'autorisation du mari pour les femmes mariées ; cette autorisation maritale ne leur serait d'ailleurs pas nécessaire pour la simple adhésion aux Syndicats. En fait, depuis longtemps déjà, aussi bien dans les Syndicats patronaux que dans les Syndicats ouvriers, les femmes ont été appelées à jouer un rôle correspondant à leurs intérêts, Il paraît donc logique de les mettre à la direction et à l'administration ; dans certaines industries uniquement exercées par des femmes, ce serait rentrer dans le bon sens et la logique et peut-être empêcher l'intrusion d'éléments masculins, dont le rôle n'a pas toujours été un rôle d'apaisement et de concorde.

La seconde modification, qui consisterait à admettre dans les Syndicats, sauf opposition de leurs père, mère ou tuteur, des mineurs âgés de plus de seize ans, est empruntée à la loi belge du 31 mars 1898. Elle nous paraît moins heureuse, car ces jeunes gens ne représenteront en général qu'un élément dépourvu d'expérience et beaucoup trop exposé à céder aux entraînements irréfléchis.

Le rapporteur propose enfin de stipuler que les personnes ayant exercé la profession pendant cinq ans au moins et l'ayant quittée depuis moins de cinq ans, puissent continuer à faire partie des Syndicats. Cette modification ne fait que régulariser une situation de fait pour les Syndicats ouvriers et même patronaux, et, pour ces derniers, permet de recourir aux concours dévoués et éclairés d'anciens patrons qui, par le fait même qu'ils se sont retirés des affaires, n'en auront que plus de temps à consacrer à la défense des intérêts de la profession.

Art. 5. — La nouvelle rédaction de l'article 5 ne diffère que sur quelques points de celle du projet sur lequel nous avons déjà délibéré :

1° Un paragraphe nouveau autorise les Syndicats à affecter une partie de leurs ressources à la création d'habitations à bon marché et à l'acquisition de terrains pour jardins ouvriers, éducation physique et hygiène.

Cette nouvelle capacité peut rendre de grands services aux Syndicats patronaux, et ouvrir aux Syndicats ouvriers une branche d'activité essentiellement moralisatrice.

2° Un autre paragraphe autorise les Syndicats à subventionner des Sociétés coopératives de production ou de consommation. Il rentre dans le même ordre d'idées.

3° Le paragraphe relatif à la vente des produits a été maintenu sans modification ; nous ne pouvons que vous proposer de renouveler les observations longuement motivées, qui ont été formulées dans notre rapport de 1913 et qui concluaient à la suppression de ce paragraphe. Nous avions rappelé dans ce rapport, que l'Assemblée des présidents des Chambres de commerce avait fait remarquer déjà que la faculté de créer à côté du Syndicat toutes les Sociétés qui seraient jugées nécessaires, permettrait de supprimer un paragraphe dangereux à bien des points de vue. La proposition

Digitized by Google

actuelle, en permettant aux Syndicats de subventionner des coopératives de production et de consommation, leur donne un utile moyen d'organiser la vente des produits du travail des syndiqués, et rend moins nécessaire que jamais l'allocation d'un droit de vente, qui soulève les plus graves objections.

4° Un paragraphe entièrement nouveau donne le droit aux Syndicats de passer des contrats collectifs de travail, qui devront, dans la huitaine de leur signature, être déposés au secrétariat du Conseil des prud'hommes du lieu de leur passation.

Il ne nous paraît pas sage d'introduire accessoirement une aussi grosse réforme aux conditions du travail. Si le développement du contrat collectif peut être appelé à se produire et même à rendre des services, il est indispensable de lui donner un statut légal soigneusement étudié. De nombreuses propositions de loi ont été déposées sur ce sujet ; leur abondance, leur étendue, les discussions auxquelles elles ont donné lieu, prouvent combien il serait imprudent de créer en quelques mots un droit nouveau, sans en fixer les limites, les sanctions et les conditions d'application ;

5° Nous avions, pour les mêmes motifs, demandé la suppression d'un paragraphe relatif aux marques collectives. La nouvelle rédaction qui comprend trois paragraphes et donne une valeur légale aux labels nous paraît d'autant moins pouvoir être admise que le Parlement va, dans quelques jours, être appelé à délibérer sur un projet de loi spécial, beaucoup plus étudié et plus complet.

Art. 6. — Nous avions demandé, à propos de cet article qui vise les Unions de Syndicats, que, pour les élections du Conseil et les décisions de l'Assemblée générale, le nombre des voix accordé à chacun des Syndicats qui compose l'Union ne soit pas simplement proportionnel au nombre des membres, mais tienne aussi compte de l'importance relative des Syndicats au point de vue économique. Nous disions, dans le rapport, que les statuts dressés par les intéressés peuvent seuls tenir compte de ces multiples considérations.

La rédaction nouvelle proposée par M. Chéron qui impose aux Unions l'obligation de déterminer dans leurs statuts les règles à appliquer pour la représentation des Syndicats dans le Conseil d'administration et les Assemblées générales nous donne satisfaction.

Art. 7. — Nous avons présenté sur cet article deux vœux :

L'un d'eux avait trait au droit pour les membres, ayant quitté le Syndicat, de continuer à faire partie des Sociétés de secours mutuels ou de retraites pour la vieillesse, ce que permet la loi de 1885. M. Henry Chéron propose de rétablir le texte de la loi actuelle, contre la suppression duquel nous avions protesté.

Notre autre observation n'a pas été écoutée, elle visait l'addition, à la loi actuelle, d'un paragraphe obligeant le membre sortant à remplir les engagements pris par le Syndicat, pendant qu'il en faisait partie. Nous avions demandé, et celà paraît toujours désirable, de fixer une limite à la durée de cette obligation.

Art. 9. — M. Chéron a proposé d'ajouter à cet article des dispositions très importantes que nous croyons devoir reproduire textuellement :

» *L'entrave, volontairement apportée, soit à l'exercice des droits reconnus par la présente loi, soit à la liberté de ne pas user de ces droits, constitue un délit civil et donne lieu à l'action en réparation du préjudice causé. Cette action peut être exercée, soit par la partie lésée, soit par le Syndicat.*

« *Sera puni des peines prévues par l'article 415 du Code pénal, quiconque par l'un des moyens énoncés audit article : violences, voies de fait, menaces, manœuvres frauduleuses, aura contraint ou tenté de contraindre une ou plusieurs personnes, soit à sortir d'un syndicat, soit à en faire partie. L'article 463 du Code pénal sera toujours applicable.* »

M. Chéron, en rappelant les tentatives antérieures d'introduire des dispositions analogues, déclare : « Notre texte protège, par un même article, le droit syndical et la liberté du travail. Nous sommes convaincus que l'esprit de justice dont il s'inspire lui vaudra l'approbation unanime des deux Chambres. »

Le texte du premier paragraphe que la Chambre de commerce a toujours combattu lorsque les infractions entraînaient des peines correctionnelles très sévères ne saurait plus, aujourd'hui que l'organisation syndicale est entrée dans nos mœurs et que les infractions ne peuvent plus donner lieu qu'à l'allocation d'indemnités à la partie lésée, soulever d'objection sérieuse.

Le second paragraphe renforce les textes de loi destinés à assurer la liberté du travail et la Chambre de commerce ne peut que donner à ce texte son entière approbation.

Art. 10. — M. Chéron propose de rendre la loi applicable à toutes les colonies, tandis que la loi du 21 mars 1884 ne visait que les colonies de La Martinique, La Guadeloupe et La Réunion.

Cette faculté nouvelle est sans intérêt pour notre circonscription.

Telles sont les principales remarques que nous avons cru devoir faire au sujet de la nouvelle proposition de loi, portant modification de la loi du 21 mars 1884.

Pour ces motifs, Messieurs, votre Commission de législation commerciale et industrielle vous propose :

1° De maintenir, sur tous les points où elle n'a pas reçu satisfaction, votre délibération du 24 décembre 1913 et par suite de renouveler les vœux suivants :

a) Que le paragraphe de l'article 5 relatif au droit de vente en commun par les Syndicats et les Unions soit supprimé ;

b) Que le paragraphe de l'article 5 relatif aux marques syndicales soit supprimé ;

c) Que l'obligation pour tout membre, en cas de démission, de remplir les engagements pris par le Syndicat pendant qu'il en faisait partie, ne s'applique qu'à une durée limitée ;

d) Que le droit d'acquérir, à titre gratuit sans autorisation, soit limité par la loi comme pour toutes les autres personnes morales.

Digitized by Google

2° D'émettre les vœux nouveaux :

a) Que les mineurs ne soient pas admis à adhérer aux syndicats ;

b) Que la question du contrat collectif du travail soit réservée pour une loi spéciale, mûrement étudiée ;

c) Que, sous réserve de ces observations, la proposition de loi soit votée aussi rapidement que possible.

R. Legouez,
Membre de la Chambre de commerce de Paris.

ANNEXE

Texte de la proposition de loi,

(Présentée par la Commission sénatoriale, 15 mars 1917.)

Article premier. — Les articles 4, 5, 6, 7 et 9 de la loi du 21 mars 1884, relative à la création de Syndicats professionnels, sont modifiés conformément aux dispositions ci-après.

Art. 2. — Sont ajoutés à l'article 4 de ladite loi les trois alinéas suivants :

« *Les femmes mariées, exerçant une profession ou un métier peuvent, sans l'autorisation de leur mari, adhérer aux Syndicats professionnels, mais elles ne peuvent, à défaut de cette autorisation, participer, à un titre quelconque, à l'administration ou à la direction.*

» *Les veuves, les filles majeures, de même que les femmes autorisées de leur mari, peuvent participer à l'administration ou à la direction des Syndicats, dès lors qu'elles exercent une profession ou un métier.*

» *Les mineurs âgés de plus de seize ans peuvent adhérer aux Syndicats, sauf opposition de leurs père, mère ou tuteur. Ils ne peuvent participer à l'administration ou à la direction.*

» *Pourront continuer à faire partie d'un Syndicat professionnel, les personnes qui auront quitté l'exercice de la profession, si elles l'ont exercée pendant cinq ans au moins et si, au moment de leur admission, elles l'ont quittée depuis moins de cinq ans.* »

Art. 3. — L'article 5 de la loi du 21 mars 1884 est remplacé par le suivant :

« *Art. 5.* — Les Syndicats professionnels jouissent de la personnalité civile. Ils ont le droit d'ester en justice et d'acquérir sans autorisation, à titre gratuit ou à titre onéreux, des biens, meubles ou immeubles.

» Ils peuvent sans autorisation, mais en se conformant aux autres dispositions des lois en vigueur, constituer entre leurs membres des caisses spéciales de secours mutuels et de retraites.

» *Ils peuvent, en outre, affecter une partie de leurs ressources à la création d'habitations à bon marché et à l'acquisition de terrains pour jardins ouvriers, éducation physique et hygiène.*

» Ils peuvent librement créer et administrer des Offices de renseignements pour les offres et les demandes de travail.

» Ils peuvent créer, administrer ou subventionner des œuvres professionnelles, telles que : institutions professionnelles de prévoyance, laboratoires, champs d'expériences, œuvres d'éducation scientifique, agricole ou sociale, cours et publications intéressant la profession.

» *Ils peuvent subventionner des Sociétés coopératives de production ou de consommation.*

» Ils peuvent, s'ils y sont autorisés par leurs statuts et à condition de ne pas distribuer de bénéfices, même sous forme de ristournes, à leurs membres :

» 1° Acheter pour les louer, prêter ou répartir entre leurs membres tous les objets nécessaires à l'exercice de leur profession, matières premières, outils, instruments, machines, engrais, semences, plants, animaux et matières alimentaires pour le bétail ;

» 2° *Prêter leur entreprise gratuite pour la vente des produits provenant exclusivement du travail personnel ou des exploitations des syndiqués ; faciliter cette vente par expositions, annonces, publications, groupement de commandes et d'expéditions, sans pouvoir l'opérer sous leur nom et sous leur responsabilité.*

» *Ils peuvent passer avec les syndicats patronaux et, du reste, avec toutes entreprises, des contrats collectifs de travail. Ces contrats devront être déposés, dans la huitaine de leur signature, au Secrétariat du Conseil des prud'hommes du lieu de leur passation.*

» *Les syndicats peuvent déposer, en remplissant les formalités prévues par l'article 2 de la loi du 23 juin 1857, modifié par la loi du 3 mai 1890, leurs marques ou labels. Ils peuvent, dès lors, en revendiquer la propriété exclusive dans les conditions de ladite loi.*

» *Ces marques ou labels peuvent être apposés sur tous produits ou objets de commerce pour en certifier l'origine et les conditions de fabrication. Ils peuvent être utilisés par tous individus ou entreprises mettant en vente ces produits.*

» *Les peines prévues par les articles 7 à 11 de la loi du 23 juin 1857, contre les auteurs de contrefaçons, appositions, imitations ou usages frauduleux des marques de commerce, seront applicables, en matière de contrefaçons, oppositions, imitations ou usages frauduleux des marques syndicales ou labels. L'article 463 du Code pénal pourra toujours être appliqué.*

» Les syndicats peuvent être consultés sur tous les différends et toutes les questions se rattachant à leur spécialité.

Dans les affaires contentieuses, les avis du syndicat seront tenus à la disposition des parties, qui pourront en prendre communication et copie. »

Art. 4. — L'article 6 de la loi du 21 mai 1884 est remplacé par le suivant :

« *Art. 6.* — Les syndicats professionnels, régulièrement constitués d'après les prescriptions de la présente loi, peuvent librement se concerter pour l'étude et la défense de leurs intérêts économiques, industriels, commerciaux et agricoles.

» Les dispositions des articles 3 et 4 sont applicables aux unions de syndicats qui doivent, d'autre part, faire connaître, dans les conditions prévues audit article 4, le nom, le siège social des syndicats qui les composent.

» Ces unions jouissent en outre de tous les droits conférés par l'article 5 aux syndicats professionnels.

» *Leurs statuts doivent déterminer les règles selon lesquelles les syndicats adhérents à l'Union sont représentés dans le Conseil d'administration et dans les assemblées générales* »

Art. 5. — L'article 7 de la loi du 21 mars 1884 est remplacé par le suivant :

« *Art. 7.* — Tout membre d'un syndicat professionnel peut se retirer à tout instant de l'association, nonobstant toute clause contraire, mais à la condition de remplir, pour sa part, les engagements pris par le syndicat pendant qu'il en faisait partie, et sans préjudice du droit pour le syndicat de réclamer la cotisation afférente aux six mois qui suivent le retrait d'adhésion.

» *Toute personne qui se retire d'un syndicat conserve le droit d'être membre des sociétés de secours mutuels et de*

Digitized by Google

retraite pour la vieillesse à l'actif desquelles elle a contribué par des cotisations ou versements de fonds.

» En cas de dissolution volontaire, statutaire ou prononcée par justice, les biens de l'association sont dévolus conformément aux statuts, ou, à défaut de disposition statutaire, suivant les règles déterminées par l'assemblée générale. En aucun cas, ils ne peuvent être répartis entre les membres adhérents. »

Art. 6. — L'article 8 de la loi du 21 mars 1884 est abrogé.

Art. 7. — L'article 9 de la loi du 21 mars 1884 est remplacé par le suivant :

« *Art. 8.* — Les infractions aux dispositions des articles 2, 3, 4, 5 et 6 de la présente loi seront poursuivies contre les directeurs ou administrateurs des syndicats et des unions de syndicats et punies d'une amende de 16 à 200 fr. Les tribunaux pourront, en outre, à la diligence du procureur de la République, prononcer la dissolution de syndicat ou de l'union.

» Au cas de fausses déclarations relatives aux statuts et aux noms et qualités des administrateurs et directeurs, l'amende pourra être portée à 500 fr.

» Les paragraphes 2 et 3 de l'article 8 de la loi du 1er juillet 1901 sur le contrat d'association sont applicables au cas où un syndicat, ou une union dont un tribunal a ordonné la dissolution, s'est néanmoins maintenu ou reconstitué illégalement après le jugement de dissolution.

» *L'entrave volontairement apportée, soit à l'exercice des droits reconnus par la loi, soit à la liberté de ne pas user de ces droits, constitue un délit civil et donne lieu à l'action en réparation du préjudice causé. Cette action peut être exercée, soit par la partie lésée, soit par le syndicat.*

» *Sera puni de peines prévues par l'article 414 du Code pénal quiconque, par l'un des moyens énumérés audit article : violences, voies de fait, menaces, manœuvres frauduleuses, aura contraint ou tenté de contraindre une ou plusieurs personnes, soit à sortir d'un syndicat, soit à en faire partie.*

» L'article 463 du Code pénal sera toujours applicable. »

Art. — L'article 10 de la loi du 21 mars 1884 deviendra l'article 9 et sera rédigé ainsi qu'il suit :

« *Art. 9.* — La présente loi est applicable à l'Algérie et aux colonies.

» Toutefois, les travailleurs étrangers et engagés sous le nom d'immigrants ne pourront faire partie des syndicats. »

Législation, jurisprudence, réglementation

Electrocution par suite de la réunion d'un fil de haute tension à un fil d'utilisation; exécution vicieuse d'une installation intérieure : non-responsabilité de la Compagnie. (Jugement du Tribunal civil de Carpentras du 22 mai 1917, Consorts Perrot contre Sud-Electrique.)

S'il est constant qu'en vertu des articles 1383 et 1384 du Code civil, une Compagnie d'électricité doit répondre des accidents qu'elle cause par suite du mauvais entretien de ses lignes, on ne saurait la considérer comme responsable d'une électrocution qui provient de la jonction d'un fil de haute tension et d'un fil de basse tension, lorsque cette jonction est due à l'acte d'un inconnu qui a jeté un paquet de fil de fer, lequel s'étant enroulé autour des fils de la ligne a provoqué la rupture d'un isolateur : ce fait doit être considéré comme un cas fortuit.

Et il ne saurait y avoir une responsabilité contractuelle de la Compagnie, bien que, par ce fait, elle ait envoyé à l'usine de l'homme électrocuté un courant autre que celui qu'elle avait promis d'y faire parvenir, si cet homme a été lui-même l'auteur d'une installation défectueuse qui a permis au courant de forte tension de pénétrer jusqu'au fil d'utilisation.

Le jugement a été rendu dans les circonstances suivantes :

Le 26 octobre 1915, un fil à haute tension, 13 500 v, alimentant le poste de transformateur qui dessert l'usine d'un sieur Perrot, s'étant cassé par suite de la rupture de l'isolateur qui le supportait, tomba sur un fil à basse tension à 500 v placé sur le même poteau et au-dessus de lui. Ce contact détermina aussitôt une surtension sur tout le réseau des abonnés et des avaries plus ou moins graves chez quelques-uns d'entre eux. Chez Perrot, le fil qui actionnait le ventilateur s'enflamma, se sépara en deux parties, et Perrot fut atteint par la partie restée en communication avec le fil d'amenée ; il fut immédiatement foudroyé.

Les consorts Perrot, pour avoir une indemnité du chef de la mort de leur père, firent le raisonnement suivant :

1° Il y a faute *délictuelle* dans les agissements de la Compagnie, parce qu'elle a mal surveillé ses lignes, ne s'étant pas aperçue elle-même du paquet de fils de fer jeté par l'inconnu. Or, à plusieurs reprises, des faits analogues s'étant produits, elle aurait dû redoubler de surveillance et assurer par un personnel suffisant des visites constantes de la ligne.

2° Il y a faute *contractuelle*, c'est-à-dire inexécution de son contrat, puisque la Compagnie avait promis de donner à Perrot un courant de 500 v avec dépassement de 10 pour 100 en plus ou en moins, et qu'elle a, en réalité, donné un courant beaucoup plus considérable. Enfin, c'est la Compagnie qui a placé le compteur de Perrot, dont les plombs auraient dû être calibrés de façon à ne pas laisser passer un courant d'une puissance aussi considérable.

Le Tribunal a rejeté le système des consorts Perrot par les deux moyens suivants :

a. *Sur la responsabilité délictuelle.* — Il a admis que l'on ne pouvait demander à une Compagnie de distribution d'énergie électrique une surveillance permanente de tous les endroits de la ligne : de sorte que le jet d'un paquet de fils de fer par une main criminelle ou inconsciente est un de ces événements dits « cas fortuits », c'est-à-dire que l'on aurait pu à la rigueur prévoir, mais que, toutefois, on ne saurait jamais empêcher; et il s'appuie sur ce fait qu'aucun appareil enregistreur, ni aucun à-coup tant soit peu sérieux sur la ligne ne l'avait révélé ni aux tiers ni même aux agents de la Compagnie; enfin que les appareils protecteurs ne rentrent pas dans les dispositifs de sécurité que le contrôle des ingénieurs exige pour l'exploitation normale des lignes électriques.

b. *Sur la responsabilité contractuelle.* — Sans doute, le courant envoyé, au jour de l'accident, par la Société le Sud-Electrique était loin d'être celui qui avait été promis, c'est-à-dire celui de la tension d'utilisation ; sans doute, également, les plombs du compteur n'avaient pas été brûlés, et il

Digitized by Google

est permis de penser que si ces plombs avaient fondu, cette circonstance aurait empêché l'accident. Mais la Compagnie avait formellement promis un courant à 500 v; il était donc nécessaire d'avoir des plombs laissant passer cette tension, et rien ne dit que la surtension ait dépassé beaucoup cette puissance, puisque les plombs n'ont pas été brûlés. Au contraire, le transformateur établi par Perrot avait certainement pour but de faire la conversion d'un courant à haute tension en un courant de basse tension. (Le jugement cite deux arrêts de cassation, 1905, I, 533 et 1908, I, 287.)

Mais précisément ce transformateur, construit par Perrot, présentait de grosses défectuosités, n'ayant aucun appareil de protection pour éviter le passage du courant de 500 v à la sortie du transformateur, ni aucun appareil Cardew, ni aucun dispositif de mise à la terre de nature à éviter les effets du court-circuit.

Enfin, Perrot, homme instruit et intelligent, a commis l'imprudence terrible et inexplicable de vouloir toucher un fil en incandescence, ce que la moindre notion de prudence aurait dû l'empêcher de faire.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour de Lyon.

Sur la législation anglaise des « droits de passage » des lignes électriques [1].

L'auteur estime que, après la guerre, il sera nécessaire de développer tous les domaines de l'activité anglaise et que l'usage de l'énergie électrique, avec ses facilités, sera de première importance.

Il remarque, en y insistant, que le capital national aura été sérieusement diminué, ce qui obligera à l'utiliser avec un meilleur rendement pour ménager les ressources naturelles de l'Angleterre.

Il préconise les lignes aériennes dont le coût est inférieur de 30 à 50 pour 100 de celui des câbles souterrains et examine l'état actuel de la législation anglaise au point de vue du régime d'établissement des réseaux et du passage à travers les propriétés privées, notant les inconvénients nombreux et les réelles difficultés qu'elle suscite aux entrepreneurs de transport d'énergie.

L'installation des réseaux en Angleterre est régie par les actes de 1882 et 1899, qui, outre le contrôle technique du Board of Trade, placent les entrepreneurs, compagnies ou particuliers, sous la dépendance directe des autorités locales munies des pouvoirs les plus étendus; celles-ci peuvent refuser toute autorisation sans en justifier les raisons, et leurs décisions restent sans appel, sauf dans les districts ruraux où le recours au Board of Trade est possible.

Mais, d'autre part, tout particulier ou toute compagnie dont l'industrie principale ne se rattache pas à la distribution électrique, et n'est pas constituée dans ce but : houillères, carrières, mines, etc., est parfaitement libre de transporter l'énergie électrique à travers le territoire sans consentement des autorités locales; le réseau peut même traverser les voies publiques sans autorisation pourvu que les autorités locales ne soient pas propriétaires de chaque côté de la voie et qu'elles n'aient pas pris d'arrêté interdisant la traversée des routes et chemins.

L'auteur montre par quelques exemples vécus toutes les difficultés que les entrepreneurs de réseaux rencontrent près des autorités locales qui, par leurs délais, leurs prétentions financières et techniques, souvent injustifiées, apportent une entrave au développement des réseaux et il demande, comme contre-partie, qu'un droit d'appel au Board of Trade soit acquis, dans tous les cas, à l'entrepreneur.

En ce qui concerne le droit de passage dans les propriétés privées, l'auteur note que la loi oblige l'entrepreneur à obtenir ce droit du libre consentement du propriétaire et de l'occupant et le laisse à leur entière discrétion. Il en découle des abus qui sont une source de difficultés et de grosses dépenses, et un obstacle presque insurmontable au développement, sur une grande échelle, du transport de l'énergie électrique, ce qui nuit beaucoup au résultat économique que le pays peut en attendre.

Par de nombreux exemples, on se rend compte de toutes les difficultés éprouvées dans l'établissem t d'un réseau : refus absolu de passage, délai exagéré de discussion, prétentions financières exorbitantes, modifications à des accords donnés qui remettent en question les accords péniblement acquis des propriétaires voisins, retardés, d'où perte d'argent.

D'année en année, les redevances exigées par les propriétaires deviennent de plus en plus onéreuses, surtout depuis la guerre, car les propriétaires semblent considérer ces redevances comme une source appréciable de revenus supplémentaires avec lesquels ils cherchent à compenser les taxations nouvelles. Avec les canalisations souterraines, les redevances sont encore beaucoup plus élevées, bien qu'au bout de peu d'années l'entrepreneur connaisse seul le passage du câble dans un terrain, le propriétaire ne se le remémorant qu'à l'encaissement de la redevance.

De tous les États européens, seuls l'Angleterre et l'Allemagne n'ont pas encore adopté de législation spéciale réglant l'utilité publique et le droit de passage des réseaux électriques, encore l'auteur estime-t-il que l'Allemagne n'oublie pas que la réalisation d'une semblable législation sera un important facteur dans la reprise de son activité après la guerre.

L'auteur se demande si l'on ne pourrait profiter de l'état de guerre, où tout est subordonné à l'intérêt national pour introduire en Angleterre les facilités de l'établissement des réseaux par procédure rapide, car il craint que la législation actuelle ne subsiste longtemps encore. Mais dans ses propositions de nouvelle réglementation, en conformité d'ailleurs de la législation anglaise et de son esprit, se borne-t-il à l'institution de Commissions donnant simplement à l'entrepreneur un délai de solution des questions pendantes, une échelle de dépense, tant sur les redevances que sur les acquisitions des terrains de passage.

En annexe se trouvent des extraits dans leurs parties intéressantes, des législations italiennes et suisses réglant l'établissement des transports d'énergie, ainsi qu'un détail des textes qui régissent, en Angleterre, le cas exceptionnel des Télégraphes où la question d'intérêt public général prime le droit du propriétaire.

Décret relatif à la création d'une Commission exécutive chargée de réaliser l'entente au sujet de la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre et de décider toutes mesures à prendre pour y parvenir.

Nous avons signalé dans notre numéro du 2 juin 1917, t. II, p. 119, que le gouvernement avait institué, par décret du 18 mai 1916, un Comité interministériel pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par des faits de guerre. Les travaux de ce Comité sont loin d'avoir été infructueux, et il a tranché avec plein succès des questions particulièrement délicates. Mais ce Comité n'ayant point d'agents dépendant directement de lui sur le terrain, ne peut que donner des instructions générales, sans entrer

[1] C. Vernier. Communication à l'*Institution of Electrical Engineers*, 15 février et 19 mars 1917, 14000 mots.

Digitized by Google

dans le détail des mesures d'exécution et sans pouvoir en contrôler sur place l'exécution. Il a donc paru nécessaire de créer un organe central responsable des décisions et capable d'en diriger et contrôler l'exécution. Un décret présidentiel, pris en date du 28 juillet 1917 et publié au « Journal officiel » du 30 juillet 1917, p. 3940, fixe la composition et le fonctionnement de ce nouvel organe. Voici le texte de ce décret :

Article premier. — Une Commission exécutive composée des ministres de l'Intérieur, des Finances, de la Guerre, des Travaux publics et des Transports, du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, de l'Agriculture, du Travail et de la Prévoyance sociale, et présidée par le président du Comité interministériel pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre, est chargée de réaliser l'entente entre ces ministres au sujet de cette reconstitution et de décider toutes mesures à prendre pour y parvenir.

Cette Commission se complète, le cas échéant, par l'adjonction des autres ministres intéressés.

Chaque ministre, dans la limite de ses attributions, donne toutes instructions propres à assurer l'exécution des décisions de la Commission et il communique le texte de ses instructions au président du Comité qu'il tient, en outre, au courant de la façon dont elles ont été appliquées et des résultats obtenus.

Le président du Comité a, au surplus, qualité pour suivre et assurer l'exécution des décisions de la Commission exécutive et pour s'enquérir, en conséquence, soit directement, soit par délégation comme il est dit à l'article suivant, auprès des administrations centrales et sur place des conditions dans lesquelles se poursuit cette exécution ; il porte les constatations faites par lui ou en son nom à la connaissance des ministres intéressés avec les conclusions qu'il est amené à en tirer; éventuellement, il en réfère à la Commission exécutive.

Art. 2. — Le secrétaire général du Comité fait fonctions de secrétaire général de la Commission exécutive.

Il enregistre les décisions prises par la Commission, les notifie aux ministres intéressés et peut être délégué par le président du Comité pour en poursuivre l'exécution auprès des administrations centrales et locales.

Trois contrôleurs généraux, nommés par décret du Président de la République rendu sur la proposition du ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, président du Comité, sont spécialement chargés des enquêtes et des vérifications sur place; ils veillent sur la coordination des opérations des divers services publics.

Les autres agents, dont le secrétaire général et les contrôleurs généraux pourront avoir besoin pour les assister dans l'exercice de leurs fonctions, seront nommés par le président du Comité.

Ces différentes nominations seront concertées, le cas échéant, avec les ministres aux départements desquels appartiendraient les contrôleurs et agents.

Art. 3. — Le président du Conseil, ministre des Affaires étrangères, le ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, président du Comité interministériel pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre, les ministres de l'Intérieur, des Finances, de la Guerre, des Travaux publics et des Transports, du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, et de l'Agriculture, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

La reconstitution industrielle des régions envahies [1].

Nous avons indiqué dans notre numéro, 26 mai 1917, t. I, p. 839 que le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes avait déposé un projet de loi relatif à la reconstitution industrielle des régions envahies et avons donné dans le numéro du 21 juillet, p. 119, une analyse du rapport fait au nom de la Commission du budget par M. Louis Dubois, député et concernant ce projet. Le « Journal officiel » du 6 juillet 1917 publie l'avis donné sur cette question par la Commission des dommages de guerre et présenté par M. A. Lebrun, député, nous allons analyser cet avis.

Rappelons tout d'abord que le projet de loi déposé par le gouvernement tend à préparer dès maintenant la constitution d'un stock d'outillage et de matières premières afin de faire face aux premiers besoins des usines susceptibles d'être remises en activité dans un délai relativement court.

En raison de la nature complexe des achats à réaliser et des conditions techniques spéciales dans lesquelles ces approvisionnements devaient être constitués et distribués aux intéressés, il lui avait semblé qu'il y avait intérêt à recourir à l'entremise d'un organisme privé qui, agissant pour le compte et comme mandataire de l'Etat, serait chargé de procéder aux achats et de distribuer aux industriels, par voie de cessions, les marchandises temporairement emmagasinées par ses soins.

La Commission du budget ayant formulé contre les dispositions de ce projet de loi un certain nombre d'objections, il a paru depuis préférable au gouvernement de confier à un service administratif, spécialement institué à cet effet au ministère du Commerce et de l'Industrie, la charge de constituer ces stocks, de procéder à tous les travaux preliminaires d'études aussi bien qu'à l'exécution de toutes les mesures à prendre pour en assurer la conservation, la cession et la mise à la disposition des intéressés. Cet office pourra d'ailleurs recourir à des sociétés agissant pour le compte de l'Etat en qualité de mandataires, pour réaliser les opérations envisagées.

La Commission des dommages de guerre donne un avis favorable à l'adoption de ces nouvelles propositions.

S'il est démontré qu'un service administratif peut présenter la même souplesse et la même rapidité d'exécution qu'un organisme privé présentant, au point de vue technique, toutes les garanties désirables, elle ne peut que lui donner la même adhésion.

Ce qui l'intéresse surtout, c'est l'objectif qu'il s'agit d'atteindre.

La loi sur les dommages de guerre n'a pas entièrement résolu la question des réparations économiques que notre industrie réclamera dès la libération du territoire. Nos usines ne peuvent attendre que soient accomplies les formalités forcément longues de la constatation, de l'évaluation, du payement des dommages de guerre ; auparavant, nos industriels doivent être en état, aussitôt après l'évacuation des territoires occupés, de constituer des approvisionnements et d'effectuer des commandes dont la réalisation, en raison même des difficultés et des besoins du moment, demandera de nouveau de nombreux mois.

Nos populations ouvrières des départements du Nord et du Nord-Est ne peuvent pendant ce laps de temps, qui peut être assez long, se croiser les bras. Elles auront besoin de travailler pour vivre et pour relever les ruines de leurs foyers détruits par l'ennemi ; au point de vue économique et social, il faut qu'elles travaillent.

De leur côté et depuis des mois déjà, les industriels allemands ont accumulé dans divers pays neutres pour plusieurs milliards de matières premières et d'outillage, en vue de la lutte commerciale qui va s'instituer sur tous les marchés au lendemain de la guerre. Pareille précaution n'est-elle pas plus justifiée encore de la part de notre pays où l'ennemi a porté ses ravages, anéantissant les fruits du labeur de plusieurs siècles et où, avant tout espoir de production, il faudra réaliser un effort de création et de reconstitution comme n'en présenta jamais l'histoire économique d'aucune nation.

Devant l'urgence de la question et étant donné que le texte soumis à la Chambre paraît au gouvernement aussi bien qu'à la Commission du budget de nature à assurer la reprise rapide de la vie industrielle dans les régions dévastées par l'ennemi, la Commission des dommages de guerre demande à la Chambre d'adopter dans le plus bref délai le texte qui lui est proposé.

[1] Avis présenté au nom de la Commission des dommages de guerre sur le projet de loi portant ouverture au ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes de crédits additionnels aux crédits provisoires de l'exercice 1917, pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des régions envahies, par M. A. Lebrun député, « Journal officiel » du 6 juillet 1917. Documents parlementaires de la Chambre, annexe 3360, p. 775.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 | **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : J. **BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 7. — 18 AOUT 1917.

Chronique. — La traction électrique sur les canaux. — Syndicat professionnel des Usines d'électricité. — Bibliographie : Le charbon, nos besoins et les moyens d'y répondre, p. 241 et 242.

Section scientifique et technique. — La traction électrique sur les canaux, par A. TUMERELLE, p. 243. — Revues, analyses et informations : Interprétation des résultats obtenus dans les essais effectués sur les lampes à incandescence électriques en régime poussé, p. 250; Détermination expérimentale du rendement (machines et chaudières marines), p. 254.

Section industrielle. — Note sur la protection des centrales de grande puissance contre les effets destructifs des courts-circuits (*suite et fin*), par F. SCOUMANNE, p. 255. — Revues, analyses et informations : Comparaison entre les dépenses occasionnées par les réseaux de distribution et les dépenses dues à la production du courant dans les usines hydro-électriques de Suisse, p. 268; Les vernis isolants, p. 272; Foire de vente et d'échantillons de Rabat (Maroc), p. 273; Les matières de remplacement pour l'électrotechnique en Allemagne, p. 273.

Section économique et financière. — Faut-il réglementer la présentation des bilans et l'évaluation des postes de l'actif ? par L. ROSENFELD, p. 275.

La traction électrique sur les canaux. — Nous donnons plus loin un article des plus intéressants de M. Tumerelle, ingénieur des Ponts et Chaussées, sur la traction électrique dans les canaux. Nous allons rappeler très brièvement, à ce sujet, ce qui a été fait jusqu'ici relativement à la traction sur les canaux.

Il y a une trentaine d'années les seuls moyens de remorquage sur les canaux étaient la traction par chevaux, mulets, ânes, ou même à col d'homme. Ces modes de traction sont certainement très économiques, surtout le dernier, mais ils ne répondent plus aux exigences actuelles du transit. Cependant, au moyen d'un service de halage par chevaux, convenablement organisé avec relais de chevaux on est arrivé, sur le canal de Saint-Quentin qui pourtant ne comporte que des écluses simples, à écouler plus de 20000 bateaux par an, le service est d'une régularité absolue, le prix de revient est de 2 à 3 millimes par tonne-kilomètre, la vitesse ne dépasse pas 1,5 à 2 km : h. Le système de halage par traction animale présente donc de grands avantages de régularité et d'économie, mais le moteur animal travaillant toujours près de sa limite de puissance, il est impossible aux époques d'encombrement, après le chômage ou les gelées, de décongestionner les canaux, car on ne peut ni augmenter le nombre de bateaux traînés par une attelée, ni accroître la vitesse de remorque.

Il a donc fallu songer à recourir à un mode de traction mécanique. Trois solutions se sont présentées : le remorquage, le touage, le halage.

Le remorquage, qui donne des résultats satisfaisants dans les rivières, n'est pas possible dans nos canaux. En effet, d'une part, la largeur de ceux-ci est faible et rendrait difficile le croisement de deux convois; d'autre part, les écluses du type normal pour canaux ne peuvent contenir qu'un bateau (péniche, flûte ou toue), et comme, pour que le remorquage soit réalisable au point de vue économique, il faut former des convois de plusieurs bateaux, il en résulterait une perte de temps considérable aux éclusages; il faudrait, en plus, écluser le remorqueur, la longueur ordinaire des biefs ne permettant pas, en général, d'avoir des remorqueurs affectés uniquement au service d'un bief, et, dans tous les cas, il faudrait posséder un autre mode de traction pour le passage des écluses. Les remorqueurs présentent, en outre, un grave inconvénient : les masses d'eau mises en mouvement par l'hélice déforment le profil du canal, le plafond est creusé, et les terres enlevées sont rejetées sur les parties latérales, le canal passe de la forme trapézoïdale à la forme parabolique. Pour éviter les risques d'échouage, il faudra draguer très souvent ou constituer le fond des canaux par des pierres suffisamment lourdes pour que ce phénomène ne se produise pas. Toutefois, des essais faits en Allemagne ont prouvé que c'était la position du gouvernail derrière l'hélice unique qui était la cause de tout le mal; des résultats satisfaisants ont été obtenus en utilisant un double gouvernail ou en munissant le gouvernail unique d'une plaque empêchant l'eau d'être rejetée vers le fond.

Digitized by Google

Le touage par chaîne immergée n'occasionne pas des mouvements d'eau funestes au profil du canal, il permet un effort de traction considérable, mais il présente les mêmes inconvénients que les remorqueurs au point de vue de la composition des convois et du passage des écluses; de plus, le prix d'installation est très élevé, l'entretien de la chaîne est dispendieux, quoique considérablement diminué par l'emploi de poulies à adhérence magnétique.

On a proposé également de rendre les bateaux automobiles en leur adaptant pendant leur séjour dans le canal, soit un système de touage magnétique, soit un gouvernail propulseur, ces deux systèmes étant électriques et la prise de courant se faisant par trolley à deux fils, mais il est difficile de mettre ces appareils entre les mains de mariniers inexpérimentés.

Reste donc le halage mécanique; le halage à vapeur a été essayé, mais vite abandonné, et on ne s'est plus occupé que du halage électrique. Plusieurs systèmes ont été proposés et essayés.

Le halage sur berge sans rails a été employé avec succès sur les canaux du nord de la France.

Le halage sur berge sur rail à crémaillère, essayé en Allemagne et vite abandonné, vu son prix élevé et les difficultés qu'il présentait.

Le halage sur berge sur voie birails lisses qui est le système qui a donné le plus de satisfactions, tant en bief que pour la traversée des écluses; c'est d'ailleurs uniquement ce système qu'étudie M. Tumerelle dans l'article que nous publions dans ce numéro, p. 243.

Le halage sur berge sur voie monorail lisse à adhérence proportionnelle, appliqué avec succès en Amérique où il a donné de très bons résultats.

Nous ne pouvons, dans un éditorial, étudier en particulier chacun de ces systèmes et donner les résultats obtenus dans chaque cas particulier. Nous nous contenterons de conclure que, dans l'état actuel de la question, c'est le halage par locomotive sur voie ferrée ordinaire qui a donné les meilleurs résultats, surtout sur les canaux où le trafic annuel dépasse 2 000 000 t.

Le halage sur voie monorail à adhérence proportionnelle peut convenir cependant quand le trafic ne dépasse pas 1 500 000 t.

Enfin, sur des canaux de faible trafic (400 000 t), on a employé le halage par câble, mais dans ce cas il semble que le halage par chevaux soit encore le plus économique. Malheureusement la vitesse obtenue n'est que de 2,5 km : h environ; tandis qu'avec les systèmes de halage électrique, le nombre de bateaux chargés remorqués par un tracteur est de deux ou trois, et la vitesse varie entre 3,200 km : h et 5 km : h.

En résumé, le halage électrique permet un trafic plus intense que le halage animal, il permet d'éviter les encombrements et de gagner du temps et est à recommander sur les canaux à trafic intense, mais, pour les canaux à faible trafic et quand on n'est pas pressé, c'est encore « la plus noble conquête que l'homme ait jamais faite » qui donne les meilleurs résultats économiques.

Syndicat professionnel des usines d'électricité. — L'Assemblée générale du Syndicat est fixée au jeudi 30 août 1917, à 15 h, au siège social, 27, rue Tronchet, Paris.

L'ordre du jour appelle les questions suivantes :

1° Ouverture de l'Assemblée par le président ;

2° Compte rendu du secrétariat sur les travaux de l'exercice ;

3° Rapport des trésorier et vérificateurs ;

4° Élection de la Chambre syndicale (art. 21 des statuts);

5° Élection des vérificateurs pour 1917 ;

6° Proposition à faire pour l'Assemblée générale de 1918 (art. 25, § 3 des statuts).

A l'issue du cette Assemblée ordinaire, aura lieu une Assemblée générale extraordinaire dont l'ordre du jour est : Modification des statuts du Syndicat.

Bibliographie : Le charbon, nos besoins et les moyens d'y répondre. — Poursuivant son enquête sur la production française et les besoins économiques, l'Association nationale d'Expansion économique vient de publier le rapport sur le « charbon, nos besoins et les moyens d'y répondre », qu'elle avait confié à M. C.-Robert Muller, professeur de géographie à l'École des Hautes Études commerciales, le soin de rédiger. En un style sobre, sans vaines digressions, l'auteur, dans la première partie de son travail, dépeint la situation de la France avant la guerre, l'insuffisance, malheureusement avérée, de sa production charbonnière, l'importance du secours que, de ce fait, elle demandait à l'importation. Puis, il examine les modifications éventuelles du fait de la guerre : la reprise de l'Alsace-Lorraine suivant la frontière de 1815, se traduirait par un déficit supplémentaire de 5 millions et demi, qui viendrait s'ajouter à notre déficit normal de 22 millions de tonnes. Si, en plus, le bassin de la Sarre nous revenait, nous aurions, de ce fait, un disponible de 9 millions de tonnes et, défalcation faite du manquant de l'Alsace-Lorraine, de 3 à 4 millions de tonnes, ce qui réduirait le déficit de la France reconstituée à 18 millions de tonnes.

En ce qui concerne le coke, la situation serait particulièrement défavorable, car la Lorraine en consomme 4 millions 250 000 t et n'en produit qu'environ 100 000 ; le manquant français qui, déjà, atteint 2 millions 840 000 t, s'élèverait à 7 millions. Et M. Robert Muller insiste sur la nécessité du coke westphalien pour la métallurgie lorraine.

D'une manière générale, notre déficit en charbon subsistera, aggravé peut-être. L'emploi de plus en plus fréquent du moteur électrique, actionné par la houille blanche, pourra, dans certaines régions placées à proximité des zones montagneuses, suppléer à l'insuffisance de notre production en combustibles minéraux. Mais, de toutes façons, nous devrons avoir recours à l'importation. L'auteur envisage, délibérément, l'apport à demander à l'Allemagne ou plutôt à exiger d'elle. Apport temporaire, consistant en fournitures, à prix coûtant, des quantités égales à celles dont la production française sera réduite du fait des destructions intentionnelles de l'ennemi ; apport permanent de coke, en vue de l'approvisionnement lorrain.

Le problème de notre approvisionnement en combustibles, après la guerre, angoissant par certains côtés, est tellement relié à notre développement économique que nous avons cru devoir signaler à nos lecteurs le rapport de M. Robert Muller, appuyé sur une documentation sérieuse et d'une réelle actualité. G. T.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

La traction électrique sur les canaux

L'auteur de cet article, après avoir rappelé brièvement ce qu'il est indispensable de savoir au sujet de la résistance à la traction dans les canaux pour faire un projet de halage électrique, étudie uniquement le cas où ce halage est fait par tracteurs électriques sur voie ferrée ordinaire à deux rails de roulement. Il examine alors, dans cet hypothèse, s'il vaut mieux, étant données les conditions à remplir, employer des tracteurs à un seul moteur ou des tracteurs à deux moteurs. Il termine en examinant les systèmes à adopter pour la traction aux écluses et compare, dans ce cas, la traction par cabestans et la traction par tracteurs.

La traction électrique sur les canaux est à l'ordre du jour. Il est donc intéressant d'essayer de définir quelques-uns des problèmes d'ordre pratique qu'elle pose.

Notre but actuellement n'est pas de discuter les mérites respectifs des divers modes d'alimentation pouvant être envisagés : courant continu à basse et haute tension, courant monophasé, courant triphasé par moteurs asynchrones ordinaires, ou même par moteurs asynchrones à collecteur; il n'est pas non plus nécessaire d'examiner et discuter les divers systèmes possibles : tracteurs roulant sur rails, ou tracteurs à adhérence proportionnelle roulant sur une voie spéciale, touage électrique, halage funiculaire. Nous viserons plus spécialement le mode du halage utilisant les tracteurs sur rails, alimentés par courant continu sous 550 v qui constitue la solution dont l'application est et doit rester la plus étendue. Toutefois, nous examinerons l'utilisation des cabestans pour le passage des écluses.

Tout d'abord, nous donnerons quelques indications sur les caractéristiques de la traction en canal et en particulier indiquerons les conditions de la résistance des bateaux à la traction.

En canal, la navigation s'effectue en eau calme, dans une suite de biefs séparés les uns des autres par des écluses servant à racheter la différence de niveau entre les biefs.

Le type normal de bateau est la péniche qui circule sur les canaux du Nord, de l'Est et du Centre. Ses dimensions sont : longueur 38,50 m, largeur 5 m, tirant d'eau 1,80 m; elle porte une charge approchant de 300 t.

Les écluses du type normal, type unifié depuis 1879, ont les dimensions minima suivantes : longueur utile, 38,50 m, largeur 5,20 m, profondeur d'eau, 2 m.

A chaque écluse, il faut : entrer le bateau, faire les manœuvres (remplissage ou vidage du sas, manœuvre des portes) et enfin sortir le bateau. La bonne exécution d'une sortie et surtout d'une entrée d'écluse excluent la brutalité des manœuvres.

Résistance a la traction. — Nous exposerons les conditions de la résistance des bateaux à la traction, d'après les travaux de M. l'inspecteur général des Ponts et Chaussées de Mas, qui a procédé à une série d'essais et de recherches de 1890 à 1897.

M. de Mas définit deux caractéristiques fondamentales : la résistance propre du bateau et le coefficient de résistance de la voie.

La résistance propre est la résistance offerte en eau calme indéfinie par un bateau d'un type donné, se déplaçant à une vitesse déterminée.

Sur une voie de largeur limitée, la résistance du même bateau est augmentée; elle devient égale à la résistance propre multipliée par un coefficient représentant l'action de la voie : c'est le coefficient de résistance particulier à la voie.

R étant la résistance du bateau sur la voie considérée, r sa résistance propre, C le coefficient de résistance de la voie, on a :

$$R = r\, C$$

Résistance propre du bateau r. — Cette résistance est due à deux causes : la pression de l'eau refoulée par le bateau et le frottement de l'eau sur les parois de la coque.

La résistance due à la pression de l'eau refoulée dépend de la section immergée et des formes du bateau. Les formes ont une très grosse influence sur la résistance.

Lorsque la vitesse croît, l'accroissement de la résistance avec la vitesse est considérable.

La formule, proposée par M. de Mas pour représenter la résistance propre r, est la suivante :

$$r = (a + bt)\, V^{2,25}$$

V étant la vitesse en mètres par seconde, t l'enfoncement du bateau en mètres, a et b des coefficients dépendant du type du bateau.

La valeur de ces coefficients montre l'importance des formes.

Ce sont :

Pour une péniche...	$a = 21,3$	$b = 123,6$
Pour une flûte	$a = 21,5$	$b = 78,1$
Pour une toue	$a = 14,2$	$b = 52,4$

Digitized by Google

La péniche n'a pas de forme, la flûte et la toue possèdent une forme diminuant sensiblement la résistance à la traction.

Coefficient de résistance de la voie C. — Le coefficient de résistance de la voie est essentiellement variable avec les éléments suivants, indiqués par ordre d'importance décroissante :

1° Le rapport de la section mouillée de la voie navigable Ω à la section mouillée du bateau ω soit $n = \frac{\Omega}{\omega}$; C croît rapidement quand n diminue;

2° La vitesse du bateau, C croît avec la vitesse;

3° La forme et l'état de la surface du bateau, la nature et l'état de la surface de la cuvette de la voie navigable.

Le bénéfice de la forme rationnelle du bateau, quoique conservé, est moins grand qu'en eau indéfinie; toutes choses égales d'ailleurs, le coefficient de résistance de la voie est d'autant plus grand que la résistance propre du bateau est plus faible.

A titre d'indication et simplement pour donner une idée de l'ordre de grandeur, nous reproduisons les chiffres suivants donnés par M. de Mas, car sur un canal donné il faut toujours procéder par essais directs.

Pour une flûte déterminée à l'enfoncement de 1,30 m, circulant à la vitesse de 0,75 m : sec, C a varié de 1,38 à 3,82 pour des canaux dans lesquels n variait de 6,39 à 2,94.

Dans un canal déterminé, une flûte déterminée à l'enfoncement de 1,30 m a donné un coefficient C, croissant de 1,92 à 3,17 lorsque la vitesse a varié de 0,25 à 1,25 m : sec.

Application à la traction des bateaux. — De ce qui précède, il résulte que, si on envisage la traction de bateaux déterminés (péniches sur nos canaux) sur un canal donné, à une vitesse fixée, on devra définir par essais directs l'effort nécessaire en section courante et normale du canal. Cet effort variera en quelques points singuliers de la cuvette de la voie navigable : passages rétrécis à la traversée des ponts par exemple ou passages élargis au droit des quais et des ports; il n'y aura, en général, pas à tenir compte de ces variations d'effort dans l'étude d'un projet de halage mécanique pour tous ces points singuliers dont l'influence locale et de courte durée n'a pas une action essentielle sur l'effort. Si cette action était importante et gênante, ils correspondraient à des points de la voie navigable à améliorer. Seuls des points singuliers spéciaux, tenant à la nature particulière d'un obstacle, pourront nécessiter une étude appropriée; tels sont, par exemple, les souterrains à section rétrécie ou les ponts-canaux à voie unique de grande longueur.

D'essais exécutés à l'aide d'un remorqueur dans un canal présentant une section mouillée de 34 m² avec efforts mesurés par un dynamomètre enregistreur de la maison Richard, nous avons déduit que l'effort dirigé suivant l'axe du canal nécessaire pour la traction à la vitesse de 3 km : h d'une péniche chargée à 280 t peut être estimée à 315 kg, et pour une péniche vide, circulant à la vitesse de 5 km : h, par temps calme, à 125 kg.

Dans une application, il a été demandé aux tracteurs de fournir l'effort total de 300 kg pour tirer 2 péniches et le tracteur à la vitesse de 3,200 km : h (le tracteur devant pouvoir fournir un effort de traction de 1 000 kg à 3 km : h pour le halage à titre exceptionnel de rames de 3 bateaux), la traction des rames de 2 bateaux vides devant s'effectuer à 5 km : h, sous un effort total de 300 kg. Haut le pied la vitesse du tracteur devait être aussi élevée que possible.

Nous ne connaissons pas de mesures d'efforts aux écluses. Il serait extrêmement utile d'en effectuer. Nous admettrons que la vitesse du bateau ne devra pas dépasser 1 500 à 1 600 m : h pendant le franchissement de l'écluse et que l'effort de traction à cette vitesse dans le cas est de l'ordre de 700 kg.

Tracteurs électriques. — Nous nous proposons, tout d'abord, de rechercher comment doit être constitué l'équipement de tracteurs électriques qui auront à assurer la traction en bief ou aux écluses. La pratique universelle en matière de tramways urbains ou suburbains alimentés par courant continu conduit à l'emploi de 2 moteurs-série avec couplage série parallèle.

Quelle doit être la règle en matière de halage électrique par courant continu ?

L'emploi de moteurs-série s'impose pour obtenir économiquement les 3 vitesses de régime correspondant aux 3 sortes de travaux effectués par le tracteur : traction des bateaux chargés, traction des bateaux vides et marche haut le pied. A titre d'indication nous donnerons les chiffres respectifs suivants : 3,200 km : h, 5 km : h et 8 à 12 km:h.

Il paraît rationnel de calculer les résistances de démarrage, de manière que l'effort accélérateur reste constant et égal à l'effort maximum admissible, dans la limite de l'effort maximum que peut supporter la corde de halage, ce qui exclut le démarrage à intensité moyenne constante aux divers plots du contrôleur. Toutefois, cette règle pourra devoir être tempérée par la nécessité de diminuer l'effort accélérateur à l'origine du démarrage pour éviter de tendre brusquement et brutalement le lien souple existant entre le tracteur et le bateau dont la conséquence serait la rupture du câble ou un effort très important brusquement appliqué au bateau et le détériorant.

Tant que le câble de traction n'est pas tendu, l'effort d'accélération agit uniquement sur le tracteur qui prend une certaine vitesse, d'où une force vive déterminée, alors que le bateau est toujours immobile; il faudra donc, soit couper et remettre à plusieurs reprises le courant au premier plot du contrôleur, par une sorte de méthode de tout au rien, ou, mieux, réduire le courant à l'origine du démarrage.

Traction en bief. — Il est désavantageux au point de vue économique d'avoir des tracteurs de bief à deux moteurs. Comparons les consommations d'énergie de deux tracteurs effectuant le même service, l'un T_1 à un seul moteur, l'autre T_2 à deux moteurs. Soient N_1 et n_1, respectivement les nombres des conducteurs et de tours

Digitized by Google

par minute de l'induit du moteur T_1 ; N_2 et n_2 les mêmes quantités pour les moteurs T_2 ; r_1 et R_1 respectivement les résistances de l'induit et de l'inducteur du moteur T_1, r_2 et R_2 celles du moteur T_2.

Supposons d'abord les deux moteurs d'un tracteur T_2 couplés en série pour la traction des bateaux chargés.

Cherchant à faire un moteur T_1 aussi économique que possible, nous le ferons tourner dans l'exemple signalé ci-dessus pour la vitesse normale de 3,2 km h aux environs de 600 t: min. Le tracteur étant haut le pied, le moteur pourra tourner au maximum à 1 600 à 1 800 t: min, ce qui correspond à une vitesse du tracteur de 8 à 9 km:h (noter que la vitesse de 1 600 à 1 800 t: min est une vitesse de régime, celle de la marche haut le pied).

Les moteurs T_2 seront couplés en parallèle dans la marche haut le pied du tracteur donnant une vitesse de 12 à 15 km:h. Afin de ne pas dépasser la vitesse de 1 600 à 1 800 t : min indiquée ci-dessus, ce qui présenterait des difficultés sans avantage au point de vue économique, on est conduit à faire tourner le moteur à la vitesse de 400 à 500 t : min pour la traction des bateaux chargés.

Constituons les deux types de moteurs dans ces conditions. Admettant qu'ils aient même rendement, le moteur T_1 pour la puissance normale à fournir, le moteur T_2 pour la moitié de cette puissance ; ce qui conduit à les faire travailler sous même intensité I. Le tableau des pertes s'établira d'une manière suffisamment exacte comme il suit :

	Moteur T_1	1 moteur T_2	2 moteurs T_2
Perte Joule dans l induit..	$r_1 I^2$	$\frac{3}{4} r_1 I^2$	$\frac{3}{2} r_1 I^2$
Perte Joule dans l'inducteur....................	$R_1 I^2$	$R_1 I^2$	$2R_1 I^2$
Hystérésis................	h_1	$\frac{2}{3} h_1$	$\frac{4}{3} h_1$
Courants de Foucault.....	f_1	$\frac{4}{9} f_1$	$\frac{8}{9} f_1$
Pertes au collecteur.......	c_1	c_1	$2 c_1$
Pertes mécaniques, paliers et engrenages..........	p_1	P'_1 un peu inférieur à p_1	$2p'_1 > p_1$

Supposons que l'on ait un moteur T_1 à rendement excellent, soit à 85 pour 100, dont les pertes se répartissent comme suit :

Effet Joule dans l'induit.......	2,5 pour 100
Effet Joule dans l'inducteur ...	2,5 Id.
Hystérésis....................	1 Id.
Courant de Foucault..........	0,5 Id.
Collecteur...................	0,5 Id.
Paliers et engrenages.........	8 Id.
	15 pour 100

Les pertes dans le tracteur T_2 seront :

Joule induit..................	3,75 pour 100
Joule inducteur..............	5 Id.
Hystérésis...................	1.33 Id.
Courant Foucault............	0.45 Id.
Paliers et engrenages	14 Id.
	25,53 pour 100

On voit immédiatement, d'une part, que, pour la même puissance utile fournie par les 2 tracteurs, les pertes dans l'ensemble des 2 moteurs T_2 seront sensiblement supérieures aux pertes dans le tracteur T_1, d'autre part, que l'hypothèse faite de l'égalité de rendement est inexacte, puisque les pertes d'un moteur T_2 sont supérieures à la moitié des pertes d'un moteur T_1, il en résulte que les deux tracteurs travailleront sous des intensités différentes, on aura $I_2 > I_1$, d'où aggravation de l'écart des pertes. On aura sensiblement $I_2 = 1,1\ I_1$, ce qui permet d'évaluer les pertes dans le tracteur T_2 à environ 27 pour 100.

Donc, pour une puissance utile représentée par 85, le tracteur T_1 absorbe une puissance 100 et le tracteur T_2 une puissance 112. Le tracteur T_2 consomme en bief 12 pour 100 de plus que le tracteur T_1.

Au démarrage, pour amener la rame à la vitesse normale, la consommation supplémentaire du tracteur T_2 est du même ordre de grandeur.

Si nous supposons les 2 moteurs couplés en parallèle en bief, les pertes du tracteur T_2 seront un peu inférieures. Les 2 moteurs seront encore définis dans l'exemple que nous avons indiqué par la condition de donner au total un effort de 800 kg à la vitesse de 3,200 km : h, chacun étant alimenté sous une tension de 550 v. Chacun d'eux absorbera une intensité sensiblement moitié et tournera à même vitesse sous une tension double.

Si, pour permettre un calcul approché, nous supposons que les induits tournent dans le même champ inducteur que dans le cas qui vient d'être envisagé, ce qui conduit à un pourcentage de pertes sensiblement exact, les pertes s'établiront comme suit :

	T_1	1 moteur T_2	2 moteurs T_2
Joule induit.......	$r_1 I^2 = 2,50$ %	$r_1 \frac{I^2}{4}$	$r_1 \frac{I^2}{2} = 1,25$ %
Joule inducteur....	$R_1 I^2 = 2,5$ %	$2R_1 \frac{I^2}{4}$	$R_1 I^2 = 2,50$ %
Hystérésis........	$h_1 = 1$ %	h_1	$2h_1 = 2$ %
Courants de Foucault...........	$f_1 = 0,5$ %	f_1	$2f_1 = 1$ %
Collecteur	$c_1 = 0,5$ %	$\frac{c_1}{2}$	$c_1 = 0,5$ %
Mécaniques, paliers et engrenages...	$p_1 = 8$	$p' < p_1$	$2p'_1 = 15$ %
Total.......	15 %		22,25 %

Comme ci-dessus l'ensemble des deux moteurs T_2 absorbera un courant I_2 supérieur à I_1, d'où accroissement des pertes et leur total peut être fixé à 23 pour 100 et le tracteur T_2 consommera en bief environ 8 pour 100 de plus que le tracteur T_1.

Au démarrage, par contre, en adoptant le contrôle série-parallèle, il y aura un gain de consommation important qu'il est d'ailleurs inutile de chiffrer, ainsi qu'on le verra plus loin.

Il y a enfin lieu de noter que les tracteurs à deux moteurs couplés en série, pour la traction des bateaux

Digitized by Google

chargés, seront capables de marcher haut le pied à la vitesse de 12 à 15 km : h (avec moteurs en parallèle), tandis que les tracteurs à deux moteurs couplés en parallèle circuleront haut le pied sensiblement à la vitesse des tracteurs à un moteur.

Traction aux écluses. — Aux écluses, où il s'agit d'atteindre une vitesse que nous estimons de l'ordre de 1,600 km : h, il ne saurait être question, au point de vue économique, d'utiliser sous 550 v le tracteur à un moteur considéré ci-dessus. Dans les calculs dont nous donnons les résultats ci-dessous, nous avons considéré un canal parcouru par un trafic important comportant à chaque tête d'écluse et se terminant à 20 m environ, un garage pour bateaux en attente de passage permettant aux bateaux d'atteindre l'écluse dans le minimum de temps. Nous admettons que le bateau atteigne la vitesse maximum à l'écluse, soit 1,600 km : h à la suite de ce parcours de 20 m, au delà le bateau entre progressivement dans le cas d'où résulte un effort supplémentaire considérable, le bateau formant piston dans le sas fermé à l'avant et devant expulser un volume d'eau égal à son volume immergé. Nous supposons que l'effort de traction correspondant est de l'ordre de 600 à 700 kg, chiffre qu'il serait utile de préciser par essai ainsi que nous l'avons signalé.

Dans une hypothèse de démarrage que nous avons faite, une péniche met environ 60 secondes pour atteindre l'entrée du sas. Un tracteur à un moteur alimenté sous 250 v nous a donné le tableau de démarrage suivant :

tension d'alimentation 250 v	232	184	128	73	28
tension absorbée dans la résistance totale	18 v	66 v	122	177	222,2
durée en secondes	23	20	8	1	1
résistance totale en circuits y compris moteur	30,5	20.2	11,6	5,65	1,8
intensité moyenne du courant	7,6	9,1	11	13	15,5

L'énergie fournie pendant le démarrage serait de 35,6 w-h, l'énergie utilisée (non disparue en chaleur par effet Joule) de 10,6 w-h, donnant un rendement de 30 pour 100.

Si on tient compte de la mise en place dans le sas, on aura au total pour l'amenée d'une péniche dans le sas : énergie fournie, 146 w-h; énergie utilisée, 101 w-h; d'où rendement, 69 pour 100.

Si le tracteur à un moteur avait été alimenté sous 550 v, l'énergie fournie se serait élevée à 332 w-h pour la même énergie utilisée, soit 101 w-h, d'où rendement global 30,4 pour 100.

L'alimentation étant maintenue sous 550 v, le rendement serait considérablement amélioré en faisant usage des tracteurs à deux moteurs. Si l'on recherche spécialement l'économie de consommation de courant à l'écluse, on définira les deux moteurs par la condition de fournir un effort total de 750 kg à la vitesse de 1,600 km : h sous la tension totale de 550 v. Par un calcul analogue à celui qui a été développé plus haut, on se rendra compte que les deux moteurs pourront consommer environ 10 pour 100 d'énergie de plus que le moteur unique alimenté sous 250 v. Mais, par suite de la transformation nécessaire pour avoir le courant sous 250 v, l'avantage restera au tracteur à deux moteurs.

Pour que ce tracteur à deux moteurs soit capable d'assurer la traction en bief, il devra pouvoir produire l'effort de 750 kg à la vitesse de 3,200 km : h, les deux moteurs devront alors être couplés en parallèle. Haut le pied le tracteur pourra marcher à une vitesse de l'ordre de grandeur de celle du tracteur à un moteur envisagé au début.

Si on utilise aux écluses les tracteurs à deux moteurs couplés en série sous 550 v envisagés pour la traction en bief, on devra absorber dans des résistances l'excédent de tension, permettant ainsi au tracteur de marcher à la vitesse de 1,600 km : h. Le rendement en énergie sera inférieur à celui qui a été calculé pour le démarrage à l'écluse d'un tracteur à un moteur fonctionnant sous 550 v. On peut admettre que, pour la même énergie utile, l'énergie consommée sera de 12 pour 100 supérieure, c'est-à-dire que le tracteur à deux moteurs en série consommerait en bief comme à l'écluse 12 pour 100 d'énergie au trolley en plus qu'un tracteur à un moteur assurant le même service sous la même tension. La marche haut le pied du tracteur s'effectuera à une vitesse variant de 12 à 15 km : h (moteurs en parallèle).

Nous sommes donc en possession, d'une part, de trois solutions possibles pour la traction en bief : tracteur à un moteur, tracteur à deux moteurs en série, tracteur à deux moteurs en parallèle, et, d'autre part, également de trois solutions possibles pour la traction aux écluses : tracteur à un moteur alimenté sous tension réduite, tracteur à deux moteurs en série couplés en parallèle pour la traction en bief, tracteur à deux moteurs en série restant couplés en série pour la traction en bief.

Examinons comment il y a lieu d'appliquer ces solutions.

Nous distinguerons deux cas suivant l'importance du trafic justifiant ou non la présence d'un tracteur affecté exclusivement au service de chaque écluse. Dans la première catégorie rentreront, par exemple, les canaux qui constituent la voie de jonction entre les houillères du Nord et du Pas-de-Calais et le réseau fluvial qui aboutit à Paris. Au canal de Saint-Quentin, par exemple, il passait avant la guerre près de 100 bateaux en moyenne par jour à chaque groupe d'écluses (les écluses sont doubles et indépendantes pour augmenter le débit du canal); le nombre des passages journaliers variant d'ailleurs suivant l'époque de 80 à 120.

Dans l'exploitation en navette à laquelle on est con-

Digitized by Google

duit si l'on ne veut pas installer une voie de traction sur chaque rive, chaque tracteur parcourt dans les deux sens une section du canal et effectue la traction des bateaux dans cette section.

Sur les canaux, où le trafic ne justifie pas la présence d'un tracteur affecté spécialement à chaque écluse, certaines sections comporteront le passage d'une écluse et seront, de ce fait, de longueur réduite.

La première hypothèse sera par exemple celle d'un canal parcouru par un trafic annuel de 6 millions de tonnes, la deuxième sera celle d'un canal à trafic annuel de 2 millions de tonnes.

Dans le premier cas, la solution nous paraît devoir consister en l'emploi de tracteurs à un moteur utilisés en bief comme aux écluses, les tracteurs d'écluses étant alimentés sous une tension réduite et pouvant comporter des résistances de démarrage moindres. Sur les canaux à grand trafic que nous envisageons, il sera absolument indiqué d'effectuer mécaniquement la manœuvre des organes des écluses : portes et vannes ou ventelles ; le courant à 550 v ne se prête pas à l'utilisation des nombreux petits moteurs qui seront nécessaires : la sujétion d'abaisser la tension aux écluses sera donc imposée par la réalisation de la manœuvre mécanique. Dans ces conditions, la nécessité de créer une tension réduite pour l'alimentation de tracteurs à un moteur ne comporte pas de sujétion nouvelle.

L'utilisation de tracteurs à deux moteurs alimentés en série aux écluses et en parallèle en bief, d'un coût de fabrication plus élevé, sera économiquement tant en ce qui concerne des dépenses de premier établissement qu'en ce qui concerne la consommation de courant moins satisfaisante. Les deux avantages de ce type de tracteur savoir : 1° possibilité de ramener le tracteur par ses moyens en cas d'avarie d'un moteur (le tracteur ne pourra continuer à assurer la traction des bateaux puisque le moteur ne possède qu'une puissance moitié de celle qui serait nécessaire) ;

2° L'utilisation du poids total du tracteur comme poids adhérent sans disposition spéciale tandis que, dans le tracteur à un moteur, la nécessité de rendre tout le poids adhérent obligé à accoupler les deux essieux au moyen de bielles, ne sauraient compenser l'infériorité signalée.

Dans le second cas, la solution consistera dans l'utilisation de tracteurs à trois moteurs alimentés en série aux écluses comme en bief. Celle qui emploierait des tracteurs alimentés en série aux écluses et en parallèle en bief, économiquement meilleure, serait beaucoup moins satisfaisante au point de vue de la bonne exploitation. Les mouvements haut le pied de ces tracteurs s'effectueraient trop lentement. En raison du trafic moindre, on sera conduit à espacer de 15 km au minimum les sous-stations et les dépôts annexés. Or une bonne exploitation nécessite la rentrée au dépôt, chaque soir, afin d'assurer l'entretien convenable par un personnel approprié, et, à ce point de vue, il y a intérêt à faire dépendre de chaque dépôt un nombre suffisant de tracteurs occupant un personnel possédant la compétence voulue. La vitesse haut le pied du tracteur à un moteur ou à deux moteurs travaillant normalement en parallèle serait insuffisante, pouvant être comprise au maximum entre 7 et 8 km : h. Le tracteur préconisé, au contraire, pourra circuler à une vitesse supérieure à 12 km : h ; la différence sera appréciée en exploitation.

Dans la première hypothèse de trafic, la faible vitesse sera acceptable en raison du rapprochement des sous-stations dont l'espacement sera ramené à 10 km environ.

A signaler, comme avantage du type à deux moteurs couplés en série aux écluses comme en bief, la possibilité de continuer à assurer le service en cas d'avarie d'un moteur.

Pour préciser ce que représentent les proportions de consommation indiquées plus haut, nous avons considéré 100 km d'un canal possédant une écluse tous les 3 km et parcouru par an par un trafic de 6 millions de tonnes, d'une part, et de 2 millions de tonnes, d'autre part. Ces trafics correspondent au passage journalier, dans le premier cas, de $\frac{600\,000}{350 \times 275} = 62$ bateaux et, dans le second cas, de $\frac{3\,000\,000}{350 \times 275} = 21$ bateaux, nécessitant la présence simultanée en circulation, d'une part, de $\frac{62 \times 100}{30} = 210$ bateaux et, d'autre part, de $\frac{21 \times 100}{30} = 70$ bateaux, soit respectivement 105 et 35 rames de 2 bateaux. Pour une puissance utile de $\frac{800 \times 3\,200}{3\,600 \times 75} = 10$ ch, la puissance absorbée au trolley est au minimum de 8,5 kw par rame. Dans le premier cas, la puissance totale au trolley sera de $8{,}5 \times 105 = 900$ kw, correspondant à une consommation annuelle de $900 \times 350 = 3\,650\,000$ kw-h.

Le nombre total d'écluses à franchir par jour est de $\frac{100 \times 62 \times 10}{30} = 2\,060$ correspondant à $2\,060 \times 2 = 4\,120$ démarrages et entrées ou sorties d'écluses. La consommation annuelle (sous la tension réduite d'alimentation) sera de $4\,120 \times 0{,}150$ kw-h $\times 350 = 220\,000$ kw-h.

Dans la deuxième hypothèse de trafic, ces chiffres deviennent respectivement 1 050 000 kw-h et 70 000 kw-h. En réalité, ces chiffres sont des minima, ils correspondent à des rendements très élevés.

Dans la première hypothèse, la consommation supplémentaire de courant de 8 pour 100 en bief donne la quantité appréciable de 250 000 kw-h. Dans la deuxième hypothèse, la circulation des tracteurs avec moteurs en série en bief donnera lieu à une consommation supplémentaire de 126 000 kw-h.

Aux écluses la consommation deviendra de l'ordre de 200 000 kw-h. Ces chiffres permettent d'apprécier l'économie de solutions possibles en ce qui concerne l'énergie consommée. Ils mettent en évidence l'obligation dans laquelle se trouve l'exploitant de faire payer plus cher la traction sur le canal à faible trafic que sur

Digitized by Google

le canal à gros trafic, obligation qui existe déjà actuellement et qui se traduit par ce fait qu'alors que, dans la première hypothèse, le prix de traction du bateau chargé par kilomètre était de 0,90 fr environ avant la guerre, dans la deuxième, ce prix ne descendait pas au-dessous de 1,25 fr. Il n'a été tenu compte, ni de la traction des bateaux vides, ni de la marche haut le pied des tracteurs. Les consommations de courant indiquées devront être augmentées de ce fait ; les conclusions indiquées ne seront pas modifiées.

L'exposé qui précède rappelle trois observations :

1° Un moteur destiné à être utilisé en série doit être étudié de manière à avoir un rendement aussi élevé que possible au régime normal, correspondant à l'alimentation à demi-tension.

2° Les moteurs doivent être définis par leur puissance continue et non unihoraire, y compris ses engrenages, un tel moteur doit satisfaire à la condition de donner un effort continu de x kg à la vitesse de y km : h, ce qui correspond à une spécification de puissance continue.

M. l'ingénieur en chef Legouez a signalé, dans son rapport au Congrès des applications de l'électricité de Marseille, combien étaient diverses les puissances indiquées pour les moteurs des tracteurs construits qui correspondent sensiblement à la même puissance utile, « on ne comprend pas, au premier examen, pourquoi la Société Siemens emploie sur les locomotives du canal de Teltow deux moteurs de 16 ch, tandis que celles fournies à Douai par les Ateliers du Nord et de l'Est ont deux moteurs de 26 ch alors que, dans un cas comme dans l'autre, l'effort au crochet est d'environ 900 kg ».

Dans les tracteurs à deux moteurs, il nous paraît, d'ailleurs, que la puissance continue du moteur doit être définie sous la moitié de la tension de la ligne de trolley. La tension moyenne de la ligne pouvant être prise égale à 550 v, un tel moteur doit être défini par sa puissance de x ch sous 275 v pour une vitesse du tracteur de y km : h. Cette définition est celle qui, pour l'exploitant, correspond le mieux à l'utilisation pratique qu'il fera du moteur. Elle permet de comparer les tracteurs entre eux, de voir le service qui peut être effectué. La définition fera accuser un faible chiffre, car la définition habituelle de puissance continue sous 550 v donne une puissance plus que double et la définition par la puissance unihoraire, une puissance plus que quadruple. Mais pratiquement ces chiffres ne signifient rien, ils ne peuvent que mettre la confusion dans l'esprit de l'exploitant.

3° Les deux hypothèses de trafic envisagées conduisent à une utilisation différente de la puissance installée aux sous-stations. Dans la première, où la circulation est réglée par le débit des écluses, la puissance utilisée sera constante, les variations de trafic avec les saisons ayant pour conséquence un nombre d'heures de travail variable sous puissance constante des sous-stations. Dans la deuxième hypothèse, le débit des sous-stations est fonction de l'intensité de la circulation, à chaque instant, laquelle peut varier aux différentes heures de la journée, puisque les bateaux en circulation n'absorbent pas la capacité de trafic du canal.

Comparaison entre l'emploi des tracteurs et des cabestans aux écluses. — Nous terminons notre étude par l'examen comparé, aux seuls points de vue qui nous

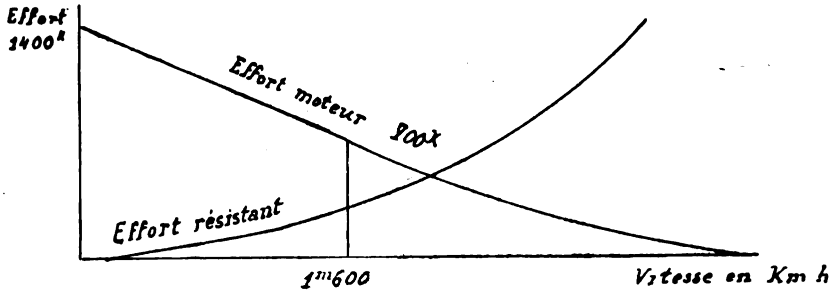


Fig. 1.

ont occupé dans ce qui précède, de l'emploi des tracteurs et des cabestans aux écluses.

L'examen n'est utile que dans le cas où l'intensité du trafic oblige à spécialiser des appareils de traction aux écluses. Dans ce cas, et lorsqu'il est possible de recourir à l'une comme à l'autre solution, la comparaison doit être faite. Le cabestan devra être du type adopté par les Compagnies de chemins de fer dans lequel l'homme ne se préoccupe que de la manœuvre du câble de traction, ce qui exige toute son attention et absorbe la faculté de travail de ses mains. Les manœuvres de mise en marche et d'arrêt sont opérées à l'aide du pied.

Si nous considérons le cabestan à courant continu, il est manifeste, au point de vue de la consommation de courant, qu'il y a intérêt à réduire la tension d'alimentation.

Le dispositif de démarrage doit être forcément simplifié quand il ne se trouve pas réduit simplement à l'interrupteur de mise en charge. Le moteur doit présenter une résistance suffisante pour limiter à une valeur acceptable l'intensité du courant à l'origine du démarrage. De plus, le moteur doit être à vitesse lente, ce qui nécessite beaucoup de cuivre.

Deux conséquences en découlent :

1° Le rendement est inférieur à celui du tracteur à un moteur que nous avons préconisé. Dans un type de cabestan fonctionnant d'ailleurs sous tension élevée

Digitized by Google

480 v) sans l'interposition d'aucune résistance de démarrage, nous avons trouvé un rendement de 60 pour 100 pour la marche normale.

Dans un autre type, sous 220 v, le rendement est de 50 pour 100 pour la marche normale. D'où une consommation supplémentaire d'environ 30 pour 100. Pendant le démarrage proprement dit, le même supplément doit être noté, car si la durée est moindre, comme on le verra, le cabestan absorbe l'excédent de tension par un accroissement de résistance, or les pertes sont proportionnelles à la résistance et au carré de l'intensité.

Dans l'application que nous avons envisagée plus haut, la consommation supplémentaire annuelle d'énergie aux écluses sera d'environ 200000 kw-h.

2° Le cabestan donne l'effort de traction maximum à l'origine du démarrage, effort diminuant à mesure que le moteur tourne plus rapidement et que le bateau avance. D'autre part, la résistance du bateau croît avec la vitesse. L'effort accélérateur diminue donc constamment.

La courbe de la vitesse en fonction du temps, pendant la durée du démarrage, présente la forme indiquée sur la figure 2 sur laquelle a été dessinée la courbe analogue du tracteur à un moteur et la droite définissant la variation de la vitesse dans un chemin de fer ou tramway à accélération constante.

Dans le cas envisagé du canal à circulation importante où le débit des écluses limite le trafic, où l'on est conduit à créer à proximité des têtes d'écluses les garages déjà signalés, où la largeur des sas dépasse faiblement la largeur des bateaux (sas de 5,20 m comme dans le type réglementaire, ou même sas de 6 m comme dans des écluses de construction récente, péniches de 5 m), la courbe d'accélération du tracteur à un moteur nous paraît mieux adaptée à la difficulté de manœuvre que présente l'entrée rapide dans le sas du bateau garé. Le bateau démarre lentement et, à tout instant, sa vitesse est inférieure à celle que lui imprime le cabestan, la force vive est moindre et le marinier se trouve maître de sa manœuvre dans de meilleures conditions. En un mot, avec le cabestan, le bateau arrive immédiatement à proximité de l'obstacle à éviter; avec le tracteur, la marche est ralentie à l'origine du mouvement.

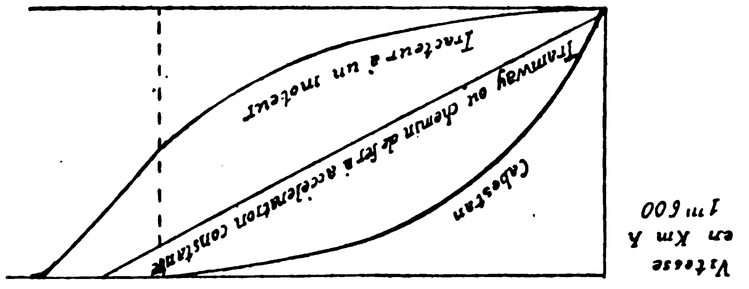


Fig. 2.

L'infériorité que nous venons de signaler du cabestan sur le tracteur s'atténue si l'on envisage son application aux écluses larges où la manœuvre d'entrée est plus facile.

L'utilisation de cabestans triphasés nécessite l'emploi de moteurs asynchrones du type à cage d'écureuil puisqu'il n'est pas possible d'envisager la mise en court-circuit progressive de résistances insérées dans le rotor d'un moteur à bagues. Le mode de variation de l'effort d'un tel moteur à rotor peu résistant en fonction de la vitesse conviendrait bien à la traction aux écluses. Malheureusement, l'intensité du courant absorbé serait très grande et fortement décalée sur la tension, le courant déwatté aurait une importance considérable. Le moteur fonctionnerait donc pendant toute la durée du démarrage dans des conditions déplorables et inadmissibles au point de vue de la distribution d'énergie. Il sera nécessaire d'augmenter la résistance du rotor, ce qui rapprochera du mode de fonctionnement du cabestan à courant continu. Comme pour le cabestan à courant continu, il sera nécessaire de constituer un moteur à vitesse lente.

Donc, les circuits primaire et surtout secondaire devront être résistants, l'intensité pendant la durée du démarrage restera élevée, et, comme pour le cabestan à courant continu, le rendement sera faible; de plus, la variation de l'accélération devra présenter la même allure que celle du cabestan à courant continu. Dans une comparaison du rendement, il y aurait d'ailleurs à considérer le gain dans la transformation du courant pour l'obtenir sous la forme voulue : transformation de courant triphasé en continu, d'une part, et simple abaissement de tension, d'autre part; mais l'avantage resterait encore au tracteur.

Pour terminer cet examen des cabestans utilisés aux écluses, nous ajouterons que, dans une comparaison plus complète, il y aurait lieu de mettre en balance, indépendamment des considérations qui viennent d'être exposées, d'une part, le coût d'établissement moindre d'un équipement par cabestan, et, d'autre part, l'usure des cordes, la permanence de l'installation constituant une gêne en cas d'avarie, ainsi que les facilités ou les difficultés de manœuvre dans un cas comme dans l'autre. Ces dernières considérations seront particulièrement importantes et auront une grande influence sur le choix de la solution à adopter parmi toutes celles qui peuvent être préconisées pour la traction aux écluses.

A. Tumerelle,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Interprétation des résultats obtenus dans les essais effectués sur les lampes à incandescence électriques en régime poussé [1].

Les essais portant sur la durée de vie des lampes à incandescence n'ont une réelle valeur qu'autant qu'ils s'adressent à de nombreux exemplaires; c'est en multipliant les expériences que l'on arrive à une estimation vraie de la qualité d'un type et que l'on obtient des résultats concluants. Or, ces essais de durée sont fort longs et exigent au moins 1000 heures rien que pour la période d'allumage; si l'on y ajoute le temps absorbé par la mise en route, par les mesures photométriques, et, finalement, par le collationnement des résultats, on comprendra sans peine que l'on ait cherché à réduire les délais en soumettant les lampes à un régime poussé susceptible de fournir des indications comparables à celles que l'on déduirait d'un traitement normal, c'est-à-dire qui serait limité, au moins approximativement, à la tension nominale des lampes essayées.

Le gain de temps et l'économie d'énergie ainsi réalisés constituent un double bénéfice pécuniaire dont l'avantage n'a pas échappé aux ingénieurs américains. Pour retirer, cependant, des essais en régime poussé des données probantes, il convient de se conformer à certaines règles précises et de savoir interpréter les résultats obtenus.

I. Méthodes d'essais en régime forcé. — Dans tout ce qui va suivre, nous définirons la consommation spécifique d'une lampe en watts par bougie moyenne horizontale, parce que les mesures photométriques antérieures se rapportent toutes à l'intensité moyenne horizontale, qui a servi également de base aux fabricants pour évaluer la puissance nominale de leurs produits. De nos jours, où l'usage des photomètres intégrants est très répandu, la mesure du flux lumineux total est une opération courante et les Electrical Testing Laboratories organisent les essais de durée en adoptant comme base spécifique le nombre de lumens par watt. Les principales méthodes appliquées en régime forcé sont les suivantes.

1. — Les lampes sont d'abord soumises à des épreuves photométriques dont on doit déduire la tension correspondant à une consommation imposée de watts par bougie; ce nombre standard de watts peut s'appliquer à toutes les lampes de même type et de même puissance, ou bien, plus généralement, s'appliquer à toutes les lampes de même type. Par exemple, la consommation spécifique des lampes au tungstène a été fixée à 1,23 w (ce qui correspond à peu près à 8 lumens par watt). La tension obtenue par ce moyen est ensuite multipliée par un facteur constant pour avoir la tension du régime poussé; par exemple un régime poussé assez employé est celui où l'on fait usage d'une tension qui est environ 130 pour 100 de la tension à laquelle le tungstène consomme 1,23 w : b.

2. — On fixe le nombre de watts par bougie qui seront dépensés en régime forcé et l'on détermine ensuite la tension correspondante par l'un des trois procédés suivants :

a) Les lampes sont photométrées à une certaine tension, le plus souvent à la tension nominale; cette opération doi donner, avec beaucoup de précision, l'intensité lumineuse et le nombre de watts par bougie. En se reportant ensuite aux courbes caractéristiques, il est facile d'en déduire la tension applicable au régime forcé qui ne consommera que le nombre de watts imposés par bougie.

b) La tension applicable au régime forcé est déterminée par une opération photométrique directe sur la lampe fonctionnant dans les conditions indiquées de watts par bougie. Dans cette méthode, on procède par tâtonnements.

c) On peut combiner les méthodes *a* et *b* en contrôlant la valeur déduite des courbes par une mesure directe.

Une fois la lampe allumée pour les essais de durée et fonctionnant à la tension forcée obtenue par l'une des méthodes ci-dessus, on procède continûment à des mesures photométriques, soit à la tension nominale, soit à la tension forcée. Le premier régime a l'avantage de la cohérence et de la simplification, aussi bien pour les mesures photométriques que pour la comparaison des résultats.

En général, tous les tours de main utilisés pour les essais de durée en régime normal conviennent à ces mêmes essais en régime forcé; mais, pour celui-ci, il est essentiel de multiplier les mesures photométriques de façon à disposer d'un nombre suffisant d'éléments pour le tracé de la courbe de performance; il est non moins important de maintenir la tension rigoureusement constante pour compenser, dans une certaine mesure, l'incertitude qu'entraine le facteur de correction.

3. — *Facteur de correction.* — Pour passer des indications déduites du régime forcé à celles qu'aurait données un essai normal, on se sert de la relation :

$$\frac{D_n}{D_p} = \left(\frac{\text{watts}_n \text{ par bougie}}{\text{watts}_p \text{ par bougie}}\right)^b$$

ou

$$\frac{D_n}{D_p} = \left(\frac{\text{lumens}_p \text{ par watt}}{\text{lumens}_n \text{ par watt}}\right)^b.$$

Dans ces formules D_n, D_p sont les durées correspondant respectivement au régime normal et au régime poussé; c'est l'exposant b qui constitue le facteur de correction; sa détermination résulte d'essais réalisés conformément aux prescriptions formulées ci-dessus.

II. Discussion des résultats des essais. — D'abord, il faut choisir les éléments qui subiront les épreuves forcées. Aux Electric Testing Laboratories, on procédait de deux manières différentes. Antérieurement à 1915, on prélevait un exemplaire de chaque type et chaque puissance sur des lots de 500 à 2500 lampes et on faisait alterner des essais en régime normal avec les essais en régime poussé. Depuis janvier 1915, on a pris l'habitude de soumettre toutes les lampes tirées d'un lot aux essais normaux et on se contente, tous les mois, d'appliquer le régime forcé à un spécimen unique qui doit représenter les derniers perfectionnements de la fabrication. A cette manière d'opérer, on peut objecter que l'on est amené à comparer des produits sortis des ateliers à des époques très éloignées l'une de l'autre; mais on a étudié un si grand nombre d'échantillons répartis sur une période si longue qu'il y a lieu

[1] Leonard J. Lewinson. Rapport présenté à la X[e] Assemblée annuelle de la Illuminating Engineering Society, tenue à Philadelphie du 18 au 20 septembre 1916. *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, 20 novembre 1916, t. xi, p. 815-835.

Digitized by Google

d'admettre que cet inconvénient est largement compensé.

Le tableau I reproduit la moyenne des exposants *b* obtenus avec des lampes Mazda de 10 à 100 w, essayées au point de vue de leur vie utile pendant les cinq années de 1911 à 1916. Il contient aussi le rapport des watts par bougie, normaux et forcés, pour montrer le degré du régime forcé. On a éliminé les résultats fournis par des lampes de même puissance, mais de type différent. Il y a lieu de remarquer que l'exposant *b* tend à diminuer en même temps que la puissance de la lampe. Dans la dernière colonne sont réunies les valeurs du facteur de correction adoptées par les laboratoires pendant les cinq dernières années. Dans l'établissement de cette moyenne, on n'a pas fait état des résultats antérieurs à 1913-1914, d'autant plus que les types construits à ce moment différaient totalement des types modernes. Les doubles colonnes 1914-1915 s'appliquent à des régimes hautement et faiblement forcés, mais qui ont donné, en gros, le même exposant.

TABLEAU I. — *Valeurs de l'exposant b déduites des essais normaux et forcés pour les lampes à incandescence Mazda.*

PUISSANCE NOMINALE EN WATTS	ANNÉES												
	1911-1912		1912-1913		1913-1914		1914-1915				1915-1916		1915
	Rapport des watts dépensés par bougie.	Exposant *b* (1).	Rapport des watts dépensés par bougie.	Exposant *b*.	Rapport des watts dépensés par bougie.	Exposant *b*.	Rapport des watts dépensés par bougie.	Exposant *b*.	Rapport des watts dépensés par bougie.	Exposant *b*.	Rapport des watts dépensés par bougie.	Exposant *b*.	Exposant *b* adopté pour l'année 1915.
10 à 14					1,55	6,4	1,51	5,9	1,5	5,6	1,59	5,6	6,1
10 à 17							1,46	5,9	1,53	6,5	1,53	5,4	6,4
15			1,46	6,3	1,42	6,8	1,39	7,1	1,5	7,1	1,53	6,4	6,8
20			1,39	6,5	1,35	7,5	1,30	7,1	1,4	7,1	1,46	6,8	7,2
25	1,33	6,9	1,33	6,1	1,27	7,3	1,26	7,2	1,39	7,0	1,39	7,0	7,3 (2)
40	1,25	7,2	1,25	7,7	1,22	7,3	1,22	7,2	1,37	7,5	1,37	7,2	7,4
50											1,33	7,3	7,4
60	1,20	7,5	1,23	7,2	1,24	7,5	1,26	7,4	1,36	7,7	1,33	7,3	7,5
100	1,20	7,3	1,20	7,4	1,24	8,0	1,28	7,5	1,21	7,2	1,26	7,4	7,8

(1) L'exposant reste le même si, au lieu des watts par bougie, on considère les lumens par watt.

(2) Pour les cinq derniers types, la valeur de l'exposant adoptée pour 1915-1916 est 7,4.

Le tableau II fait ressortir les valeurs trouvées pour l'exposant *b*, d'après des essais sur un grand nombre de lampes de même puissance, 60 et 100 w, et désignées par un numéro d'ordre. Jamais moins de dix lampes n'ont participé à la formation de la moyenne; le plus souvent, on a pris la moyenne des résultats fournis par 50 lampes.

TABLEAU II. — *Valeurs de l'exposant* b, *déduites de lampes de 60 et 100 watts de différentes fabrications.*

NUMÉRO DE RÉFÉRENCE DE LA LAMPE	EXPOSANT *b*	
	60 watts	100 watts
23	7,3	7,4
16	7,6	7,4
14	7,5	7,0
13	7,5	7,9
12	7,2	7,8
7	7,2	7,5
6	5,6	6,2
5		7,2
4		7,3
3	7,2	7,0
2		8,2
1	7,5	7,3

L'exposant trouvé pour la lampe n° 6 mérite une mention spéciale à cause de sa faible valeur; un nombre aussi faible a, d'ailleurs, été obtenu simultanément pour une lampe de 100 w du même fabricant; c'est l'ordre de grandeur normal de l'exposant *b* pour les unités de petite puissance; en essayant 230 lampes de 10 bougies, on a obtenu une moyenne $b = 5,6$ qui répond bien aux produits de fabrication courante.

En parcourant les registres d'observations, on a constaté que l'exposant *b*, calculé pour les essais de durée utile, ne convenait plus pour les essais de durée totale ou pour les essais poursuivis jusqu'à réduction à 80 pour 100 de l'intensité lumineuse initiale.

Dans le tableau III, on compare les exposants calculés pour 1915-1916 à ceux obtenus antérieurement.

TABLEAU III. — *Comparaison des exposants* b *pour durée totale, utile et 80 pour 100.*

WATTS	1915-1916			DÉTERMINATIONS ANTÉRIEURES		
	Durée totale.	Durée utile.	Durée de 80 %.	Durée totale.	Durée utile.	Durée de 80 %.
25	7,1	7,0	7,2	7,3	7,2	7,5
40	7,0	7,2	7,2	7,3	7,4	7,5
60	6,8	7,3	7,4	6,6	7,5	7,6
100	6,8	7,4	7,6	6,9	7,8	7,9
Moyennes	6,9	7,2	7,4	7,0	7,5	7,6

Digitized by Google

On n'a pas fait état des résultats fournis par les lampes de faible puissance, parce que, pour celles-ci, la vie utile et la vie totale se confondent en pratique. A remarquer la progression décroissante de *b*, qui conduit à se demander si le facteur de correction ne dépendrait pas du pourcentage des lampes brûlées. L'auteur a vérifié cette hypothèse de la manière suivante : il porte en abscisses le pour 100 de lampes brûlées en régime forcé avant d'être tombées à 80 pour 100 de leur intensité lumineuse initiale et en ordonnées, il porte les valeurs de *b*. On relève sur le diagramme que, si 65 lampes sur 100 ont été grillées, *b* prend la valeur 5,5 ; s'il y en a 10 pour 100 seulement mises hors d'usage, *b* prend une valeur moyenne de 7 ; à 40 pour 100, $b = 6,7$. Les résultats sont bien conformes aux prévisions, au moins pour les lampes de 100 w auxquelles s'applique le calcul actuel; mais, pour les petits modèles jusqu'à 10 w, la décroissance de *b* découle à la fois du pourcentage des pertes et de leur faible puissance même.

De l'étude du facteur de correction se dégage nettement ce fait qu'un facteur déterminé pour des lampes de qualité moyenne ne convient plus à des lampes ayant des vices de fabrication. Le faible exposant de la lampe n° 6 de 60 bougies en est un exemple. En améliorant sa constitution, on a obtenu la lampe n° 7 dont l'exposant est beaucoup plus élevé.

D'autre part, certaines formes de lampes qui donnent de bons résultats pour une ou deux puissances ne réussissent plus pour d'autres ; ainsi le type adopté pour les lampes de 40 et 60 w ne s'adapte pas aux lampes de 100 w ; car l'exposant tombe de 7,1 à 5,9. On commet également une erreur très sensible si l'on veut attribuer à des lampes fabriquées en série les exposants déduits d'essais sur des lampes de fabrication spéciale. En prenant $b = 7,2$ au lieu de $b = 6,1$ on trouve une durée de vie de 68 pour 100 plus longue dans le premier cas que dans le second. En résumé, les exposants exceptionnels tirés d'essais réalisés sur des lampes ou défectueuses ou de construction spéciale sont ou trop faibles ou trop élevés.

Il a été impossible d'attribuer un facteur de correction aux lampes de 150 et 250 w. D'après leur construction même, on ne peut empêcher le noircissement des ampoules, à moins de se maintenir dans des limites de température convenables. Dans le tableau IV sont réunis quelques facteurs de correction relatifs à des lampes Mazda de 150 et 250 w ; les valeurs trouvées sont plutôt déconcertantes.

TABLEAU IV. — *Exposant* b *déduit d'essais faits sur des lampes Mazda de 150 et 250 watts.*

ANNÉES	Type.	150 WATTS N° de référence.	150 WATTS Rapport des watts par bougie.	150 WATTS Exposant *b*.	250 WATTS N° de référence.	250 WATTS Rapport des watts par bougie.	250 WATTS Exposant *b*.
1915-16....	A	18	1,12	8,5	17	1,13	10,[illegible]
	B				18	1,12	9,5
	C	17	1,13	13,9	17	1,13	7,8
1914-15....	A	18	1,13	7,4	17	1,12	8,8
1912-13....	A	2	1,16	7,6	8	1,10	16,7
	A	9	1,17	8,2	9	1,12	8,3

Harrisson et Edwards ont montré que certains palliatifs contre le noircissement ne sont efficaces qu'à une température bien déterminée. Si donc on soumet à un régime forcé, à la même température, deux types de lampes qui diffèrent très peu au point de vue de leur construction, il est fort possible cependant que leur performance soit très différemment affectée et que le facteur de correction obtenu pour l'un des types ne convienne pas à l'autre.

On ne doit pas non plus, sans un contrôle préalable appliquer indistinctement le facteur de correction trouvé pour des lampes sorties d'une certaine fabrique aux lampes provenant d'une autre usine. L'importance de cette remarque est soulignée par les chiffres du tableau V où sont reproduits les facteurs de correction propres aux lampes construites dans trois ateliers distincts que nous désignerons par X, Y et Z.

TABLEAU V. — *Exposant* b *pour des lampes de 3 fabriques.*

LAMPES	FABRIQUE X	FABRIQUE Y	FABRIQUE Z
10 watts S.14...	5,6	7,4	6,5
15 watts	6,4	6,9	6,5
25 watts........	7,0	7,2	6,7
40 watts........	7,2	7,3	6,9
50 watts........	7,3	7,3	7,1
60 watts........	7,3	7,4	7,0
100 watts........	7,4	7,8	6,8

Si l'on veut maintenant se représenter graphiquement l'erreur commise en employant un exposant $b = 7,4$ constant pour des lampes de toutes puissances et de tous types, il suffit de construire la courbe des erreurs en pour 100 sur la durée de vie en fonction du rapport des watts par bougie en régime normal, aux watts par bougie en régime forcé ; c'est ce qui a été réalisé en figure 1. Pour un rapport égal à 1,4 et un facteur de correction effectif de 6,1, on commet une erreur de 60 pour 100 dans l'estimation de la durée si l'on prend un exposant $b = 7,4$; pour un facteur de correction vrai de 6,8 et le même rapport, l'erreur est de 22,5 pour 100.

Nous terminerons par un dernier exemple du danger auquel on s'expose par une mauvaise interprétation des résultats obtenus en régime poussé quand on ne dispose pas d'un facteur de correction convenable. Il s'agit des essais de lampes de 7,5 w. Vingt de ces lampes ont été prises au hasard parmi les premières fabriquées ; on en a soumis 10 à un régime de 0,87 w par bougie horizontale moyenne et les 10 autres à un régime de 1,50 w. Si on leur applique l'exposant $b = 6,1$, déterminé déjà pour les lampes de 10 w, on trouve que leur durée normale est à peu près 28 fois leur durée en régime poussé ; en fait, les essais directs en régime normal n'ont donné qu'une durée 4,75 fois plus longue qu'en régime poussé. On a corrigé, dans la suite, la fabrication de ce type de lampe ; cependant, certains constructeurs ont élaboré des lampes de 7,5 w dont le facteur de correction se maintenait au voisinage de 4 pour les premiers modèles sortis des ateliers.

De la discussion qui a suivi la communication de M. Lewinson nous extrayons les quelques lignes suivantes qui montrent que la plupart des orateurs ne partagent pas l'optimiste du conférencier sur la valeur des essais en régime poussé.

M. G.-W. Middlekauf, tout en complimentant l'orateur

Digitized by Google

pour l'abondance de sa documentation, déclare qu'au Bureau of Standards on a essayé des lampes de 25 à 250 w en régime légèrement poussé et qu'on en déduisait leur durée normale en prenant pour le facteur de correction *b* le nombre 7,4 : les durées ainsi calculées concordent si bien avec celles fournies par des essais normaux qu'il n'y a pas de raison de changer ce facteur. On a expérimenté peu de lampes au-dessous de 25 w; mais on doit conclure des quelques résultats obtenus que le facteur de correction est vraisemblablement inférieur à 7,4 pour ce type de lampes. Dans la période 1914-1915, on a déterminé le facteur de correction de 1000 lampes de 40,60 et 100 w, en les poussant à un régime tel que le rapport des consommations spécifiques normales et poussées était uniformément égal à 1,1. On a trouvé que *b* restait le même pour toutes les

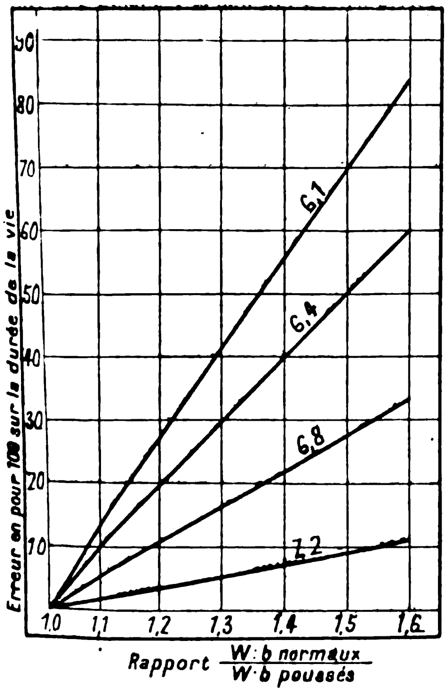


Fig. 1. — Graphiques montrant l'erreur en pour 100 commise dans l'évaluation de la durée de vie des lampes à incandescence, d'après des essais en régime poussé, si l'on utilise un facteur de correction plus fort que celui qui convient au type de lampe.

lampes, quelle que fût leur puissance, et bien que provenant de deux constructeurs différents. D'autres essais normaux et poussés ont encore été entrepris dans le courant de 1915-1916 sur un lot de 500 lampes de 25,40 et 60 w fournies par deux Compagnies distinctes. On avait divisé le nombre de lampes ressortissant à chaque puissance en trois groupes qui étaient soumis respectivement aux régimes de 1,0, 0,9 et 0,8 w : b. Ici, également, on a constaté : 1° qu'en prenant le facteur de correction égal à 7,4 il y avait un accord excellent entre les durées de vie déduites des expériences normales et forcées, et cela pour toutes les lampes; 2° que ce coefficient convient aussi bien pour les lampes grillées que pour les autres; 3° qu'il n'y avait pas de différence sensible entre les exposants relatifs aux lampes de même puissance des deux Compagnies, bien que leur vie moyenne, surtout pour les types de 25 et 40 w, présentât des écarts considérables. Enfin, M. Middlekauff insiste particulièrement sur la nécessité d'opérer sur un grand nombre d'échantillons, et, pour chaque type de lampe, d'adopter au moins deux régimes pour les essais. Il est non moins important de ne comparer entre elles que des lampes de fabrication contemporaine; à sept mois de distance, par exemple, la fabrication a pu s'améliorer d'une façon appréciable.

Enfin, M. Middlekauff se résume en émettant des conclusions diamétralement opposées à celles de M. Lewinson. Il ne lui semble pas déraisonnable d'admettre que des lampes construites d'après les mêmes spécifications, de même type et de même puissance, ayant le même filament et les mêmes courbes caractéristiques, doivent être affectées du même facteur de correction, alors même qu'elles proviendraient de fabricants différents.

En ce qui concerne les lampes de 25 à 100 w inclusivement, M. L.-G. Jarrett estime qu'il serait difficile aux fabricants de corriger leurs résultats en utilisant seulement un exposant très voisin de 7,4, mais il y a des écarts considérables d'un laboratoire à l'autre, pour les lampes de 10, 15 et 25 w. Pour les premières, par exemple, on prend pour l'exposant de correction : 6,1 — 6,7 — 6,8 et 6,9. Les essais forcés qui ont donné ces nombres ont été réalisés aux régimes de 0,9 et 1,2 w : b, la consommation spécifique normale étant 1,35 w : b.

Par suite des boucles multiples que forme le filament des lampes à gaz, M. Skiff estime que les essais forcés donnent des résultats peu sûrs avec ce type de lampe; il est préférable de s'en tenir aux essais normaux pour la détermination de la durée de vie. Il signale qu'au National Laboratory les moyennes mensuelles et annuelles montrent de très grandes différences pour peu que l'on s'écarte des formes ou des procédés ordinaires de fabrication. Le tableau suivant, par exemple, contient les exposants *b* calculés en 1916 au National Physical Laboratory; on comparera les nombres actuels à ceux du tableau I rapporté plus haut.

Puissance des lampes en watts.

10—14	10—17	15	20	25	40	50	60	100

Exposant « b ».

6,7	6,7	6,8	7,0	7,1	7,2	7,2	7,3	7,4

M. Preston S. Millar, collaborateur de M. Lewinson, termine la discussion en disant un mot du but et de la signification des essais forcés exécutés dans leurs laboratoires et décrits par M. Lewinson. Ces essais sont réalisés pour le compte des « Associated Edison Illuminating Companies » qui vendent des quantités considérables de lampes. On en fait beaucoup parce que les fabricants eux-mêmes ne tiennent pour ainsi compte que des résultats de leurs essais forcés n'ayant pas le temps d'attendre la fin des essais normaux et que, par conséquent, nous, acheteurs, nous devons suivre le mouvement dans l'intérêt de notre propre défense.

Nous n'acceptons, toutefois, les résultats des essais forcés qu'avec une grande circonspection et en nous entourant de toutes les précautions de façon à avoir un facteur de correction bien calculé d'après des lampes de même facture et de même construction. Le cas de l'exposant de très faible valeur discuté par M. Lewinson, exposant qui a d'ailleurs cours dans les laboratoires des fabricants eux-mêmes, constitue un exemple typique. Nous savons parfaitement pour quelles raisons cet exposant est faible et, je crois, que ces raisons ne sont pas ignorées des fabricants; nous savons aussi à quelles lampes il convient ou ne convient pas. Si ces raisons nous échappaient, nous serions incapables de profiter des résultats des essais forcés sur ce type particulier de lampe. Nous n'entreprenons jamais d'essais forcés si nous

Digitized by Google

ne sommes pas en mesure de les corroborer par des essais normaux ; ils constituent pour nous une simple indication, mais il faut y renoncer si on ne connait pas complètement les conditions de fabrication et les éléments nécessaires pour faire une application judicieuse des résultats et, enfin, si on ne peut pas les contrôler par des essais en régime normal.

Relativement aux lampes de 150 et 250 w, nous avons le même exposant $b = 7,4$ que M. Middlekauff ; mais si celui-ci avait discuté ses résultats en se conformant aux principes que nous avons énoncés au début, il est très probable qu'il aurait aussi constaté que de très petites différences dans les détails de construction affectent beaucoup la valeur du coefficient de correction.

Détermination expérimentale du rendement (machines et chaudières marines) (1).

Dans la marine, les essais des machines comportent ordinairement uniquement la détermination de la puissance et de la consommation par cheval-heure. Mais on ne s'inquiète pas de savoir quel est le rendement de la chaudière et quel est le rendement de la machine proprement dite. Si l'ensemble ne donne pas des résultats satisfaisants aux essais, on ne sait si on doit s'en prendre à la chaudière ou à la machine ou à l'ensemble des deux. Il est donc logique de modifier les méthodes d'essais actuelles et d'avoir recours à des procédés plus logiques. L'auteur expose précisément une méthode nouvelle qui permet une connaissance plus complète de chaque partie de la machinerie.

Rendement de la machine. — Si nous appelons F la puissance en chevaux de la machine, ϖ le poids en kilogramme de vapeur saturée sèche débité en une seconde à la machine, λ la chute adiabatique de chaleur que subit le kilogramme de vapeur quand il se détend de la chaudière au condenseur, l'énergie potentielle reçue en une seconde par la machine est $\varpi\lambda.425$; le travail effectif accompli par la machine en une seconde est : $F \times 75$; le rendement ρ de la machine s'exprimera donc par :

$$\rho = \frac{F.75}{\varpi\lambda.425}.$$

Rendement de la chaudière et rendement global. — Si nous désignons par q le poids de charbon brûlé en une seconde, et par ρ_c le pouvoir calorifique de ce charbon, le rendement de la chaudière sera : $\rho = \frac{\varpi\lambda}{q\rho_c}$, et le rendement global : $\rho = \frac{F.75}{q\rho_c.425}$.

Ce dernier rendement est le rapport du travail recueilli sur l'arbre de la machine au travail mis en liberté sur les grilles par la combustion du charbon.

Rendements de comparaison. — Les divers rendements qui précèdent sont fonction du vide, l'auteur propose de les ramener à une base commune, c'est-à-dire à une pression conventionnelle au condenseur (0,10 kg : cm² par exemple). Si la pression au condenseur qui était de p kg : cm² passe à la valeur de 0,10 kg : cm² avec $p > 0,10$ kg, il en résulte pour F, ϖ et λ des accroissements ΔF, $\Delta\varpi$, $\Delta\lambda$, le nombre de tours par minute passe de la valeur n à la valeur $n' > n$ et le rendement de la machine devient :

$$\rho_{(0,10\ kg)} = \frac{(F + \Delta F)\ 75}{(\varpi + \Delta\varpi)\ (\lambda + \Delta\lambda)\ 425}.$$

(1) Tournier. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 23 juillet 1917, t. CLXV, p. 144, 136 mots.

L'auteur trouve, après tous calculs faits les valeurs suivantes pour les rendements : pour la machine :

$$\rho_{(0,10\ kg)} = \frac{F.75}{\varpi\ (\lambda \pm \Delta\lambda)\ 425}\left[1 \pm \frac{\Delta p}{h_3 \frac{F}{f_3}}\right]$$

pour la chaudière :

$$\rho_{(0,10\ kg)} = \varpi\ \frac{(\lambda \pm \Delta\lambda)}{q\rho_c}\left[1 \mp \frac{\Delta p}{h_3 \frac{F}{f_3}}\right]$$

où h_3 est l'ordonnée moyenne, et f_3 la puissance du cylindre basse pression.

Calcul de ϖ. — Le débit de vapeur s'obtient pour chaque cylindre par l'étude des diagrammes. Le poids de vapeur agissante passe, pendant la détente, par un maximum, qui est caractérisé par ce fait que la tangente à la courbe en ce point, prolongée jusqu'aux axes, s'y trouve partagée en deux tronçons égaux. On détermine ce point à l'aide d'un double décimètre et on note ses coordonnées (pression absolue et course i_m correspondantes) et appelant γ le poids spécifique de la vapeur x_1 le titre à l'origine, x_2 le titre à l'instant du maximum, on a, en tenant compte de la vapeur condensée entre la chaudière et le point de maximum.

$$\varpi_{(kg:sec)} = V_{m3}\, i_m\, \gamma\, \frac{2n}{60}\, \frac{x_1}{x_2}.$$

Comme en général x_1 est inconnu, on le prend égal à 1, l'équation précédente se transforme alors et on peut écrire :

$$\varpi_{(kg:sec)} = V_{m3}\, i_m\, \frac{2n}{60}\, \frac{1}{v}$$

où v est le volume spécifique de la vapeur à l'instant du maximum. Cette façon d'opérer fait commettre une erreur par excès sur ϖ et une erreur par défaut sur λ, les erreurs se compensent à peu près et il n'y a pas lieu de s'en préoccuper sauf dans le cas d'expériences très précises.

Détermination de λ et de v. — Si on suppose que la vapeur à l'origine est saturée et sèche λ et v se déterminent facilement, soit à l'aide du diagramme entropique, soit à l'aide des Tables de vapeur.

Contrôle des pertes intercylindriques. — Si les débits de vapeur ont été calculés pour trois cylindres, on devrait avoir $\varpi_1 = \varpi_2 = \varpi_3 = \varpi$, mais, en pratique, il n'en est pas ainsi et on prendra pour ϖ la plus grande des trois valeurs. La connaissance de ϖ_1, ϖ_2, ϖ_3, permettra de connaître ceux des cylindres qui sont défectueux et par suite on pourra y remédier.

Adiabatisme des cylindres. — Le rendement de la machine est indépendant de la puissance et si on fait la correction des pertes internes, on obtient le *rendement présumé maximum* de valeur constante. Le rapport $\frac{F}{\varpi\lambda}$ est constant, et, par suite, le défaut d'adiabatisme d'une machine n'a pas d'influence sur son rendement.

Pertes dans le détendeur. — Le voisinage du condenseur et les différences considérables de température rendent le dernier cylindre beaucoup plus sensible, on trouve parfois des différences de plus de 20 pour 100 entre ϖ_3 et ϖ_1 il importe donc, pour éviter les pertes, de surveiller de très près le troisième cylindre.

En résumé, la méthode proposée par l'auteur permettra de bien connaître le fonctionnement de chaque partie de la machine et, par suite, également de l'améliorer s'il y a lieu.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Note sur la protection des centrales de grande puissance contre les effets destructifs des courts-circuits *(Suite et fin)*

Dans la première partie de son article, parue dans le précédent numéro, 11 août 1917, t. II, p. 215, l'auteur, après une description sommaire des installations de la société Force électrique de Bakou, relatait quelques accidents qui se produisent ordinairement dans les réseaux à grande puissance, en recherchait les causes et examinait les dispositions à prendre pour y remédier. Dans cette seconde partie, il expose comment ces dispositions ont été appliquées au réseau de la Société Force électrique de Bakou, dans l'établissement des tableaux des centrales et des sous-stations, et il étudie, en particulier, l'emploi des bobines de réactance pour la protection des réseaux à courant alternatif.

III. — Influence des conclusions précédentes sur l'équipement et l'exploitation des grandes centrales.

L'examen des accidents décrits plus haut m'a amené à conclure qu'il serait désirable, au point de vue de la sécurité de marche des grandes centrales de grande puissance, de prendre certaines mesures spéciales.

Il me reste à examiner quelle serait l'influence de ces mesures sur l'exploitation normale et quelles modifications d'équipement elles nécessiteraient; dans chaque cas, je signalerai ce qui a été fait et ce qui est projeté ou en voie d'exécution dans les installations de la Société Force électrique.

A. — Division de la centrale. — La division de la centrale entraîne nécessairement comme corollaire immédiat l'impossibilité de travailler avec un réseau bouclé.

Division du réseau. — Quoique partisan convaincu des réseaux ouverts, je ne soulèverai pas ici la vieille question de principe du bouclage des réseaux. Il se peut que, dans des cas très spéciaux (forme anormale, variation très brusque et non simultanée des charges, etc...), le bouclage normal d'un réseau donné puisse présenter des inconvénients, mais jusqu'ici je n'ai jamais rencontré, en pratique, de cas analogue; au contraire, je n'ai jamais vu que des avantages à faire travailler un réseau comme réseau ouvert, à condition toutefois qu'il soit établi comme un réseau bouclé dont chaque maille normalement ouverte peut être refermée si le besoin s'en fait sentir. C'est le cas des réseaux tant à 6000 qu'à 20000 v de Balakany; ils ont longtemps travaillé comme réseaux bouclés et si, actuellement, ils sont normalement ouverts, chaque cabine peut néanmoins être alimentée à volonté par l'un ou l'autre des deux points d'alimentation. Le principe de la division du réseau en service normal est poussé aussi loin que possible et le schéma des cabines est établi de telle sorte que, soit à l'aide d'un double système de barres, soit par des connexions directes entre câbles, on peut former, à partir des points d'alimentation, un nombre de feeders indépendants à peu près égal au nombre de câbles partant de ces points. Quant aux lignes d'alimentation, dès que la transformation des lignes à 6000 v, actuellement en cours, sera terminée, elles pourront au minimum être divisées en huit feeders distincts. Toute la charge sera donc alors divisée au départ de la centrale (ou des sous-stations élévatrices de tension) en huit sections entièrement séparées.

On peut faire une objection à ce système : par suite de l'impossibilité de charger chaque câble ou chaque ligne d'une façon rigoureusement proportionnelle à sa section, on est conduit : 1° à une augmentation des pertes en ligne; 2° à une diminution de la puissance maximum utilisable.

Examinons la première partie de cette objection au point de vue des lignes de transmission, par exemple. Il y a douze lignes que, pour plus de simplicité, nous supposons de même section; si elles travaillent en parallèle, la densité de courant sera la même dans les douze lignes, et soit p la perte exprimée en pour 100 de la puissance transportée. Si les mêmes lignes transportent la même charge totale sans être couplées en parallèle, on devra répartir la charge par ligne de façon à conserver autant que possible la même densité dans toutes les lignes; supposons que l'on n'y parvienne qu'approximativement et que, dans six lignes, la densité δ'_1 soit $1{,}2\,\delta$ tandis que dans les six autres lignes elle ne soit que de $\delta'_2 = 0{,}8\,\delta$, la perte relative exprimée en pour 100 de la puissance transportée étant proportionnelle, la densité sera pour les six premières lignes :

$$p_1 = p\,\frac{\delta'_1}{\delta} = 1{,}2\,p$$

et pour les six dernières :

$$p_2 = p\,\frac{\delta'_2}{\delta} = 0{,}8\,p.$$

Digitized by Google

La moyenne P sera, en tenant compte de ce que les quantités d'énergie transportées par les deux groupes sont dans le rapport de 1,2 à 0,8 :

$$P = \frac{1{,}2^2 p + 0{,}8^2 p}{2} = 1{,}04\ p.$$

La perte en ligne sera augmentée de 0,04 pour 100, c'est-à-dire d'une quantité absolument négligeable. Or, j'ai supposé des inégalités de charge de $\pm$ 20 pour 100 dans *toutes* les lignes, ce qui est énorme. Pratiquement, l'augmentation des pertes est nulle.

Quant à la diminution de la puissance maximum transportable, cela ne présente en service normal aucun inconvénient, puisque, sur les douze lignes, deux au moins doivent être considérées comme réserve et ne peuvent pas être prises en considération dans la détermination de la puissance maximum transportable. Si par suite d'accident, on doit libérer deux lignes et que l'on ne puisse répartir la charge entre les autres sans dépasser les surcharges admissibles (¹) en conservant la division normale en 8 feeders, on en sera réduit à diminuer temporairement ce nombre et à faire travailler pendant quelques heures deux ou trois feeders en parallèle. Encore une fois, pratiquement, cela sera toujours évitable aussi longtemps que l'ensemble du transport de force ne sera pas chargé à peu près au maximum, et même si cela devient nécessaire un jour, une marche en parallèle partielle de quelques heures ne sera pas un bien grave inconvénient.

Ces observations pourraient s'appliquer également au réseau de câbles.

Division des sous-stations. — A Ville-Blanche, la charge totale de la centrale sera donc représentée par un certain nombre de feeders à 20 000 v, huit par exemple, complètement indépendants les uns des autres, mais il est évident que la division des machines ne pourra pas être poussée aussi loin. Suivant la charge totale, le nombre des unités en service et la possibilité du groupement, on formera deux, trois, ou au maximum quatre groupes de machines travaillant séparément. Il faudra donc grouper les feeders pour passer de la division en huit sections à celle en deux, trois ou quatre sections. Peut-on faire ce groupement sur les barres à 20 000 v des sous-stations ou est-il désirable de maintenir la division en huit sections jusqu'aux barres générales à 6 000 v elles-mêmes? Il est certain que plus loin la division sera poussée, mieux cela vaudra au point de vue de la sécurité; si, par exemple, les transformateurs travaillent en huit groupes séparés, la puissance mise en jeu par un court-circuit quelconque dans le réseau sera toujours limitée par la puissance relativement faible du groupe de transformateurs intéressé. Non seulement les effets destructifs en seront diminués, mais le contre-coup sur le groupe de machines correspondant sera moins violent. Si, par exemple, les machines sont divisées en deux groupes, et les transformateurs aussi, un court-circuit dans le réseau intéressera un groupe de transformateurs d'une puissance égale à celle des machines qui l'alimentent et malgré le réglage différentiel des automates, le choc pourra être suffisant pour faire déclancher les machines. Si, au contraire, chaque groupe de machine alimente plusieurs groupes de transformateurs indépendants les uns des autres, l'augmentation de la puissance débitée par les machines au moment d'un court-circuit sera limitée à la puissance absorbée par le groupe de transformateurs en court-circuit et la possibilité d'un déclanchement des alternateurs sera, sinon écartée, du moins fortement réduite.

Au point de vue de l'économie d'exploitation, la division des transformateurs en groupes correspondant aux feeders est facilité par le fait que, surtout avec les unités de très grande puissance, le rendement ne varie guère entre les trois quarts de charge et la pleine charge; une adaptation rigoureuse de la puissance des transformateurs de chaque groupe à la charge à alimenter n'est donc pas indispensable. Au point de vue des connexions cette division est plus difficile à réaliser; la sous-station existant à Ville-Blanche présente deux systèmes de barres; si la nouvelle sous-station actuellement en construction avait été établie sur le même principe, on aurait disposé de quatre systèmes de barres, et la charge aurait au maximum pu être répartie en quatre groupes. C'est pourquoi le schéma de connexions de la nouvelle sous-station a été établi de façon tout à fait différente; chaque transformateur est connecté à un système de barres auxiliaires d'où part une seule ligne, chacun de ces systèmes de barres auxiliaires peut à son tour être connecté à l'un ou à l'autre des deux systèmes de barres générales et ainsi être mis en parallèle avec n'importe quel autre système analogue. Le schéma simplifié ci-contre (fig. 5) comprenant les deux sous-stations avec indication du départ des douze lignes vers Balakany et des deux lignes vers Bibi-Eibat (mise en parallèle avec la centrale de Bibi-Eibat) permet de se rendre compte de la souplesse que l'on peut atteindre par cette disposition.

Division de la centrale. — Les barres à 6 000 v de la centrale forment actuellement un double système permettant la répartition des machines en deux groupes seulement (fig. 6). Théoriquement, dès à présent, cette répartition existe et la centrale travaille comme deux usines complètement séparées au point de vue électrique. Pratiquement, cette disposition ne peut jamais être maintenue bien longtemps : presque chaque jour il est indispensable de libérer un système de barres, soit pour des essais, soit pour y travailler, soit pour toute autre cause, et on est obligé de remettre toutes les machines en parallèle; aussi, quoique le régime normal doive être la division en deux groupes, on travaille souvent en un seul groupe. Pour pouvoir maintenir de façon constante deux groupes il faudrait avoir trois systèmes de barres;

(¹) En réalité, pour les lignes aériennes, la condition d'économie impose presque toujours des densités de courant telles que l'on peut admettre des surcharges énormes sans dépasser ni même atteindre la limite de sécurité. Aussi, pour ces lignes, peut-on dire que l'objection relative à la réduction de la capacité de transport n'existe pas.

Digitized by Google

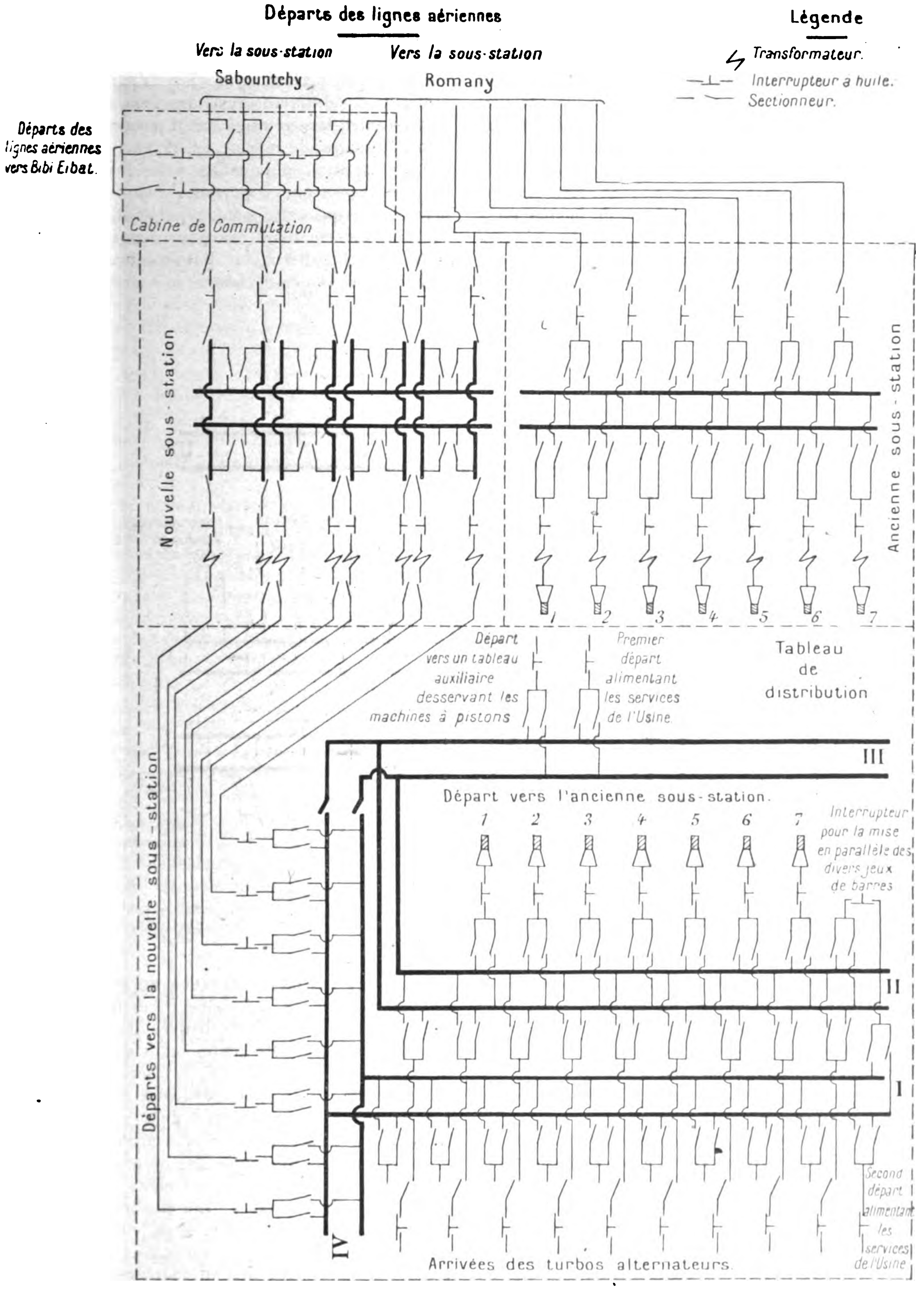


Fig. 5. — Centrale de Ville-Blanche. — Schéma simplifié du tableau de distribution et des sous-stations.

Digitized by Google

pour pouvoir travailler en trois groupes, il faudrait avoir quatre systèmes de barres. C'est à ce dernier chiffre que l'on s'est arrêté; les barres existantes au point de vue de leur emplacement, sont disposées comme le montre le schéma ci-dessus (fig. 5). On voit que le tréteau n° 1 porte seulement les arrivées des machines, le tréteau n° 2 porte les départs vers la sous-station existante, le tréteau n° 3 est en réserve et le tréteau n° 4 porte les départs vers la nouvelle sous-station, Pour doubler le nombre de systèmes de barres, on a décidé de laisser les tréteaux 1 et 4 réunis et d'en séparer les tréteaux 2 et 3 pour en former un nouveau groupe (fig. 6). Chaque machine restera connectée aux deux systèmes de barres du premier groupe et sera en outre connectée aux deux systèmes du second groupe. Un interrupteur à huile dont les connexions sont indiquées sur le schéma permettra la mise en parallèle directe ou indirecte des différents systèmes, enfin des sectionneurs établis entre les tréteaux 3 et 4 permettront, quand ce sera nécessaire, de revenir à l'ancien système.

La répartition de la charge entre les divers groupes de machines a une importance économique beaucoup plus grande que cette même répartition entre les lignes ou les transformateurs car, pour donner un bon rendement, un turbo-alternateur doit absolument travailler au voisinage de la pleine charge; une division en groupes

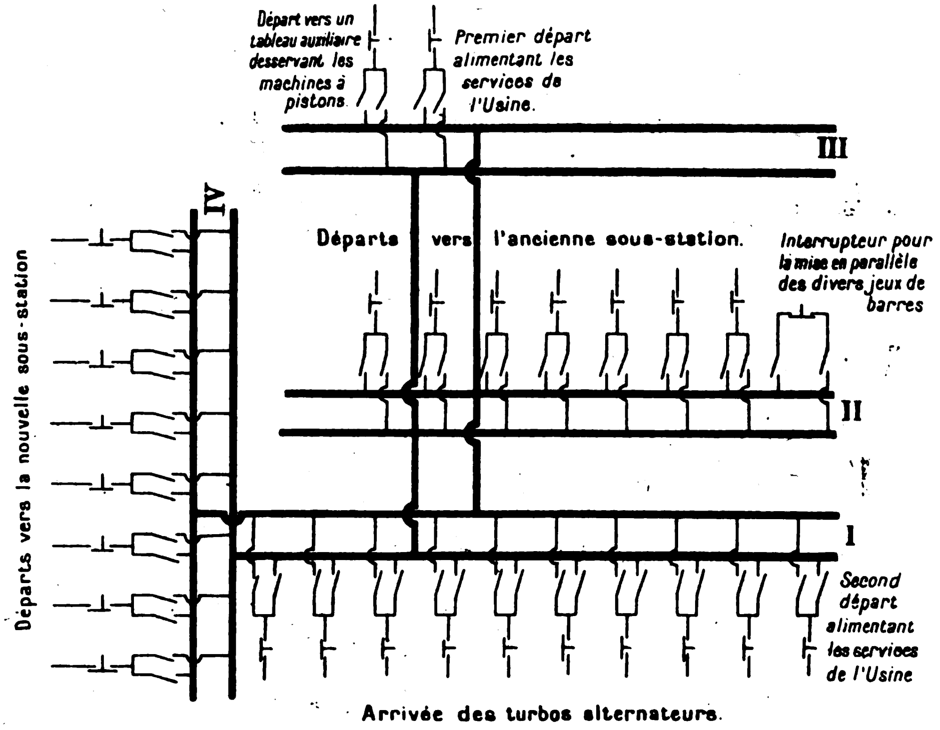


Fig. 6. — Centrale de Ville-Blanche. — Schéma du tableau de distribution (état actuel).

qui ne serait obtenue qu'au prix d'une inégalité de la charge relative des machines en service serait donc inadmissible. Heureusement, grâce au grand nombre de feeders prévus et à la souplesse du réseau qui permet de modifier dans une certaine mesure la charge de chaque feeder, on peut espérer arriver, dans tous les cas, à une répartition satisfaisante.

Enfin, il ne faut pas se dissimuler que le sectionnement du réseau et de la centrale en groupes distincts, et par conséquent non synchronisés, complique le service en rendant possible, par suite d'une fausse manœuvre, la mise en parallèle de deux groupes non synchronisés. A la centrale, de telles erreurs peuvent être, jusqu'à un certain point, évitées par une signalisation convenable, mais dans le réseau, il faut s'en rapporter au personnel technique guidé par des instructions formelles.

B. Amélioration du facteur de puissance. — Un mauvais facteur de puissance nécessite naturellement l'emploi de génératrices électriques dont la puissance ne correspond pas à celle des moteurs qui les entraînent. Si, comme à Ville-Blanche, le facteur de puissance moyen est de 0,50 à 0,60 une turbine de 10 000 kw doit être couplée à une génératrice de 20 000 kv-a. Comme les effets destructifs des courts-circuits sont proportionnels, non à la puissance des moteurs, mais bien à la puissance des génératrices, ces effets sont inversement proportionnels au cos φ. En améliorant celui-ci, on diminue donc la puissance mise en jeu au moment d'un court-circuit, pour autant du moins que l'on puisse réduire la puissance des alternateurs. Cette dernière restriction revient à dire que l'amélioration du facteur de puissance n'influe sur les conditions de sécurité que

Digitized by Google

dans le cas spécial où l'on procède à l'installation de nouveaux groupes générateurs. En effet, l'ensemble des conducteurs, appareils et interrupteurs à huile doit être prévu, non seulement pour pouvoir supporter la charge normale, mais aussi pour pouvoir résister à un court-circuit. La seconde condition étant nécessairement beaucoup plus sévère que la première, c'est elle qui sert de base au choix de la puissance de rupture des appareils à adopter, et le facteur de puissance en service normal ne joue aucun rôle ni dans ce choix, ni dans le fonctionnement des interrupteurs automatiques aux moments critiques des courts-circuits.

Pour les interrupteurs non automatiques qui n'agissent pas pendant un court-circuit, le choix du type à employer doit être fait en tenant compte de la puissance maximum à couper avec un facteur de puissance donné; ici, le facteur de puissance en service normal intervient donc, mais l'emploi des interrupteurs non automatiques est très rare.

La résistance des conducteurs aux déformations mécaniques doit naturellement aussi être prévue pour les cas de courts-circuits.

En résumé donc, l'amélioration du facteur de puissance ne pourrait avoir une influence sur les effets destructifs des courts-circuits que dans l'hypothèse de l'installation de nouvelles unités. C'est le cas à Ville-Blanche, mais comme les nouveaux groupes en cours d'installation étaient commandés à l'époque où l'amélioration du cos φ a été étudiée, cette influence disparaît. Néanmoins, le relèvement du facteur de puissance reste, pour des motifs purement économiques, un problème fort intéressant à résoudre; aussi la Société Force électrique a-t-elle décidé d'entrer dans cette voie. Mais l'exposé de cette question serait assez complexe et demanderait de longs développements ne se rattachant pas directement au sujet de cette étude; c'est pourquoi je me bornerai actuellement à signaler que, dès à présent, deux moteurs synchrones de 2 500 kv-A chacun destinés à fonctionner comme condensateurs asynchrones, sont en commande et doivent être mis en service à titre de première expérience vers la fin de cette année. Si ce système donne les résultats espérés, il sera immédiatement appliqué en grand.

6. — Emploi des bobines de réactance. — *Rôle de la réactance.* — Comme le fait très justement remarquer M. Steinmetz dans un article déjà cité, l'opinion des électriciens sur le rôle joué par la réactance dans les circuits à courants alternatifs s'est beaucoup modifiée depuis le début de l'application de ces courants. A cette époque, on considérait la self-induction des circuits et des appareils comme nuisible; on n'y voyait qu'un obstacle au bon réglage de la tension sans y apercevoir la protection contre les courts-circuits que cette self-induction procurait, et que les installations peu puissantes d'alors ne réclamaient pas encore. On cherchait donc à se rapprocher des caractéristiques presque horizontales des dynamos compounds à courant continu, et les transformateurs statiques et alternateurs qui, au début, avaient une self-induction assez élevée par suite d'imperfection de construction, ont subi des modifications et des perfectionnements successifs qui ont réduit leur réactance à des valeurs parfois inférieures à 2 pour 100.

Mais en même temps que se développait l'application des courants alternatifs, croissait la puissance des centrales et les tensions employées. Les effets destructifs des courts-circuits sur des appareils ne présentant que peu de réactance étaient terribles, et certains constructeurs se demandaient si cette réactance qui eût permis d'éviter ou d'atténuer ces effets était bien aussi nuisible qu'on le croyait généralement. Pour les générateurs, on reconnut qu'elle ne présentait guère d'inconvénient sérieux, le réglage de la tension pouvant se faire facilement; de même pour les transformateurs destinés aux transports d'énergie. Pour les transformateurs destinés aux distributions d'énergie pour force motrice, une forte self-induction est également possible, car de larges variations de tension sont admissibles et un réglage d'ensemble suffit. Ce n'est que dans certains cas particuliers qu'une forte chute de tension des transformateurs en charge peut être nuisible, par exemple s'il s'agit d'un réseau de distribution d'éclairage nécessitant une tension absolument constante, et dans lequel les variations de charge des divers transformateurs ne sont pas suffisamment simultanées pour permettre un réglage par la variation de tension à l'usine. C'est là un cas assez exceptionnel.

D'autre part, on reconnut également que l'augmentation de la réactance des génératrices et des transformateurs pouvait être obtenue sans diminuer sensiblement les qualités et le rendement de ces appareils. Dès lors, certaines firmes, surtout en Amérique, conseillèrent résolument l'emploi d'appareils à forte réactance.

Pour les génératrices, j'ai déjà indiqué ce qu'il fallait entendre par réactance synchrone et impédance de l'inducteur : j'ai aussi donné les valeurs habituelles de ces quantités.

Pour les transformateurs, l'impédance est due à la résistance ohmique, toujours très petite et à la self-induction résultant de la dispersion du flux. Par divers procédés, on est arrivé à réduire cette impédance à des valeurs très faibles, moins de 2 pour 100; mais de tels transformateurs alimentés par des centrales de grande puissance sont hors d'état de soutenir des courts-circuits violents dans le réseau. Ces chocs les détériorent presque inévitablement. C'est pourquoi, on considère actuellement comme désirable de ne pas descendre normalement en dessous de 6 à 8 pour 100 pour l'impédance des transformateurs destinés à être utilisés dans des réseaux alimentés par des centrales puissantes.

Bobines de réactance. — Le rôle des bobines de réactance consiste à permettre l'augmentation de l'impédance des circuits qui en manquent, soit parce que les appareils qui y sont raccordés sont de construction ancienne, soit parce que ces appareils ne se prêtent pas facilement à une construction présentant une forte impédance (comme les génératrices), soit enfin parce

Digitized by Google

que ces circuits ne présentent, à faible distance de la centrale, aucun appareil inductif.

Chute de tension due à la réactance. — J'ai dit que l'augmentation de la réactance n'entraîne, en général, pas d'inconvénients graves, cela ne veut pas dire qu'elle n'en présente aucun. Pour certains appareils tels que les génératrices, elle est liée à certaines difficultés de construction et parfois à une petite diminution de rendement. Lorsqu'elle est obtenue par l'adjonction aux circuits de bobines spéciales, elle entraîne toujours une perte de puissance due à la résistance ohmique de l'enroulement. Cette perte peut être réduite autant qu'on le désire, moyennant une augmentation de section du conducteur et, par conséquent, une augmentation du prix de la bobine : c'est la condition d'économie qui fixe la section optimum.

Mais, quelle que soit la façon dont elle est obtenue, l'augmentation de l'inductance est nécessairement accompagnée d'une chute de tension. Si celle-ci peut être compensée et si elle est modérée, cela n'a guère d'importance, mais si cette chute de tension était considérable, elle pourrait devenir nuisible. Il y a donc lieu d'étudier la question.

Lorsqu'un courant alternatif I traverse une bobine de réactance, il crée entre les bornes de celle-ci une force électromotrice E. Si r est la résistance ohmique de la bobine, L son coefficient de self-induction et f la fréquence du courant :

$$I = \frac{E}{\sqrt{r^2 + (2\pi f L)^2}}.$$

La quantité $\sqrt{r^2 + (2\pi f L)^2}$, égale à $\frac{E}{I}$ a les mêmes dimensions qu'une résistance ; elle est souvent appelée résistance apparente de la bobine et exprimée en ohms. La force électromotrice E est déphasée en avant sur le courant d'un angle α donné par $\operatorname{tg} \alpha = \frac{2\pi f L}{r}$. Dans les bobines de réactance ordinaires avec circuit magnétique en fer, r est extrêmement petit par rapport à $2\pi f L$ et α est pratiquement égal à 90°, mais dans les bobines de construction spéciale qui nous occupent, le fer est complètement supprimé et la valeur de r n'est plus négligeable vis-à-vis de $2\pi f L$; l'angle diffère donc de 90° d'une quantité assez appréciable dépendant de la construction de la bobine. Pour connaître la chute de tension que provoquera l'introduction d'une bobine donnée dans un circuit, il faut composer géométriquement la tension primitive avec la tension aux bornes de la bobine. Soit (fig 7) E la tension avant l'introduction de la bobine, et I le courant traversant le circuit déphasé d'un angle φ sur E. L'introduction de la bobine de résistance apparente R va créer une force électromotrice $e = IR$ déphasée d'un angle α en avant sur I. La tension qu'il faudra appliquer au circuit, pour que l'introduction de la bobine n'en modifie pas les conditions de fonctionnement sera E_1, somme géométrique de e et E; cette tension E_1 sera décalée d'un angle β en avant sur la tension primitive E.

Si l'on veut éviter de faire la construction géométrique on peut remarquer que la chute de tension due à l'introduction de la bobine est égale à :

$$\sqrt{E^2 + e^2 + 2Ee\cos\beta} - E \quad \text{avec} \quad \beta = \alpha - \varphi$$

et que l'angle φ' d'augmentation du déphasage est donné par :

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{e \sin \beta}{\sqrt{E^2 + e^2 + 2Ee\cos\varphi}}.$$

Comme e est généralement petit vis-à-vis de E on

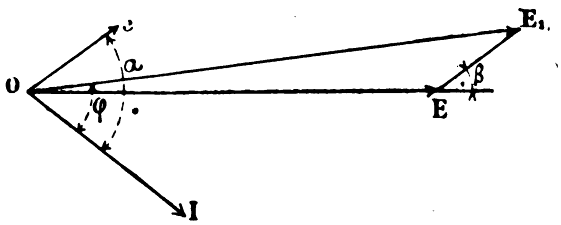


Fig. 7.

peut admettre comme valeur approximative de la chute de tension :

$$e \cos \beta,$$

et de l'angle de déphasage :

$$\operatorname{tg} \varphi' = \frac{e}{E} \sin \beta.$$

L'angle α est déterminé par la construction même de la bobine, il est toujours assez grand et se rapproche de 90°. Si le circuit dans lequel on introduit la bobine est traversé par un courant en phase avec la force électromotrice, l'angle $\beta = \alpha - \varphi$ est voisin de 90° et la chute de tension résultant de l'introduction de la bobine est faible; par contre, l'augmentation du décalage est assez sensible.

Si, au contraire, ce courant est fortement déphasé en arrière sur la force électromotrice, la chute de tension est plus forte, mais l'augmentation de l'angle de déphasage est moindre.

Enfin, si le courant était déphasé en avant sur la force électromotrice, la présence de la bobine provoquerait, non pas une chute de tension, mais une augmentation de tension et une diminution de l'angle de déphasage. En résumé donc, l'introduction d'une bobine de réactance dans un circuit y provoque une variation de tension d'autant plus grande et une modification du déphasage d'autant plus petite que ce déphasage est plus grand.

Emploi des bobines de réactance dans les circuits. — Considérons, par exemple, les barres de la centrale de

Digitized by Google

Ville-Blanche et demandons-nous où il serait désirable d'intercaler des bobines de self-induction pour diminuer le résultat des courts-circuits. Les circuits suivants y aboutissent ou en partent :

1° Les câbles venant des unités actuellement en service qui ne présentent que peu d'impédance;

2° Les câbles venant des nouvelles unités en construction qui seront à forte impédance;

3° Les départs vers les transformateurs élévateurs de tension dont l'impédance est forte;

4° Les départs des lignes et câbles à 6000 v ne présentant par eux-mêmes qu'une impédance négligeable;

5° Les départs alimentant le tableau auxiliaire du service de l'usine, ne présentant également aucune impédance appréciable.

Tout d'abord, il faudrait augmenter l'impédance des génératrices existantes ; de cette façon toutes les unités raccordées auraient une impédance suffisante pour limiter à une valeur admissible (10 à 12 fois le courant normal par exemple) le courant maximum de court-circuit. En cas de court-circuit sur les barres seules celles-ci seraient traversées par un courant supérieur à 12 fois le courant de la plus forte génératrice; or, outre que les barres peuvent être prévues de façon à supporter des courants extrêmement violents, il n'est pas possible, sans augmenter outre mesure l'inductance des circuits des génératrices, d'éviter cet inconvénient. Aucun interrupteur à huile ne serait traversé et n'aurait à couper un courant supérieur à 12 fois le courant de la plus forte génératrice.

Mais, en cas de court-circuit sur l'un des départs à 6000 v alimentant les lignes aériennes ou les services de l'usine, ce départ serait parcouru par la somme des courants de courts-circuits de toutes les génératrices, c'est-à-dire par un courant égal environ à 12 fois le courant *total* de l'usine. Quoique moindre que dans le cas où les génératrices ne seraient munies d'aucune bobine de self-induction, ce courant serait encore trop intense pour que les conducteurs et l'interrupteur à huile ne courent aucun danger. De plus, la chute de tension aux barres générales et la perturbation du service seraient les mêmes que si le court-circuit s'était produit sur les barres. Si, par contre, on insère dans chaque départ à 6000 v une réactance telle qu'en cas de court-circuit le courant soit limité à un certain nombre de fois (20 fois par exemple) le courant normal, on réduira ce courant de court-circuit à une valeur telle qu'il ne sera pas dangereux pour les appareils et qu'il ne créera pas de perturbation sensible dans le service. Le rapport entre le courant de court-circuit et le courant normal d'un circuit pourra être d'autant plus élevé que le courant normal est plus faible; ainsi, si un départ est parcouru normalement par un courant de 20 A, il n'y aura aucun inconvénient à admettre un courant de court-circuit égal à 100 fois le courant normal, pour autant toutefois que l'interrupteur à huile puisse le supporter; ce courant instantané de 2000 A n'aura guère d'influence exagérée sur l'ensemble des machines débitant normalement 4000 ou 5000 A. Si ce même départ est parcouru par un courant de 200 A, il sera désirable de limiter à 15 ou 20 fois par exemple le rapport en question pour éviter les chutes de tension exagérées aux barres, et, si le courant normal du départ est de 1000 A, il sera indispensable de ne pas aller au delà d'un rapport égal à 10 ou 12 et, même dans ce cas, on n'échappera pas à une chute de tension sensible.

Enfin, en cas de court-circuit sur le réseau à 20 000 v, le courant sera limité dans les départs vers les transformateurs par l'indépendance même de ceux-ci et atteindra au maximum douze fois le courant normal. Si les transformateurs sont groupés en parallèle du côté à haute tension, chaque transformateur débitera ce courant et l'effet sur les barres à 6 000 v sera à peu près le même que si le court-circuit s'était produit sur ces barres mêmes. Si, au contraire, les transformateurs travaillent isolément, l'un d'eux seulement sera intéressé et la surcharge momentanée des barres à 6 000 v sera de douze fois le courant normal d'*un* transformateur. Il est vrai que, comme certains de ces appareils ont une puissance de 10 000 kv-A, le courant normal du côté à 6 000 v est de 1 000 A et la surcharge imposée à l'ensemble de la centrale pendant la durée du court-circuit d'un tel transformateur serait de 12000 A, ce qui ne manquerait pas de produire une chute de tension déjà appréciable.

Bobines de réactance dans les barres. — Actuellement, vu l'absence de toute bobine d'induction, les chutes de tension en cas de court-circuit atteignent et dépassent même 50 pour 100. Elles sont très préjudiciables à la continuité du service d'une centrale comme celle de Ville-Blanche alimentant uniquement des moteurs à induction : pendant la durée de la chute de tension le glissement de ces moteurs augmente fortement et ils perdent leur vitesse; lorsque brusquement la tension normale est rétablie, ils absorbent un tel courant que les automatiques des feeders déclanchent. C'est pourquoi, même, si par l'emploi des bobines de réactance, on parvenait à éliminer tous les effets destructifs des courts-circuits, il serait néanmoins désirable de maintenir la division de l'usine en plusieurs parties indépendantes. Mais, comme je l'ai indiqué au chapitre précédent, cette division entraîne certains inconvénients ; elle est peu économique si on n'arrive pas à répartir la charge de façon parfaite entre les différents groupes de machines; de plus, elle peut être la source d'accidents graves en cas de fausses manœuvres. L'emploi des bobines de réactance peut ici aussi conduire à une solution intéressante. Au lieu de créer quatre systèmes de barres complètement indépendants nous pouvons les relier par l'intermédiaire de quatre bobines de réactance, de façon à former un anneau. Nous raccorderons à chacun de ces quatre systèmes un certain nombre de machines et un certain nombre de feeders ou de transformateurs de façon à établir approximativement l'équilibre entre la puissance des génératrices et la charge. Mais, tandis que dans le cas des quatre systèmes de barres entièrement indépendants il fallait absolument que, pour chacun des systèmes la puis-

Digitized by Google

sance des machines raccordées soit égale ou supérieure à la charge correspondante, ce qui entraînait une mauvaise utilisation des machines, cette condition n'est plus indispensable ici ; il suffit que l'ensemble des machines soit suffisant pour alimenter la charge, des échanges pouvant se produire au travers des bobines de réactance. De plus, toutes les machines étant en synchronisme, la possibilité de mise en parallèle accidentelle de machines non synchronisées est exclue.

Les bobines de self-induction à brancher entre les différents systèmes de barres devraient être prévues pour laisser passer normalement 20 à 25 pour 100 de la puissance de la plus forte génératrice : en effet, l'écart maximum possible entre la charge d'un système de barres et la puissance des machines raccordées y est de 50 pour 100 de la puissance de la plus forte unité, car si l'écart dépassait cette limite, on pourrait toujours reporter l'unité en question d'un système de barres à un autre et ainsi le ramener à une valeur plus faible [1]. Comme chaque système de barres peut recevoir ou fournir de l'énergie par ses deux extrémités, la puissance maximum traversant les bobines de réactance n'excédera jamais théoriquement 25 pour 100 de la puissance de la plus forte machine raccordée. Pratiquement, on pourra toujours trouver un groupement permettant de rester en dessous de cette limite, et se contenter de 20 ou même 15 pour 100. Il y a intérêt à réduire autant que possible le courant maximum auquel ces bobines doivent donner passage en service normal afin de réduire leur prix. L'impédance de la bobine est déterminée uniquement par le courant maximum qu'un système de barres, supposé en court-circuit peut soutirer au système voisin. Si I_{cc} est la valeur admise pour ce courant, E la tension entre phases, la résistance apparente à donner à la bobine sera de $\frac{E}{I_{cc}\sqrt{3}}$ ohms. Supposons par exemple que, sur chaque système de barres, on raccorde deux génératrices de 10 000 kv-A à 6 000 v. Le courant normal débité par chaque groupe de machines sera de 2 000 A environ ; au moment où un système de barres est en court-circuit, les groupes voisins peuvent facilement être surchargés de 100 pour 100 sans que des chutes de tension dangereuses se produisent ; la valeur de I_{cc} sera donc de 2 000 A et, comme $E = 6\,000$ v, la résistance apparente à donner à la bobine sera de 1,75 ohm. C'est cette valeur qui déterminera le nombre de spires nécessaires ; quant à la section à donner au conducteur, elle résultera du courant maximum devant le traverser en service normal ; si nous admettons que ce courant soit égal à 20 pour 100 du courant de la plus forte génératrice, il sera de 200 A. Les caractéristiques de la bobine de réactance seraient donc :

Résistance apparente............	1,75 ohm
Courant normal.................	200 ampères
Tension aux bornes sous courant normal.....................	350 volts
Puissance apparente............	70 kv-A

La tension aux bornes de la bobine parcourue par un courant de 200 A sera de 350 v. Faut-il en conclure que la différence de tension entre les deux systèmes de barres sera de 350 $\sqrt{3}$ soit 600 v environ, ce qui serait difficilement admissible? Cela dépend. Comme je l'ai montré plus haut, la chute de tension provoquée par l'introduction d'une bobine donnée dans un circuit dépend du déphasage du courant qui traverse ce circuit ; si l'angle φ de ce courant est tel que l'angle $(\alpha - \varphi)$ soit égal à 90°, cette chute de tension sera très faible, environ 30 v dans le cas envisagé ci-dessus. Si, au contraire, $(\alpha - \varphi)$ est voisin de 0, la chute de tension se rapprochera de 600 v.

Le déphasage du courant d'échange entre deux systèmes de barres peut être réglé à volonté en agissant sur l'excitation des génératrices et sur le régulateur des turbines, mais sera-t-il possible d'atteindre le but poursuivi qui est l'égalisation de la charge relative des machines, à l'aide d'un courant d'échange peu déphasé? C'est ce que nous allons examiner.

Supposons d'abord (fig. 8) que les charges des deux systèmes de barres aient le même déphasage ; soit E la

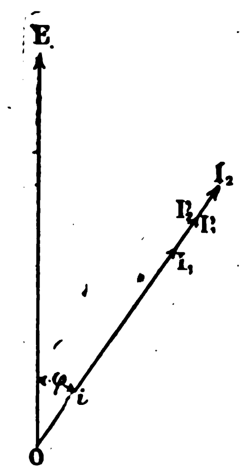


Fig. 8.

tension, I_1 et I_2 respectivement les courants du premier et du second système, déphasés tous deux d'un angle φ sur E. Le réglage idéal, en supposant d'égale puissance les machines raccordées aux deux systèmes de barres, consistera à amener I_1 à la valeur de I'_1 et I_2 à la valeur de I'_2 identique à I'_1. Le courant d'échange i qui s'ajoutera à I_1 et se retranchera de I_2 sera égal à $\frac{I_2 - I_1}{2}$ et aura la même phase que I_1 et I_2. Mais, si

(1) Ceci suppose, comme ce sera le cas à Ville-Blanche, que chaque machine puisse être connectée indifféremment aux quatre systèmes de barres, et que chaque feeder puisse être connecté à deux systèmes de barres au moins. Ces conditions sont indispensables pour obtenir l'élasticité nécessaire du système, la seconde est du reste habituelle pour toutes les centrales modernes, même de puissance réduite.

Digitized by Google

l'angle φ est assez grand, un tel courant ne pourra être obtenu que par une différence de tension assez sensible entre les deux systèmes de barres. On pourra alors fig. 9) régler le courant d'échange de telle sorte qu'il

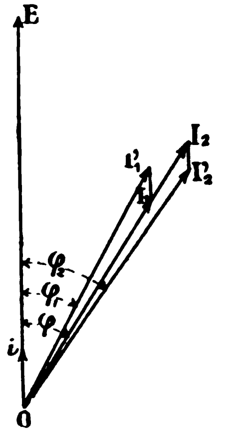


Fig. 9.

soit en phase avec E et qu'il ait une valeur telle que les puissances développées par les deux groupes de machines soient égales. Le réglage sera moins bon que précédemment en ce sens que les charges réelles seules seront égales, les charges apparentes étant un peu différentes. Cela ne présentera guère d'inconvénient au point de vue de la consommation de vapeur qui ne dépend que de la charge réelle : cela ne pourrait amener de difficulté que si les alternateurs travaillaient au maximum de charge, car l'angle φ_2 étant plus grand que l'angle moyen φ, le groupe des alternateurs 2 pourrait atteindre sa pleine charge avant que la turbine soit entièrement chargée. Mais les courants d'échange étant petits par rapport aux courants principaux, les angles φ_1 et φ_2 seront très peu

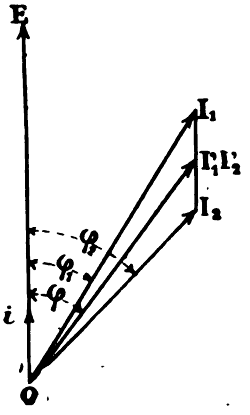


Fig. 10.

différents et pratiquement pourront être considérés comme presque égaux, d'autant plus que, par suite de la présence de la bobine de réaction, la tension E_1 des machines du groupe est également déphasée en avant d'un certain angle. En résumé donc, il sera toujours possible dans le cas considéré d'amener le courant d'échange à être en phase avec la tension.

Supposons maintenant (fig. 10) que non seulement les charges raccordées aux deux systèmes de barres voisins soient différentes, mais que leurs facteurs de puissance soient différents. Le déphasage du courant d'échange nécessaire pour amener les vecteurs I_1 et I_2 à être égaux et confondus, variera d'après la grandeur et le déphasage de ces vecteurs. Dans la figure 11, ce courant d'échange est entièrement déwaté, ce qui n'a rien d'étonnant puisque les charges des groupes 1 et 2 sont égales, les courants et les angles de déphasage seuls étant différents : pour obtenir l'égalisation, il est évident qu'un échange de courant déwaté suffit. C'est un cas assez spécial et dans lequel l'égalisation n'est pas même indispensable puisque les charges réelles sont égales.

Dans d'autres cas, le courant d'échange pourrait être déphasé en avant sur E.

En somme, dans la généralité des cas, il est possible

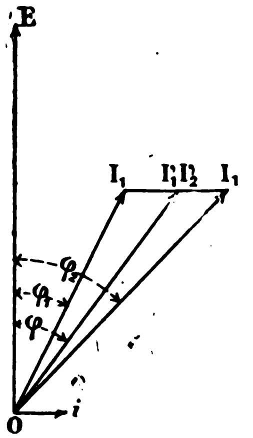


Fig. 11.

de régler le courant d'échange de façon qu'il soit presque en phase avec la tension aux barres et, par conséquent, de réduire à une valeur assez faible la chute de tension due à la bobine de réaction.

Pour compléter le système de protection par bobines de réactance installées dans les barres, il serait désirable de monter en série avec chacune des bobines un interrupteur à maximum à déclanchement instantané réglé pour un courant égal à trois ou quatre fois le courant normal de la bobine; de cette façon, le système de barres soumis à un court-circuit serait isolé avant que la chute de tension dans les autres systèmes ait pu produire des effets nuisibles.

Application du système. — Au sujet du principe de la protection des centrales par les bobines de réactance, il y a encore des objections à faire. D'abord, ces bobines de self-induction doivent répondre à des conditions très spéciales dans le détail desquelles je n'entrerai pas ici; les appareils que l'on construit actuellement et dont

Digitized by Google

l'application est encore peu développée, en Europe du moins, satisfont-ils à ces exigences? Ensuite, l'augmentation de la self-induction des circuits n'aura-t-elle pas sur le fonctionnement des interrupteurs à huile une influence assez défavorable pour compenser et au delà l'amélioration résultant de la diminution du courant? Evidemment, l'expérience seule, et même une expérience de longue durée, peut répondre de façon catégorique à ces questions. Mais cependant, il faut remarquer que ces appareils sont appliqués avec succès surtout en Amérique depuis quelque temps déjà, et que, si des firmes sérieuses et jalouses de leur réputation les mettent dans le commerce, c'est qu'ils ont atteint un degré suffisant de perfection. En ce qui concerne la seconde objection, remarquons que, même dans le cas ou aucune self-induction supplémentaire n'est introduite dans le circuit, la réactance des alternateurs est telle que la résistance ohmique du circuit pendant un court-circuit sur les barres est presque négligeable vis-à-vis d'elle, et il est infiniment peu probable que la faible variation de l'angle de déphasage du courant, produite par l'introduction d'une self-induction supplémentaire, puisse avoir une influence quelconque sur le fonctionnement des interrupteurs à huile.

C'est en se basant sur ces diverses considérations qu'il a été décidé de faire un essai d'application des bobines de self-induction à la centrale de Ville-Blanche. D'après ce qui a été dit, des self-inductions devraient être intercalées dans les circuits suivants :

Génératrices actuellement en service;

Départs alimentant les services de l'usine;

Connexions entre les quatre systèmes de barres.

Quant aux lignes à 6000 v partant de l'usine, elles sont destinées à disparaître à bref délai et il n'y a donc pas lieu d'en tenir compte.

Pour commencer, quatre bobines triphasées seront installées : deux sur les circuits des génératrices de 12000 kv-A (7500 kw) et deux sur les départs alimentant les services de l'usine. Ce sont, parmi les bobines qu'il serait désirable d'installer, celles qui peuvent rendre le plus de services. Les deux dernières surtout, si elles répondent au but poursuivi, peuvent être extrêmement utiles : en effet, actuellement, les deux départs du service de l'usine sont munis chacun d'un interrupteur automatique puissant, du type adopté pour tous les départs principaux; ils alimentent, chacun indépendamment, une moitié du tableau auxiliaire du service de l'usine; de ce tableau partent 20 circuits alimentant des moteurs, transformateurs, etc... et munis d'interrupteurs à huile. Mais ces interrupteurs à huile sont d'un type beaucoup plus faible que les interrupteurs principaux : il eût, en effet, été trop coûteux et trop encombrant d'utiliser pour des départs de quelques ampères des groupes d'interrupteurs monopolaires identiques à ceux des circuits principaux. Or, en cas de court-circuit dans l'un des câbles ou appareils du service de l'usine, ils peuvent avoir à couper des courants qui, vu la faible longueur des câbles, ne seraient pas beaucoup inférieurs au courant total de court-circuit de la centrale. Il est certain qu'ils n'y résisteraient pas et seraient réduits en pièces. Pour éviter cela, on a déconnecté les relais commandant les automates de ces interrupteurs qui travaillent donc comme interrupteurs non automatiques. Si un court-circuit se produit dans une partie quelconque du réseau de service à 6000 v, l'un des deux interrupteurs principaux déclanche et une moitié des appareils de service sont arrêtés. Les accidents de ce genre sont évidemment extrêmement rares, mais néanmoins ils peuvent se produire et provoquer parfois de graves perturbations dans le service. L'adjonction de bobines de self-induction permettra de limiter à 2000 A le courant maximum pouvant traverser les circuits du service de l'usine; les petits interrupteurs installés peuvent sans danger couper ce courant et ils pourront, dès lors, être munis de relais et travailler comme interrupteurs automatiques, les deux interrupteurs principaux étant alors réglés pour un courant très élevé et ne servant que de sécurité supplémentaire pour les cas imprévus [1].

On n'a pas jugé désirable de commander, dès à présent, les self-inductions nécessaires pour les autres génératrices parce que celles-ci sont de puissance moindre et, par conséquent, produisent des effets destructifs moins violents; du reste, après la mise en service des nouvelles unités en construction, les petits groupes actuellement en service seront probablement presque constamment en réserve.

Quant aux self-inductions à intercaler entre les différents systèmes de barres, quoique l'on soit en droit d'attendre de ces appareils des avantages de réelle importance, il a été décidé d'en retarder la commande jusqu'après la mise en service des bobines commandées, afin de se rendre un compte exact de leurs conditions de fonctionnement.

Remarquons enfin que l'emploi des self-inductions dans les circuits, outre l'affaiblissement des effets destructifs des courts-circuits, produit un autre résultat favorable : en diminuant le rapport entre le courant de court-circuit et le courant normal, il permet un fonctionnement mieux gradué des interrupteurs automatiques temporisés. Si l'on considère le chemin suivi par le courant depuis une génératrice jusqu'à un récepteur quelconque du réseau, on constate que l'énergie électrique sous des tensions diverses traverse successivement un grand nombre d'interrupteurs automatiques. Ceux-ci sont presque tous temporisés et réglés pour des courants et des temps décroissants, mais leur courbe de

[1] Remarquons en passant que, si l'on renonce à recourir aux diverses mesures permettant de diminuer les effets destructifs des courts-circuits (division de la puissance et bobines de self-induction) et si l'on recourt uniquement à l'emploi d'interrupteurs à huile de type renforcé ou de construction spéciale, il faut que *tous* les interrupteurs, non seulement à la centrale, mais dans tout le réseau à faible distance de la centrale, soient de ce type, faute de quoi les explosions seront toujours à craindre. C'est pourquoi les solutions coûteuses et encombrantes comme celle des interrupteurs en cascade avec résistances intercalées progressivement sont peu pratiques.

Digitized by Google

réglage est, et doit nécessairement être telle que le retard au déclanchement diminue extrêmement vite quand le courant atteint un certain nombre de fois le courant normal.

En cas de court-circuit, le courant atteint plusieurs dizaines et même plusieurs centaines de fois le courant normal de la plupart des interrupteurs qu'il traverse; dès lors, ceux-ci doivent fatalement fonctionner comme interrupteurs instantanés et déclancher tous en même temps. C'est ce qui se produit chaque fois qu'un court-circuit violent éclate, même en un point éloigné du réseau : au lieu que seul le dernier automate fonctionne, tout le branchement est mis hors tension; parfois même les interrupteurs des machines fonctionnent et l'interruption de service prend alors des proportions très graves.

En réduisant considérablement le courant de court-circuit, tant par l'emploi des self-inductions que par la division de la puissance des machines en service, on peut espérer arriver sinon à un réglage idéal, du moins à une meilleure graduation du déclanchement des interrupteurs.

D. — Construction et équipement des sous-stations et cabines. — *Sous-station de Ville-Blanche.* — Deux des principes ci-dessus exposés ont influé sur la disposition de cette sous-station : la division de la charge et la nécessité d'isoler autant que possible les interrupteurs à huile.

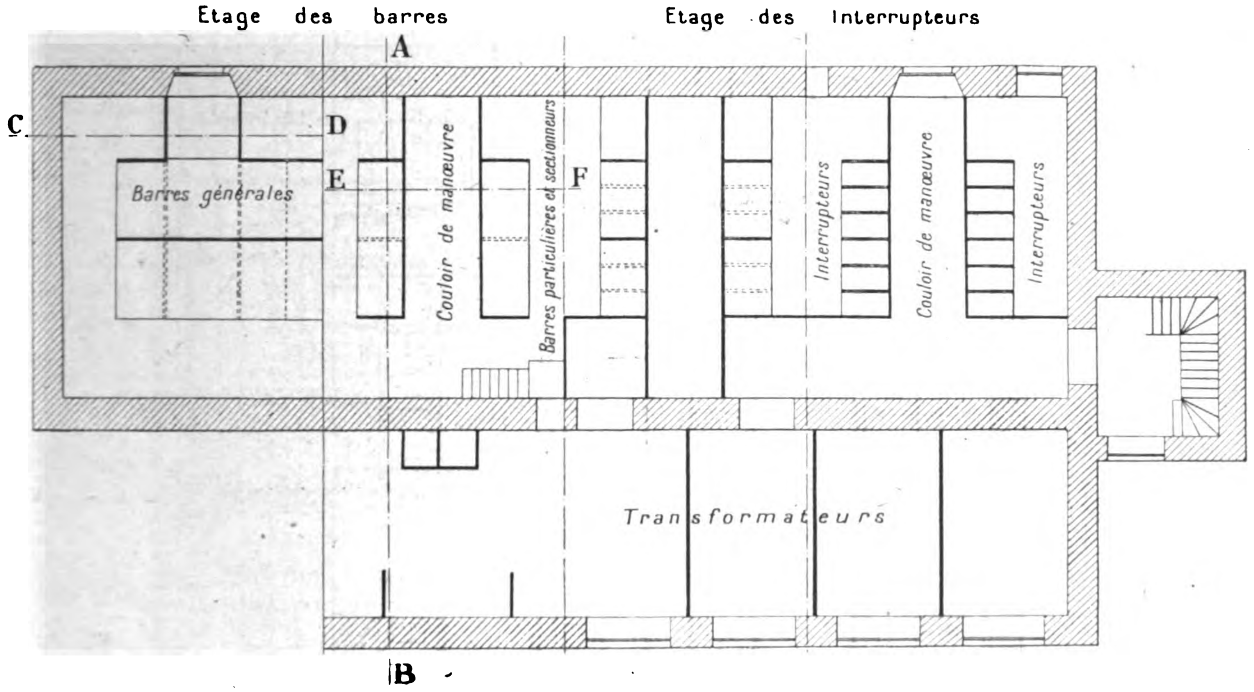


Fig. 12. — Centrale de Ville-Blanche. — Nouvelle sous-station élévatrice de tension. 6 000/20 000 v. 80 000 kv-a. Plan G H I J K L M N.

En ce qui concerne la division de la charge, j'ai déjà indiqué (fig. 5) le schéma qui a été adopté pour permettre à chaque ligne de travailler indépendamment, sans cependant que l'on renonce à la possibilité d'effectuer des groupements ou des combinaisons entre les différents éléments, lignes et transformateurs. Les plans ci-contre (fig. 12, 13 et 14) montrent à quelle disposition générale ce schéma a conduit. J'ai été obligé, étant donnée la complication relative des cellules en béton, de donner les trois projections de la sous-station. L'appareillage à 6000 v est presque complètement supprimé, chaque transformateur étant alimenté par une ligne qui est commandée de la centrale : le tableau de ce côté se réduit donc à des sectionneurs qui sont installés au premier étage de l'annexe contenant les transformateurs.

Le corps principal du bâtiment est réservé à l'équipement à 20 000 v; au rez-de-chaussée les interrupteurs à huile, au premier étage les barres, au second les parafoudres et les départs de lignes. Chaque transformateur est raccordé à un jeu de barres particulières auxquelles est également raccordée une ligne. Ces jeux de barres sont portés par des chevalets en béton dont l'axe est perpendiculaire à l'axe principal du bâtiment. Au-dessus de ces chevalets se trouvent les deux jeux de barres générales perpendiculaires aux précédentes et pouvant chacun être raccordé à chaque jeu de barres particulières par l'intermédiaire de sectionneurs.

Pour les interrupteurs à huile le type d'installation le plus généralement adopté jusqu'ici consiste à placer chaque appareil dans une cellule en béton : c'est le système adopté pour le tableau de distribution de Ville-Blanche, de Bibi-Eibat, etc. Lorsqu'un accident se pro-

Digitized by Google

duit les appareils voisins sont protégés, mais l'opérateur, quoique se trouvant séparé par une cloison de l'interrupteur qu'il manœuvre, n'est pas à l'abri d'une flamme contournant cette cloison. De plus, un court-circuit, surtout s'il produit l'inflammation de l'huile de l'interrupteur, donne toujours lieu à un dégagement de fumée et un dépôt de suie et d'oxyde métallique sur tous les objets environnants; ce dépôt peut occasionner à son tour de nouveaux courts-circuits et même si ceux-ci ne se produisent pas avant que l'on ait eu le temps d'intervenir, il est indispensable de mettre immédiatement hors tension les appareils atteints et de les nettoyer entièrement. Ce nettoyage exige parfois plusieurs heures : c'est ainsi qu'à plusieurs reprises l'inflammation de l'huile d'un interrupteur se produisant au premier étage d'une cabine de transformation a nécessité le nettoyage de tous les isolateurs du premier et du second étage provoquant ainsi un arrêt de service de deux ou trois heures. Dans certaines installations on a cru protéger l'opérateur et les appareils voisins en munissant chaque cellule d'une porte hermétique en fer, mais ce système est dangereux, car quelque solides que soient la porte et les parois de la cellule, elles ne sont pas en état de résister à une explosion violente : l'exemple déjà

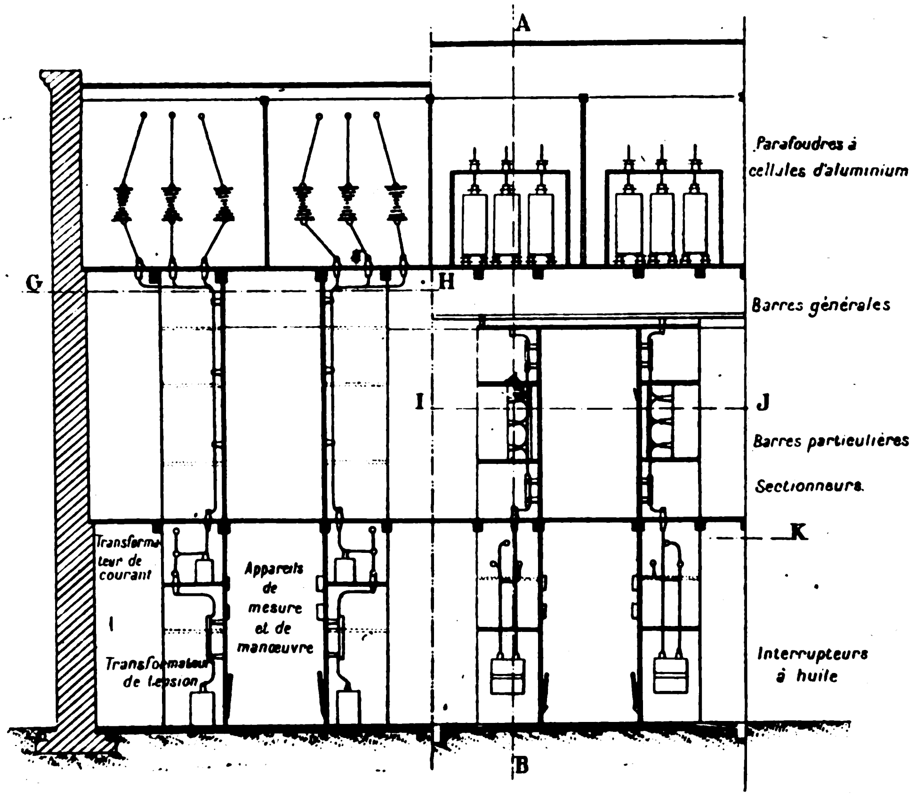


Fig. 13. — Centrale de Ville-Blanche. — Nouvelle sous-station élévatrice de tension. 6 000/20 000 v, 80 000 kv-A. Coupe C D E F.

décrit de l'accident arrivé à Ville-Blanche et dans lequel les portes en fer ont été arrachées et le mur en béton fissuré est caractéristique à cet égard; et, cependant, dans ce cas, le local clôturé comprenait, non pas une cellule, mais tout un groupe, c'est-à-dire qu'il était beaucoup plus grand et que la violence de l'explosion était par conséquent réduite d'autant. Le seul effet des portes hermétiques est d'ajouter aux inconvénients de la flamme et de la fumée ceux de la destruction mécanique des installations.

Il ne faut donc pas chercher à comprimer l'explosion, mais au contraire permettre à la fumée de s'épandre dans un endroit où elle ne puisse pas nuire. Pour cela, il faut que chaque cellule s'ouvre directement, soit vers l'extérieur, ce qui est rarement possible, soit sur un local ne contenant aucun appareil, ni aucun conducteur, et où ne se trouve normalement personne. Ce local doit être lui-même, ou bien en communication permanente avec l'air extérieur, ou bien être fermé par des portes à ressorts, par des clapets de dimension suffisante formant soupapes ou par des fenêtres dont les carreaux, en se brisant, établissent la communication nécessaire avec l'extérieur. De plus, chaque cellule doit être fermée par une porte en fer, à ressort, s'ouvrant au moment de l'explosion et se refermant aussitôt après : cette porte est destinée, non à contenir l'explosion, mais à protéger l'interrupteur qu'elle recouvre contre l'explosion d'un appareil voisin.

Digitized by Google

Dans le cas de la sous-station de Ville-Blanche, grâce à la disposition particulière des barres, on a pu isoler les interrupteurs par groupes de deux ou de quatre dans des locaux entièrement séparés du reste de la sous-station et s'ouvrant directement vers l'extérieur. Il y a donc ici une double sécurité : non seulement chaque cellule est fermée par une porte à bascule s'ouvrant sur un local ne contenant aucun appareil, mais, en outre, les interrupteurs sont disposés de telle sorte que, si même ces portes n'existaient pas ou ne protégeaient pas suffisamment les appareils, quatre interrupteurs commandant deux lignes et deux transformateurs seraient au maximum momentanément mis hors de service. De plus, les couloirs de manœuvre sont entièrement séparés des locaux contenant les appareils à haute tension et n'ont même avec ceux-ci aucune porte de communication.

Cabine de transformation à 20 000 v. — Dans la construction des cabines de transformation deux des considérations exposées interviennent : la nécessité de prévoir l'emplacement nécessaire à l'installation des gros moteurs synchrones destinés à améliorer le facteur de puissance et celle de disposer les interrupteurs à huile de 20 000 v, de telle sorte qu'en cas d'explosion ils ne provoquent pas d'arrêt général de service.

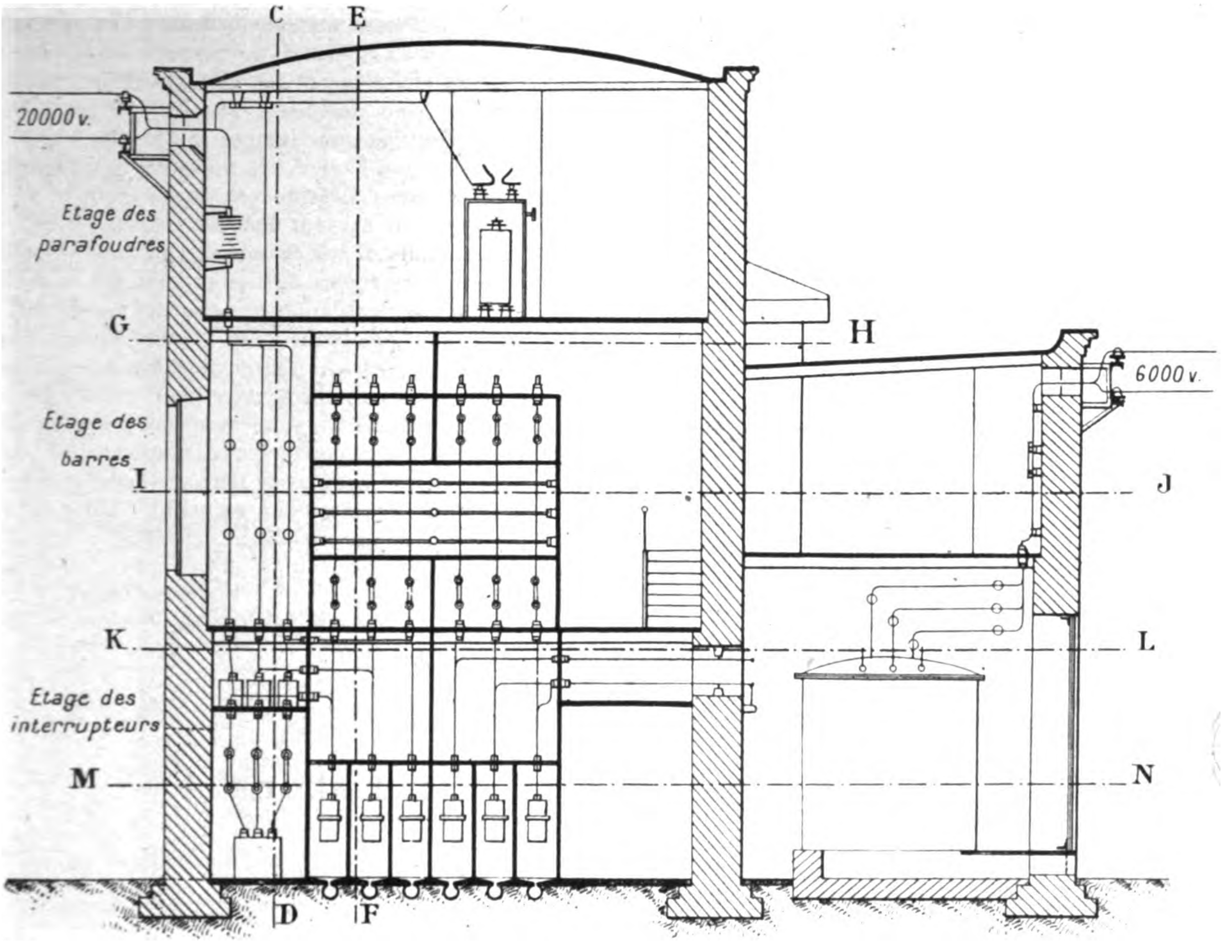


Fig. 14. — Centrale de Ville-Blanche. — Nouvelle sous-station élévatrice de tension. 6 000/20 000 v, 80 000 kv-A. Coupe A B.

Une nouvelle cabine type a été étudiée et adoptée pour toutes les extensions prévues du réseau à 20 000 v. Elle est entièrement en béton armé et est établie pour contenir trois transformateurs de 2 000 kv-A, deux moteurs synchrones de 2 500 kv-A et un nombre variable de départs et d'arrivées de câbles à 20 000 v. La section transversale représentée par la figure 15 reste toujours le même ; sa longueur seule varie suivant le nombre de câbles à raccorder. La cabine se compose de deux parties : le corps principal réservé aux moteurs et appareils de manœuvre ou de mesure et l'annexe destinée à loger les transformateurs. Le corps principal de la cabine a trois étages : le rez-de-chaussée réservé entièrement aux moteurs synchrones et simplement traversé par les câbles, tant à haute qu'à basse tension, allant au second étage. Celui-ci est presque entièrement occupé par le tableau à 1 000 v : interrupteurs à huile sur le cir-

Digitized by Google

cuit venant des transformateurs, barres formant une

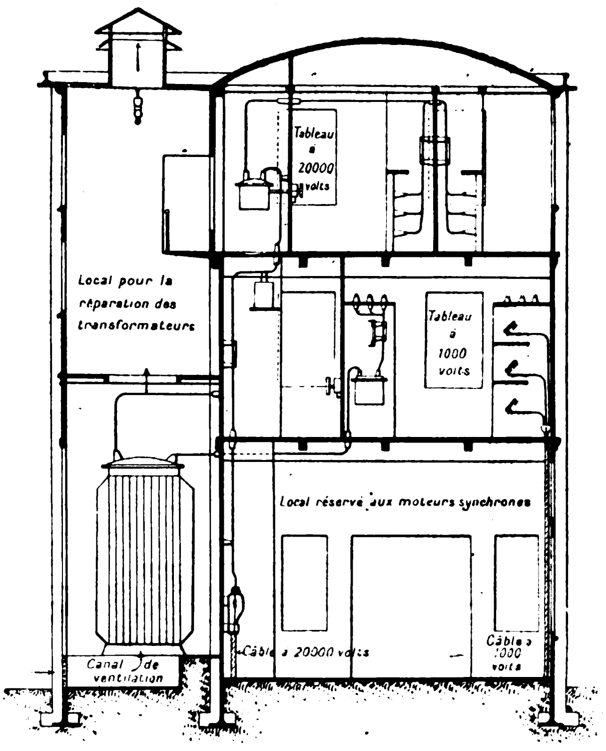


Fig. 15. — Cabine de transformation à 20 000 v, nouveau type.

boucle fermée, compteurs et fusibles sur les câbles partant vers les abonnés ou vers les cabines de distribution. Les installations à 20 000 v se réduisent, dans cet étage, aux sectionneurs et transformateurs de courant installés sur les câbles et sur les circuits primaires de transformateurs. Le troisième étage est entièrement consacré aux appareils à 20 000 v ; il contient les interrupteurs à huile et le double système de barres à haute tension avec les sectionneurs correspondants.

L'annexe ne comporte que deux étages : le rez-de-chaussée qui est divisé quelle que soit la longueur de la cabine, en trois parties entièrement distinctes, par des cloisons transversales ; chacun des locaux ainsi formé est destiné à loger un transformateur, et il s'ouvre directement vers l'extérieur. Le premier étage est également divisé en trois par des cloisons et les chambres ainsi formées sont destinées à faciliter la visite ou la réparation des transformateurs : le plancher présente une ouverture par laquelle les noyaux des transformateurs peuvent être retirés de leur caisse à huile et hissés à l'étage supérieur servant d'atelier de réparation.

En service normal ces chambres sont donc complètement vides et traversées de bas en haut par le courant d'air assurant la ventilation des transformateurs. C'est dans ces locaux que donnent les portes fermant chaque cellule d'interrupteurs à huile, en cas d'explosion, comme la porte est à ressort, elle s'ouvre pour donner passage à la fumée et aux gaz qui sont immédiatement entraînés sans avoir accès aux conducteurs ou appareils voisins. Les cellules sont disposées de telle sorte que leur partie inférieure forme cuvette pour recueillir l'huile et l'évaluer de suite par une tuyauterie spéciale.

F. Scoumanne,
Dr de la Société Force électrique de Bakou.

Revues, analyses et informations

Comparaison entre les dépenses occasionnées par les réseaux de distribution et les dépenses dues à la production du courant dans les usines hydro-électriques de Suisse (1).

Le but de cet article est de montrer, par quelques exemples, que, dans les usines hydro-électriques de Suisse, les frais moyens occasionnés par les réseaux de distribution sont en général beaucoup plus élevés que les frais occasionnés par la production de l'énergie électrique elle-même. Les dépenses annuelles totales ne dépendent que dans une très faible proportion de la grandeur de la production, de sorte que le prix de revient du kilowatt-heure varie sensiblement en raison inverse de la quantité annuelle d'énergie produite. Pour améliorer ce prix de revient, dans une usine donnée, il faut augmenter la production, c'est-à-dire améliorer l'utilisation des machines installées.

(1) A. Strickler ; *Schweizerische Wasserwirtschaft*, 10 avril 1917, p. 70-75.

Dans ce qui suit, on emploiera les notations suivantes :

E_1 = production annuelle de la centrale en kilowatts-heure ;

E_2 = fourniture annuelle d'énergie aux abonnés en kilowatts-heure ;

E' = perte annuelle d'énergie dans le réseau en kilowatts-heure ;

$\eta = \frac{E_2}{E_1}$ = rendement du réseau ;

K'_a = frais de premier établissement de la centrale en francs ;

K''_a = frais de premier établissement du réseau (transmission et distribution) ;

L = puissance des machines installées à la centrale en kilowatts.

A = puissance représentative totale de tous les branchements du réseau en kilowatts ;

$k_a = \frac{K'_a}{L}$ = frais de premier établissement de la station centrale par unité de puissance installée en francs par kilowatt ;

$k'_a = \frac{K_a}{A} =$ frais de premier établissement du réseau par unité de puissance branchée, en francs par kilowatt ;

$T_M = \frac{E_1}{L} =$ durée moyenne d'utilisation annuelle de la centrale en heures ;

$T_A = \frac{E_1}{A} =$ durée moyenne d'utilisation annuelle des branchements en heures ;

$p' =$ dépenses annuelles du réseau (non compris les frais de production) considérées comme une fraction des dépenses de premier établissement ;

$K_1 =$ frais annuels de production d'énergie ;

$K_2 =$ recettes annuelles en énergie vendue ;

$K_v =$ dépenses annuelles pour la transmission et la distribution de l'énergie ;

$k_1 = \frac{K_1}{E_1} =$ frais de production par kilowatt-heure de l'énergie produite ;

$k_2 = \frac{K_2}{E_2} =$ recette par kilowatt-heure de l'énergie fournie ;

$k'_v = \frac{K_v}{E_1} =$ frais de distribution par kilowatt-heure produit ;

$k''_v = \frac{K_v}{E_2} =$ frais de distribution par kilowatt-heure fourni.

Dans les chiffres des dépenses totales annuelles figurent l'intérêt des sommes engagées, les dépenses d'amortissement, etc. ; en un mot, les notations ci-dessus correspondant aux dépenses représentent l'ensemble des sommes portées au passif du bilan de fin d'année. Dans ces conditions, on pourra écrire que la somme des recettes est égale à la somme des dépenses.

Le tableau I permet d'établir pour différentes usines le rapport $\frac{K_v}{K_1}$, c'est-à-dire le quotient des dépenses annuelles

TABLEAU I.

ANNÉES	USINES	PRODUCTION D'ÉNERGIE EN MILLIONS DE KW-H	FRAIS ANNUELS DU RÉSEAU EN POUR 100 DES FRAIS PRIMITIFS DE PREMIER ÉTABLISSEMENT: Intérêt-Bénéfice et amortissement.	Frais directs d'exploitation (personnel et administration)	Frais totaux du réseau.	Prix du courant produit.	Frais totaux annuels en % de K_2.	FRAIS DE PRODUCTION DU COURANT EN % DES FRAIS TOTAUX ANNUELS	$\frac{K_v}{K_1}$
1915	Usine d'électricité de la ville de St-Gall......	6,6	12,6	4,2	16,8	5,2	22,0	23,6	3,3
1913	Id. de Lucerne.....	6,7	12,4	6,0	18,4	7,7	26,1	29,5	2,38
1915	Id. de Schaffhouse.	13,3	13,8	5,2	19,0	21,0	40,0	52,5	0,9
1915	Id. de Bâle......	31,3	12,8	5,1	17,9	4,7	22,6	20,8	3,8
1913	Id. de Zurich (1)..	73	10,4	4,5	14,9	4,1	19	21,6	3,65
1913	Usine d'électricité de Zurich (ville)	31,9	10,5	5,3	15,8	5,5	21,3	25,8	2,87
1913	Usine d'électricité du canton de St-Gall......	14,1	10,7	2,8	13,5	10,5	24	43,7	1,29
1915	Société d'électricité de la Suisse centrale. ...	17,4	7,9	2,6	10,5	12,0	22,5	53,5	0,87
1914-15	Usine d'électricité du canton de Zurich	36,8	10,7	4,6	15,3	11,2	26,5	42,5	1,35
1913	Usine d'électricité de Berne	77,7	7,3	3,7	11,0	21,5	32,5	66	0,515

(1) Inclus l'énergie fournie à la fabrique de carbure de Thusis et aux usines centrales de St-Gall et de Zurich.

totales pour la distribution et des dépenses pour la production du courant. Il est bien évident que, pour les entreprises qui se contentent de distribuer l'énergie qu'elles achètent aux usines productrices, le coefficient $\frac{K_v}{K_1}$ est considérablement plus grand que celui de ces usines. Cela tient à ce que les coefficients qui correspondent à ces dernières ne tiennent pas compte de la totalité des dépenses des réseaux distributeurs et n'ont comme abonnés qu'une série de gros clients (revendeurs ou industriels). Pour les entreprises de distribution simples, il suffit, pour établir les rapports $\frac{K_v}{K_1}$, d'envisager les frais d'achat du courant et tous les autres frais annuels et de les exprimer en pour 100 des frais de premier établissement du réseau de distribution. La même méthode peut être aussi appliquée aux usines mixtes (productrices et distributrices à la fois), à condition d'envisager l'entreprise totale en deux parties, dont l'une produit l'énergie pour la livrer à l'autre qui constitue l'entreprise de distribution.

Le tableau I montre que, pour les usines d'électricité des villes de Bâle, de Lucerne, de Zurich et de Saint-Gall le rapport $\frac{K_v}{K_1}$ varie entre 2 et 4 ; pour la ville de Schaffhouse, il n'est que de 0,9 ; cela tient à ce que, dans cette ville, il y a surtout de gros abonnés, qui occasionnent des frais beaucoup moindres que les petits abonnés de lumière.

Cherchons maintenant quels sont par kilowatt-heure les frais imputables au réseau de distribution. Il y a deux cas à envisager :

1° On rapporte ces frais au nombre de kilowatts-heure produits ou achetés ;

2° On rapporte ces frais au nombre de kilowatts-heure vendus.

Premier cas. — D'après ce que nous avons dit plus haut, nous pouvons écrire :

$$K_2 = K_1 + K_v$$

ou

$$k_1 E_1 + k'_v E_1 = k_2 E_2$$

Digitized by Google

ou en résolvant par rapport à k'_v :

$$k'_v = k_2 \frac{E_2}{E_1} - k_1,$$

mais comme $\frac{E_2}{E_1} = \eta =$ le rendement du réseau on a

$$k'_v = k_2 \times \eta - k_1, \qquad \text{(I)}$$

le produit $\eta \times k_2$ donne la recette moyenne par kilowatt-heure produit.

Deuxième cas.

$$K_v = k''_v E_2$$

d'où

$$k_1 E_1 + k''_v E_2 = k_2 E_2$$

$$k''_v = \frac{k_2 E_2 - k_1 E_1}{E_2} = k_2 - k_1 \frac{E_1}{E_2} = k_2 - \frac{k_1}{\eta} = \frac{k'_v}{\eta}. \qquad \text{(II)}$$

Il résulte de là que, dans toutes les entreprises où on connaît le prix de vente k_2, le prix d'achat k_1 et le rendement du réseau, on veut déterminer les deux valeurs k'_v et k''_v.

On peut enfin envisager un troisième cas, dans lequel on fait supporter au réseau les frais de production de l'énergie perdue dans le réseau ; on a alors, en appelant k_v les frais totaux imputables à la distribution :

$$k_v = \frac{k''_v E_2 + k_1 E'}{E_2} = k''_v + k_1 \frac{E_1 - E_2}{E_2} = k_2 - \frac{k_1}{\eta} + k_1 \left(\frac{1}{\eta} - 1\right)$$

soit

$$k_v = k_2 - k_1. \qquad \text{(III)}$$

Le tableau II contient les valeurs de k'_v, k''_v et de k_v pour toute une série d'usines. On remarquera que la valeur moyenne de k'_v est, dans la plupart des usines d'électricité de villes, beaucoup plus élevée que celle du coefficient k_1, représentant les frais de production de courant; il en est de même pour deux des quatre stations productrices indiquées.

TABLEAU II.

ANNÉES	USINES	k_1 EN CENTIMES PAR KW-H	k_2 EN CENTIMES PAR KW-H	η	k'_v EN CENTIMES PAR KW-H	$\frac{k'_v}{k_1}$	k''_v EN CENTIMES PAR KW-H	$k'_v = k_2 - k_1$	ηk_2
1915	Usine d'électricité de la ville de St-Gall......	4,3	24,6	0,75	14,2	3,3	18,9	20,3	18,5
1913	Id. de Lucerne.....	5,0	22,2	0,755	11,8	2,36	15,7	17,2	16,8
1915	Id. de Schaffhouse.	2,7			2,4	0,89			5,1
1915	Id. de Bâle........	1,9	11,2	0,805	7,2	3,80	9,0	9,3	9,1
1915	Usine d'électricité de Bâle et usine Augst (1)..	2,0			4,7	2,35			6,7
1913	Usine d'électricité de la ville de Zurich.......	1,25			4,55	3,65			5,8
1913	Usiue d'électricité de la ville de Zurich (ville).	3,0 (2)	14,3	0,80	8,4	2,80	10,5	11,3	11,4
1913	Usine d'électricité de la commune de Buchs (St-Gall)........................	5,8			3,7	0,64			9,5
1913-14	Usine d'électricité de la commune de St-Moritz (Engadine)........................	10,1			5,9	0,58			16,0
1912-13	Usine d'électricité de Pontresina............	16,0			7,3	0,45			23,3
1913	Usine d'électricité du canton de St-Gall.......	4,1			5,2	1,27			9,3
1915	Société d'électricité de la Suisse centrale.....	3,4			2,9	0,86			6,3
1914-15	Usine d'électricité du canton de Zurich......	3,7			5,0	1,35			8,7
1915	Usine d'électricité de Berne...........	2,8			1,45	0,52			4,25

(1) L'usine Augst livre du courant à l'usine d'électricité de la ville de Bâle et au canton de Bâle.

(2) Les frais se rapportant au réseau primaire de la ville comprennent les frais dus au transport de force Sils-Zurich.

Les rapports $\frac{k'_v}{k_1}$ du tableau II doivent coïncider avec les rapports $\frac{K_v}{K_1}$ du tableau I, on a en effet :

$$k'_v = \frac{K_v}{E_1}, \quad \text{et} \quad k_1 = \frac{K_1}{E_1},$$

d'où

$$\frac{k'_v}{k_1} = \frac{K_v}{K_1}.$$

En somme, les équations I, II et III permettent de calculer les frais imputables au réseau de distribution, quand on connaît les frais de production ou d'achat de l'énergie et le prix moyen de vente.

Si on envisage maintenant les grandeurs k''_a, p'' et T_A, définies comme ci-dessus, c'est-à-dire désignant la première k''_a, les frais de premier établissement du réseau par kilowatt branché, p'', les dépenses annuelles du réseau rapportées aux dépenses de premier établissement; T_A, la durée moyenne d'utilisation annuelle des branchements en heures, on a la relation :

$$k'_v = \frac{k''_a \times p''}{T_A}, \qquad \text{(IV)}$$

on trouverait de même que :

$$k''_v = \frac{k''_a \times p''}{\eta \times T_A} \qquad \text{(V)}$$

et

$$k_v = \frac{k''_a \times p''}{\eta T_A} + \frac{k'_a \times p'}{T_M} \left(\frac{1}{\eta} - 1\right). \qquad \text{(VI)}$$

Les grandeurs k'_a, p' et T_M se rapportent à l'usine productrice.

Le tableau III donne les valeurs de ces différentes gran-

Digitized by Google

TABLEAU III.

ANNÉES	USINES	Installations de production: k'_a francs par kw	Installations de production: p' pour 100	Installations de production: T_M heures par année	Installations de production: $k_1 = \frac{k'_a \times p'}{T_M}$ centimes par kw-h	Installations de transport et de distribution: k'_a francs par kw	Installations de transport et de distribution: p' pour 100	Installations de transport et de distribution: T_A heures par année	Installations de transport et de distribution: $k'_v = \frac{k'_a \times p'}{T_A}$ centimes par kw-h	Branchements lumière / Branchements totaux
1915	Usine d'électricité de la ville de St-Gall......				4,3	535	16,8	635	14,2	
1913	Id. de Lucerne.....				5,0	535	18,4	830	11,8	0,63
1915	Id. de Schaffhouse.	950	10	3 500	2,7	200	19,0	1 580	2,4	0,16
1915	Id. de Bâle (1).....					476	17,8	1 170	7,2	0,35
1915	Usine Augst (Bâle)........................	760	8,2	3 100	2,0					
1913	Usine d'électricité de la ville de Zurich (1)....	540	10	4 300	1,25					
1913	Usine d'électricité de la ville de Zurich (ville).					550	15,8	1 030	8,4	0,38
1913	Usine d'électricité Buchs (St-Gall)...........	2 100	9	3 250	5,8	590	12	1 900	3,7	
1913	Usine d'électricité du canton de St-Gall.				4,1	560	13,5	1 480	5,2	
1915	Société d'électricité de la Suisse centrale... .				3,4	520	10,5	1 890	2,9	0,195
1914-15	Usine d'électricité du canton de Zurich... ...				3,7	225	15,3	690	5,0	0,25
1915	Usine d'électricité de Berne................	640	8,3	1 900	2,8	228	11	1 660	1,45	0,15env
1915-16	Usine d'électricité du nord-est de la Suisse...	640	10,5	3 300	2,03					

(1) Les frais relatifs aux stations centrales à vapeur de réserve ont été attribués au coefficient k_a du réseau de distribution; les valeurs k'_a et T_A ont été établies en prenant la somme des branchements en fin d'année.

TABLEAU IV.

	ANNÉES 1910	1911	1912	1913	1914	1915	
Ville de St-Gall :							
k_2..................	28	27,1	27,5	25,8	24,6	24,6	centimes par kw-h
$k_2 - k_1$..................	25	23	24,1	22	21,5	20,3	Id.
k'_a..................	570	570	500	505	550	535	francs par kw
T_A..................	535	665	720	655	635	635	heures
Ville de Bâle :							
k_2..................	17	15,8	13	10,2	10,8	11,2	centimes par kw-h
$k_2 - k_1$..................		13	10,2	8,3	8,9	9,3	Id.
k'_a..................		720	635	540	510	475	francs par kw
T_A..................		980	1 230	1 500	1 300	1 170	heures
Réseau de la ville de Zurich :							
k_2..................	17,8	16,2	14,8	14,3	12,6	11,4	centimes par kw-h
k_2 pour la lumière..........	53,5	53	46,5	44	44,5	40	Id.
k'_a..................	710	630	595	550	525	530	francs par kw
Réseau lumière T_A..........	317	330	300	355	330	290	heures
	1909-10	**1910-11**	**1911-12**	**1912-13**	**1913-14**	**1914-15**	
Canton de Zurich :							
k_2..................	6,7	7,1	7,5	8	7,7	8,7	centimes par kw-h
k'_a..................	315	285	282	256	222	225	francs par kw
T_A..................	1 130	1 030	1 020	890	810	690	heures
p'..................	9,3	11	13	14,2	15,2	15,3	pour 100
	1910	**1911**	**1912**	**1913**	**1914**	**1915**	
Usine de Berne :							
k_2..................	3,7	4,3	4,9	5	4,5	4,2	centimes par kw-h
k'_a..................	290	300	360	306	258	228	francs par kw
T_A..................	2 230	1 980	1 920	1 790	1 790	1 660	heures
Usine de la Suisse centrale :							
k_2..................		5,4	5,8	6,4	6,7	6,3	centimes par kw-h
k'_a..................			600 env.	600	560	520	francs par kw
T_A..................		3 000	2 580	2 430	1 930	1 890	heures

Digitized by Google

deurs pour un certain nombre d'usines. En comparant ces données, on conclut que :

Les valeurs de p'' ne diffèrent pas sensiblement, par contre celle de T_A et de k''_a sont très différentes pour les usines d'électricité urbaines.

La distribution de lumière dans les grandes villes est défavorable pour le réseau, non seulement à cause du facteur d'utilisation, mais encore parce qu'elle grève considérablement les frais de premier établissement. La nature du courant a beaucoup moins d'influence sur ces grandeurs. Les circonstances paraissent beaucoup plus favorables pour les grandes usines productrices; cela tient à ce que, en général, elles vendent du courant directement à des intermédiaires et qu'on établit la puissance totale des branchements en tenant compte des puissances des transformateurs aux points où le courant est fourni aux entreprises de distribution ; cette somme est beaucoup plus petite que la somme totale des branchements, ce qui améliore la valeur du coefficient d'utilisation.

Le tableau IV donne les différentes valeurs de k_2, k''_a et T_A pour plusieurs usines d'électricité pendant les années comprises entre 1910 et 1915. — Pour les usines d'électricité urbaines, la valeur de k_2 a diminué, parce que, non seulement le nombre de branchements pour la force motrice s'est beaucoup plus développé que celui des branchements pour l'éclairage, mais encore parce que, dans beaucoup de cas, le tarif de vente pour la fourniture de l'éclairage a été lui-même diminué.

Pour les usines productrices, les valeurs de ηk_2 ont augmenté, parce que la durée d'utilisation moyenne de l'ensemble des branchements a fortement diminué et que l'augmentation du coefficient des frais annuels p'' a été beaucoup plus grande que la diminution du coefficient k''_a.

L'augmentation de ηk_2 ne signifie pas, du reste, que l'énergie ait été vendue plus cher aux consommateurs, elle indique simplement que la valeur moyenne du prix de vente du kilowatt, a augmenté, parce que, contrairement à ce qui s'est passé dans les usines urbaines, les nouveaux branchements d'éclairage ont été plus nombreux que ceux de force motrice. Le coefficient p'' a augmenté parce que, par suite du développement et de l'amélioration de la situation financière, ces entreprises ont pu effectuer d'importants amortissements.

D'après les résultats précédents, on voit que, pour diminuer le prix de vente de l'énergie électrique aux stations d'utilisation, il faut, avant tout, améliorer l'utilisation des réseaux de distribution. C'est dans ce sens que doivent maintenant se diriger tous les efforts, qui jusqu'ici, et surtout dans les dernières années, avaient eu plutôt pour but les extensions.

E. B.

Les vernis isolants [1]

On emploie dans la fabrication des vernis isolants diverses résines (copal, gomme-laque, sandaraque), des asphaltes, des goudrons, du caoutchouc, qui, en diverses proportions sont dissous dans différents liquides (benzine, benzol, alcool, essence de térébenthine, sulfure de carbone, huile de lin).

Récemment, on a employé des produits synthétiques tels que la résine synthétique et l'acétyl-cellulose

En général, les qualités que doit posséder un vernis isolant sont les suivantes :

1° Pouvoir isolant suffisant;
2° Ininflammabilité;
3° Pouvoir hygrométrique faible;
4° Longue durée de service;
5° Protection suffisante contre l'oxydation;
6° Résistance mécanique suffisante;
7° Résistance aux agents chimiques.

Un bon vernis isolant doit résister à 1 000 v sous une épaisseur de 0,025 mm.

Les variations de température ne doivent pas avoir d'effet sur les vernis qui, lorsqu'ils sont destinés à recouvrir un métal, doivent être très adhérents et protéger parfaitement ce métal contre les atteintes de l'eau et de l'acide carbonique. Ils doivent sécher très rapidement à l'air, lorsqu'ils sont destinés à des canalisations, au four pour les autres usages électrotechniques. La vitesse de séchage d'un vernis dépend du solvant employé et de la température. Avec les liquides volatiles tels que l'alcool, la benzine, l'essence de térébenthine, le trichlorure d'éthyle, les vernis sèchent très rapidement. Lorsque le solvant est une huile siccative, le vernis sèche assez vite à la température ordinaire (8 à 12 heures). En général, un vernis résiste d'autant mieux aux actions mécaniques et chimiques que sa durée de séchage a été plus longue.

Les vernis doivent être suffisamment élastiques pour ne pas s'écailler ou se fendiller par flexion du conducteur.

La plupart des résines et solvants constituant les vernis peuvent contenir, s'ils ne sont pas parfaitement purs, des acides organiques qui attaquent le métal en donnant un sel et, de ce fait, le pouvoir isolant du vernis se trouve diminué au bout de peu de temps.

Farrington (Franklin Institute) indique comme impropres à la fabrication des vernis isolants l'huile de lin, le copal et l'asphalte.

Arnold [1] également recommande d'éviter l'huile de lin dans la fabrication des vernis destinés à recouvrir des fils de cuivre, l'action oxydante de ce corps gras donnant naissance à du vert-de-gris qui rend les fils cassants.

L'auteur étudie assez longuement les vernis et peintures isolants convenant au fer et au zinc, ces métaux ayant en Allemagne remplacé le cuivre dans beaucoup d'usages électrotechniques.

Les résines synthétiques donnent de bons résultats dans la fabrication des vernis. Leurs procédés de fabrication sont assez variés. La résine de formaldéhyde, par exemple, est obtenue par l'action de la formaldéhyde sur le phénol en présence d'acides, bases ou sels agissant catalytiquement.

Le produit est dissous dans l'alcool avec addition d'éther de pétrole, de benzol, de toluol, de triméthylène; avec le temps, il s'insolubilise, la préparation du vernis doit donc être faite avec le produit frais.

La résine produite par un nouveau procédé en partant de la formaldéhyde et de l'ammoniaque convient très bien à la constitution des vernis isolants par solution dans l'alcool ou l'acétone. Après séchage, la couche de vernis résiste parfaitement à l'eau froide ou bouillante ainsi qu'à l'action de la vapeur, et des agents chimiques; son pouvoir isolant est très élevé.

Jusqu'à ces derniers temps, on ne connaissait qu'une résine de formaldéhyde soluble dans l'alcool, la benzine et autres liquides analogues, mais l'odeur de phénol qu'elle répand en restreignait l'emploi. On a découvert dernièrement une résine de formaldéhyde : l'albertole, soluble dans l'huile (brevets allemands n° 254 411-269 659-281 939-289 968) qui ne possède pas ce défaut. Les vernis préparés avec

(1) MAX BOTTLER. *E. T. Z.*, n° 11, 15 mars 1917, p. 149-150, 3 000 mots.

(1) « Die Gleichstrommaschine », t. II, 1913, p. 56.

Digitized by Google

cette résine sont, à tous les points de vue, comparables aux bons vernis au copal.

L'isolation est de 4 890 à 6 440 v sous une épaisseur de 0,085 à 0,106 mm. G.

Foire de vente et d'échantillons de Rabat (Maroc).

Le général Lyautey, résident général de France au Maroc, désireux de resserrer les liens commerciaux existant déjà entre la France et le Maroc, a décidé d'organiser une Foire de vente et d'échantillons. Cette Foire aura lieu à Rabat, du 15 au 30 septembre prochain, sur le modèle de celle qui a été organisée l'an dernier à Fez.

Voici quelques extraits du règlement de la Foire de Rabat qui sont susceptibles d'intéresser les exportateurs et producteurs français.

Titre premier. — *Dispositions générales*. — Article premier. — Conformément à la décision résidentielle du 15 décembre 1916, une Foire franco-marocaine, commerciale, industrielle et agricole aura lieu à Rabat, du 15 septembre au 1er octobre 1917 inclus.

Elle recevra les produits de la Métropole, des colonies françaises et du Maroc.

Art. 2. — La Foire comprendra essentiellement :

1° Le concours agricole, où seront exposés les animaux et les produits de la région de Rabat, ainsi que tous instruments et machines utilisés par l'agriculture et l'industrie agricole ;

2° L'exposition et la vente des produits de l'industrie française (métropole et colonies), et de l'industrie marocaine ;

3° Des attractions pour les indigènes.....

Titre II. — *Admission*. — Art. 5. — Les demandes d'admission sont reçues :

1° A *Rabat*, par le Commissariat de la Foire, pour les participants du Maroc et de l'Algérie-Tunisie ;

2° A *Paris*, par l'Office du Gouvernement chérifien (34, galerie d'Orléans, Palais-Royal, Paris), pour la France et pour les colonies autres que l'Algérie-Tunisie.

Art. 6. — Les demandes d'admission devront parvenir à leur adresse avant le 1er juin, sous peine de ne pas recevoir entièrement satisfaction ou d'être rejetées.

Elles seront accompagnées d'un projet explicatif aussi complet que possible. Dans ce but, des formules de demandes d'admission seront mises gratuitement à la disposition des participants. On pourra se procurer ces formules au Commissariat de la Foire, au Service des Études économiques à Rabat-Résidence, aux différents « Bureaux économiques » dans les villes du Maroc où il en existe, aux municipalités dans les autres localités du Maroc et à l'Office du Gouvernement chérifien à Paris.....

Art. 10. — Les participations collectives sont autorisées.

Art. 12. — Les emplacements nus seront loués à raison de 3 fr le mètre carré aux participants. Ces derniers auront la faculté d'y faire construire, sous le contrôle du Comité, et d'y installer eux-mêmes les abris (baraques, paillotes, tentes, etc.), destinés à recevoir leurs produits.....

Art. 14. — La surface des baraques mises par le commissariat de la Foire à la disposition des participants sera, au choix de ces derniers, soit de 16 m² (4 m × 4 m), soit de 6,25 m² (2,50 m × 2,50 m).

Une même personne pourra louer plusieurs baraques et les accoler les unes aux autres de manière à former des locaux de 5 m × 2,50 m, 7,50 m × 2,50 m, etc., de 8 m × 4 m, 12 m × 4 m, etc.....

La surface des tentes circulaires ou rectangulaires mises à la disposition des participants par le commissariat de la Foire variera entre 12 et 25 m².

Art. 15. — Les boutiques seront mises en location au prix de 200 fr la boutique de 4 m × 4 m, et de 100 fr la boutique de 2,50 m × 2,50 m pour toute la durée de la Foire. Les tentes, de divers types, circulaires ou de forme baraque, auront une superficie de 12 à 25 m² et seront loués de 60 à 120 fr la tente, suivant les dimensions.....

Titre III. — *Douane*. — Art. 17. — La Foire sera constituée en entrepôt réel de douane. Les produits d'importation y seront introduits en franchise provisoire, à charge d'être réexportés.....

Titre IV. — *Transports*. — Art. 18. — Les produits des participants de la Métropole ou des participants du Maroc provenant de France bénéficieront des facilités et des réductions de transport que pourra obtenir à leur intention le directeur de l'Office du Gouvernement chérifien à Paris.

L'Office chérifien fournira aux intéressés tous renseignements utiles sur le transport des échantillons et des marchandises en France.....

Art. 25. — L'un des buts essentiels de la Foire étant de mettre les articles vendus ou exposés à la portée de l'acheteur à Rabat, les industriels et commerçants sont priés, dans la mesure du possible, d'établir les prix de vente de leur marchandise rendue à Rabat afin de faciliter le calcul de leur prix de vente sur le terrain de la Foire (1).

Titre V. — *Manutention*. — Art. 26. — La manutention des colis à l'intérieur de la Foire se fera, soit par les soins et aux frais des représentants des maisons, quand elles en auront un, soit par les soins du commissariat de la Foire pour les maisons non représentées, mais à titre exceptionnel et moyennant un tarif qui sera indiqué ultérieurement.

Titre V. — *Installation*. — Art. 27. — L'installation devra être faite autant que possible par les représentants sur place des entrepreneurs ou agents susceptibles de préparer leur installation, de les représenter à la Foire, et si possible, de s'occuper dans l'avenir du placement de leurs articles à Rabat en particulier et au Maroc en général, moyennant un tarif à débattre entre ces représentants et les maisons intéressées.

Cette désignation n'engagera pas la responsabilité du commissariat de la Foire.....

Art. 33. — Nul ne pourra céder son droit d'admission et son emplacement à un tiers sans l'autorisation écrite du commissaire de la Foire.....

Titre XI. — *Publicité*. — *Catalogue*. — Art. 40. — La publicité par voie d'affiches, prospectus, etc., dans l'enceinte de la Foire, hors des emplacements loués par les participants, fera l'objet de traités spéciaux avec le Commissariat local qui se réserve, le cas échéant, de concéder la publicité à une agence de Rabat par voie d'appel à la concurrence.

Art. 41. — Les participants auront droit à trois lignes d'insertion dans le *Catalogue officiel de la Foire*, moyennant le droit fixe de 5 fr prévu à l'article 7 du présent règlement. Toute ligne de supplément impliquera un droit supplémentaire de 3 fr.

Les clichés de publicité de ce catalogue ne pourront être insérés qu'en dehors du texte officiel.

Les conditions de cette publicité seront fixées ultérieurement.....

Les matières de remplacement pour l'électrotechnique en Allemagne.

L'« Elektrotechnische Zeitschrift » du 14 décembre publie le tableau suivant (p. 274) qui indique les principales matières employées en électrotechnique, avant et pendant la guerre. La plupart des indications de ce tableau ont été données dans la conférence de M. Dettmar, à la réunion de l'Union des Sociétés électrotechniques allemandes dont nous avons parlé dans notre numéro du 13 janvier.

(1) On trouvera au Bureau économique régional de Rabat, au commissariat de la Foire à Rabat, aux Services économiques à Rabat-Résidence, au Bureau économique de Casablanca et à l'Office du Gouvernement chérifien à Paris, tous renseignements utiles sur les prix de transport actuellement pratiqués au Maroc (fret, acconage, transit, droits de douane, railways marocains, camions, charrettes, caravanes, etc...).

Digitized by Google

EMPLOIS		MATÉRIAUX UTILISÉS — ANCIENNEMENT	MATÉRIAUX UTILISÉS — ACTUELLEMENT
Canalisations.	Conducteurs aériens.	Cuivre (fils et câbles).	Fer (fils et câbles). Câbles en fer et zinc. Aluminium.
	Poteaux en bois.	Sublimé. Huiles de goudron (injections).	Sublimé avec soude. Soude avec créosote brute. Fluorure de sodium avec du dinitrophénol.
	Tiges d'isolateurs et analogues.	Peinture à l'huile.	Zingage au feu.
	Fixation des isolateurs.	Chanvre. Jute.	Papier, chiffons et analogues.
	Canalisations de prise de courant.	Cuivre.	Fer.
	Conducteurs isolés.	(1) Conducteurs pour suspensions. Câbles au caoutchouc sous plomb.	(1) Interdits. Câbles au papier avec simple gaine de plomb.
	Conducteurs pour lignes télégraphiques et téléphoniques.	Cuivre et bronze.	Fer avec bobine Pupin.
Matériel d'installation et interrupteurs.	Fils et câbles pour faible courant.	Cuivre. Coton.	Zinc. Aluminium. Papier. Fibres de papier.
	Douilles. Socles. Sonnettes. Pièces de raccordement et analogues. Interrupteurs sous enveloppe. Fiches de contact. Eléments pour fusibles.	Cuivre. Tombac. Laiton.	Fer. Zinc.
	Fils fusibles.	Cuivre.	Fer. Zinc. Fils d'argent.
	Tuyaux isolants.	Fer plombé.	Fer zingué.
	Interrupteurs à levier.	Cuivre. Laiton.	Fer. Zinc. Aluminium.
	Démarreurs et résistances de réglage.	Fer. Nickeline, etc.	Manganine. Nickeline. Fer. Résistances liquides.
	Barres collectrices.	Cuivre.	Fer. Lin. Elektron (magnésium).
	Boulons. Vis.	Cuivre. Laiton.	Fer. Zinc.
Machines.	Enroulements.	Cuivre. Coton.	Zinc. Aluminium. Papier.
	Collecteurs et bagues.	Cuivre. Bronze.	Fer.
	Paliers.	Laiton rouge. Métal blanc.	Fonte. Alliages de zinc. Métal de palier au calcium. Paliers à billes. Gaïac. Charme.
	Balais.	Graphite de Ceylan.	Graphite du pays. Charbon avec additions.
	Parties mécaniques.	Acier au nickel. Bronze.	Acier au manganèse.
	Courroies de transmission.	Cuir.	Papier. Rubans d'acier. Tresses.
	Graissage.	Huile.	Huile mélangée de graphite. Solution de potasse.
Compteurs.	Aimants.	Acier au wolfram.	Acier au chrome.
	Enroulements.	Cuivre.	Zinc. Aluminium. Partiellement en cuivre
	Résistances.	Alliages de nickel.	Alliages de manganèse.
	Bornes.	Cuivre. Laiton.	Fer. Pour courants intenses : Cuivre. Laiton.
Chemins de fer électriques. Transporteurs et élévateurs.	Conducteurs.	Cuivre.	Fer.
	Prises de courant.	Cuivre.	Fer. Charbon. Elektron. Zingage.
	Eclissage des rails.	Cuivre.	Fer.
	Moteurs.	Cuivre.	Enroulements des inducteurs aluminium. Collecteur fer.
	Coussinets.	Bronze.	Alliages de zinc. Paliers à billes.
Aimants.	Electro-aimants.	Enroulements en cuivre.	Enroulements en zinc. Aluminium.
	Permanents.	Acier au wolfram.	Acier au chrome.
Appareils pour courants faibles.	Contacts.	Platine. Bronze.	Alliages de palladium et rhodium. Argent et palladium. Acier.
	Enveloppes.	Laiton.	Fer.
	Isolement.	Ebonite.	Futuran. Bakelite et autres isolants artificiels.
Généralités.	Isolement.	Ebonite. Caoutchouc et vernis à l'huile.	Bitume. Régénérés. Vernis d'acétate de cellulose.
		Rubans isolants.	Rubans de papier (imprégnés ou non). Rubans de coton (imprégnés).
		Coton.	Rubans de papier. Fibre de papier.
	Protection contre la rouille.	Nickelage. Plombage. Etamage. Emaillage. Peinture.	Cobaltage. Zingage (plusieurs procédés). Vernis à l'acétate de cellulose.
	Soudure.	Soudure à l'étain.	Soudure au cadmium et soudure autogène.
	Durcissement (plomb).	Antimoine.	Calcium. Sodium.
	Tuyaux pour huile et eau de refroidissement.	Cuivre. Laiton.	Papier. Celluloïd.

(1) Le tableau indique divers genres de conducteurs, par des lettres, qui correspondent à des règles établies par la commission des conducteurs de l'Union des électrotechniciens allemands, avant et depuis la guerre.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Faut-il réglementer la présentation des bilans et l'évaluation des postes de l'actif?

Parce que quelques capitalistes mal informés, ou plus souvent ne s'informant pas, ont pu perdre leurs capitaux dans des affaires quelquefois mal dirigées, ou dirigées par des faiseurs, il y a tendance, chez certains, à demander aux pouvoirs publics de prescrire des mesures de précautions qui semblent inopportunes et ne pourraient avoir pour résultat que de gêner les sociétés sérieuses sans qu'il en résulte l'avantage de supprimer ou d'améliorer les affaires mal conçues ou destinées à attraper les gogos. Estimant qu'il n'est pas nécessaire de légiférer à cet égard, que le régime de la liberté est bien préférable, l'auteur de cet article a voulu réagir contre un pareil courant.

L'article 9 du code de commerce prescrit au commerçant de faire tous les ans, sous seing privé, un inventaire de ses effets mobiliers et immobiliers et de ses dettes actives et passives et de le copier, année par année, sur un registre spécial à ce destiné.

Quand le code de commerce fut rédigé, il y a plus d'un siècle, les affaires n'avaient pas pris l'ampleur qu'elles ont atteinte depuis et qui, si l'on en juge par le passé, tendront à acquérir une ampleur de plus en plus grande, en raison de la concentration des transactions et de la production entre les mains de Sociétés à capital important.

La grande industrie, le haut commerce, se sont considérablement développés ; ils ne représentent plus une seule branche ; ils sont souvent composés de nombreux rameaux qui ont presque une vie propre, comme les rayons des grands magasins de nouveautés, les ateliers des sociétés métallurgiques. Placés sous une direction unique, ayant à supporter une part de frais généraux communs, mais agissant pour ainsi dire sans préoccupation de ce qui est pratiqué par les branches voisines, ils jouissent d'une certaine autonomie au regard des rayons voisins.

Il s'en est suivi que la confection des inventaires constitue un gros travail, que leur transcription sur un seul livre est devenue impossible ; il en est même résulté que quelquefois l'arrêt des comptes annuels ne correspond pas à un inventaire d'approvisionnements décomptés en fin d'exercice, mais aux résultats d'écritures vérifiées par des inventaires partiels périodiques. L'intensité des transactions, la nécessité de maintenir les magasins et les ateliers ouverts sans autre discontinuité que les jours de fermeture hebdomadaire légaux et les jours de fêtes légales (quand encore il ne s'agit pas d'usines à feu continu) ne permettent plus la suspension momentanée des affaires, que l'on a connue anciennement et qui se trouvait indiquée fréquemment sur les magasins par la mention « fermé pour cause d'inventaire ».

Le législateur a indiqué la forme matérielle dans laquelle l'inventaire devait être dressé, il s'est gardé d'instituer des règles quant à la manière de le dresser et notamment d'y appliquer des minorations pour moins-values définitives ou temporaires de partie de l'actif ou des majorations de certains articles de ce même actif s'ils avaient acquis des plus-values.

Au début du XIX[e] siècle, les Sociétés par actions étaient pour ainsi dire inconnues ; le droit d'association, en tant que commercial ou industriel, n'était toléré qu'à la condition d'être autorisé par l'autorité gouvernementale. Depuis, l'association des capitaux sous la forme anonyme permettant au plus grand nombre de participer à l'exécution de grands travaux, comme la construction des chemins de fer, la suppression de l'autorisation gouvernementale, la liberté offerte à 7 personnes, au minimum, de constituer une Société anonyme, amenèrent le législateur à créer un statut spécial de la Société qui, après quelques transformations, prit sa forme quasi définitive en juillet 1867.

Dans cette loi encore, nous retrouvons l'obligation d'établir un inventaire annuel, même une situation semestrielle, mais il n'y figure aucune indication sur la forme à donner à cet inventaire, sur la manière dont il doit être dressé et chiffré.

A plusieurs reprises on s'est préoccupé de codifier des règles communes de présentation des comptes des Sociétés, la jurisprudence étant flottante, ou plutôt considérée comme telle par certains. On avait en vue de sauvegarder les intérêts de l'actionnaire, que l'on considère comme un mineur incapable de se défendre, alors qu'on ne songe guère à l'éduquer et lui faire comprendre l'utilité d'acquérir certaines connaissances avant de s'intéresser à des affaires dont il ne connaît la valeur que par le revenu qu'elles donnent ou la publicité dont on les entoure.

Une Commission extraparlementaire instituée au ministère de la Justice, en 1902, avait été chargée de procéder à une étude approfondie de la question. Ses conclusions, présentées en un rapport au garde des Sceaux, daté du 22 mai 1903, qui fut rédigé par

M. Alfred Neymark, sont les suivantes : « qu'il n'y avait pas lieu d'édicter une disposition de la loi d'après laquelle des règles devaient être insérées dans les statuts pour le mode d'établissement des inventaires et bilans ».

Le rapport signalait qu'il était impossible de prévoir tous les cas, de fixer des règles précises s'appliquant à toutes les Sociétés et qu'on risquait de porter atteinte aux affaires sérieuses en éloignant les hommes honorables qui, en présence des responsabilités encourues, refuseraient toute fonction d'administrateur. En effet, les règles qu'on pourrait édicter n'empêcheraient pas les aigrefins de les transgresser et, par conséquent, de faire perdre leurs capitaux aux capitalistes qui auraient été assez naïfs pour leur en confier l'administration.

Malgré cette conclusion très nette, la question a été agitée à plusieurs reprises et, tout dernièrement encore, au mois de janvier dernier, M. Gustave Doyen, expert comptable près les tribunaux, a, dans un article fort documenté, paru dans la « Gazette des Sociétés et du Droit financier » publiée sous la direction de M. Rodolphe Rousseau, avocat à la Cour d'appel de Paris, conclu à l'utilité qu'il y aurait à insérer dans la loi sur les Sociétés quelques règles générales qui devraient être suivies, à peine de pénalités, pour l'établissement des bilans et des inventaires.

Ces règles résumées seraient les suivantes :

1° Les valeurs actives autres que les créances ne peuvent y paraître pour un montant supérieur au prix qu'elles ont coûté. En cas de moins-value constatée par rapport au prix coûtant, les chapitres de l'actif sont dépréciés d'une somme égale à cette moins-value.

2° Les créances sont inscrites à l'actif pour leur valeur de recouvrement probable, sous déduction de l'intérêt pour le temps à courir jusqu'à l'échéance, quand celle-ci est postérieure de plus de trois mois à la date du bilan.

3° Les éléments d'actif sujets à dépérir sont amortis de telle sorte qu'à l'expiration de leur durée normale d'utilisation, ils ne figurent plus à l'inventaire que pour mémoire. Le bilan doit faire ressortir explicitement le coût primitif des valeurs amorties, et les dépréciations dont elles ont été l'objet, en distinguant, parmi ces dépréciations, celles qui incombent à l'exercice qui vient de finir.

4° Les Statuts pourront disposer que les frais de premier établissement seront maintenus à l'actif et amortis par fractions dans un délai fixé. Un état détaillé de ces dépenses sera soumis par le Conseil d'administration à l'approbation de l'Assemblée générale appelée à statuer sur les comptes de l'exercice au cours duquel elles auront été faites.

Nous allons examiner si vraiment ces règles, qui deviendraient intangibles, sont applicables à tous les cas, si bien des fois elles n'offriraient pas des inconvénients et s'il est bien nécessaire de les édicter.

Certes, en principe, il est sage de ne faire figurer les valeurs à l'actif que pour leur prix d'acquisition, sans majoration lorsqu'elles ont acquis une plus-value, parce que cette plus-value n'étant pas réalisée, on risquerait d'amoindrir la situation financière en distribuant des bénéfices sans en avoir la contre-partie en disponibilités. On ne doit pas appauvrir la Société en réduisant son fonds de roulement.

Cette politique doit nécessairement être suivie par les Sociétés industrielles intéressées dans des industries connexes, par les Sociétés dites omnium, qui n'ont de disponible qu'un portefeuille de diverses affaires dont elles suivent la marche et répartissent les revenus qu'elles ont procurés.

Mais la généralisation de cette pratique n'est pas sans inconvénient, car il existe des Sociétés qui sont amenées à pratiquer d'une autre façon.

C'est ainsi que les banques ont pour principe d'évaluer leur portefeuille-titres d'après les cours pratiqués en fin d'exercice. Opérer autrement les inciterait à réaliser tout ou partie de leur portefeuille bien avant qu'il ait acquis sa véritable valeur, chaque fois que les produits des opérations de banque courantes seraient insuffisants pour assurer la fixité du dividende chère à la majorité des actionnaires. Qui en souffrirait le premier ? L'actionnaire qui perdrait les chances de plus-value ultérieure des éléments de l'actif de la Société à laquelle il est associé.

Il ne faudrait pas croire que les cours de bourse reflètent exactement la valeur des titres ; il y a bien des causes qui influent sur les cours : la rareté des transactions qui permet aux acheteurs de se dérober quand le portefeuille pressé veut réaliser, la mauvaise humeur des porteurs quand ils ne touchent pas de dividende ou que celui-ci est réduit, des besoins de réalisation en période de crise, etc...

Bien souvent, un titre de 500 fr qui ne produit temporairement que 10 fr de dividende n'est coté que 200 fr ; cela ne démontre pas que l'affaire a perdu de sa valeur intrinsèque, pas plus du reste qu'un cours au-dessus du pair, parce que le dividende est élevé, n'implique que l'actif de la Société, si elle entrait en liquidation, permettrait au dernier acheteur de rentrer dans ses débours.

On peut affirmer que la Bourse est bien aveugle quand elle apprécie la valeur d'une affaire, tandis que le Conseil d'administration d'une Société propriétaire d'un gros paquet de titres d'une autre, est généralement bien placé pour connaître la valeur des titres qu'elle a émis, puisqu'il dispose de moyens d'investigation qui font défaut à la Bourse.

Et au surplus, n'y aurait-il pas moyen, pour les besoins de la cause, de faire pratiquer au moment de la clôture de l'exercice, quelques cours avantageux en chargeant un ami de l'opération.

La question de l'évaluation de la valeur des approvisionnements est fort délicate ; il ne semble pas qu'une règle uniforme puisse être suivie et que fatalement leur valeur doive être ramenée aux cours de fin d'exercice.

En effet, cette évaluation doit varier suivant les com-

Digitized by Google

merces et les industries, suivant le mode d'utilisation ou de réalisation des matières premières et des matières fabriquées ou des marchandises.

Prenons un grand moulin : il s'approvisionne de blé et vend presque toujours sa production en farine à terme, livrable dans des délais prévus aux mercuriales, de telle sorte qu'achetant et vendant pour ainsi dire en même temps, il se place, pour les ventes, dans les mêmes conditions de prix que celles qu'il a subies pour ses achats. l'écart entre les deux prix constituant, outre le remboursement de ses dépenses de fabrication, son bénéfice industriel, celui qui doit lui être légitimement acquis. Pourquoi, en fin d'exercice, serait-il tenu d'évaluer ses stocks de blé et de farine à un prix qui peut être inférieur à ses prix de revient, alors qu'il est certain, grâce à ses ventes à terme, de les réaliser à un prix bien déterminé ?

Prenons encore une Société de gaz, une Société d'électricité : elles ont l'une et l'autre des stocks de tuyaux de plomb ou de câbles, qui seront aussi bien utilisés pour l'exploitation que pour le premier établissement. On ne voit pas la nécessité de ramener leur valeur à celle que leur donnent les cours de fin d'année. Agir ainsi aboutirait à ce que l'exploitation couvre une perte sur des matériaux qui seraient utilisés ultérieurement en immobilisations. Même pour les charbons que l'un et l'autre consomment, ramènerait-on la valeur du stock à un cours pratiqué en fin d'exercice ?

Nous représentons-nous les Compagnies de chemins de fer, les tramways évaluant leurs approvisionnements de toute nature, qui ne sont pas destinés à la vente, mais à l'exploitation ou aux immobilisations d'une autre manière que d'après les prix d'acquisition?

Envisageons la question au point de vue des Sociétés de constructions métallurgiques ou d'appareils. Elles aussi ont des approvisionnements, approvisionnements généraux, approvisionnements particuliers destinés à la construction du matériel, des appareils dont elles ont reçu commande et qui, bien que non encore usinés ou construits, n'en sont pas moins déjà vendus à un prix déterminé et qui ne pourra être débité dans les comptes qu'après livraison, mais dont le prix de vente a été basé sur le prix des matières au moment où la commande était reçue.

Pourquoi, dans ces conditions, la Société aurait-elle une obligation de procéder à une évaluation de ses approvisionnements à des prix autres que ceux d'acquisition?

Alors que les sociétés qui ouvrent des matières dont les cours sont fluctuants ont pour objectif de tirer de leur fabrication un bénéfice industriel en dehors de toute spéculation, toujours dangereuse sur les matières, on aboutirait, en fin d'année, à réduire ce bénéfice, normalement et réellement acquis, parce que les cours des matières ont fait l'objet d'une baisse temporaire juste à la clôture de l'exercice.

En cette matière, il faut distinguer et ne pas généraliser.

En ce qui concerne les créances, nous ne méconnaissons pas qu'il est indispensable de passer aux pertes tout ce qui est reconnu irrécouvrable ; mais s'il s'agit de créances d'un recouvrement douteux, il est fort difficile d'évaluer la perte qui sera subie, car même en cas de faillite, il est rare que le syndic soit en mesure d'indiquer, au cours de ses opérations de liquidation, l'importance du dividende probable.

Dans ces conditions, nous ne voyons pas bien sur quoi on pourrait étayer des griefs contre les administrateurs coupables de ne pas avoir évalué de façon suffisamment large la perte possible à enregistrer sur ces créances.

C'est une question de bonne foi, et nous croyons que tous les administrateurs de Sociétés sérieuses — elles sont la grande majorité — n'ont pas attendu une réglementation pour opérer comme le désire M. Doyen.

Nous abordons maintenant la question des amortissements, l'une de celles qui fait le plus couler d'encre et l'une aussi de celles qui offrent le plus de solutions, solutions qui découlent de chaque type de commerce ou d'industrie, mais qui ne peuvent être tranchées par avance.

Qu'entend-on par amortissement?

Le Larousse s'exprime ainsi : au point de vue industriel et commercial, l'amortissement est un système d'épargne appliqué à la reconstitution de capitaux à fonds perdu, et au remboursement des emprunts privés.

Un des meilleurs écrivains comptables, Louis Daubresse, de Mons, dans son ouvrage « Du Bilan et de l'Inventaire dans les Sociétés anonymes » expose ainsi la question :

Quel est le but de l'amortissement?

« Ou on lui donne celui de prévoir les dépréciations des valeurs immobilisées, en vue de leur remplacement qui s'imposera tôt ou tard, conception qui en fait un fonds de renouvellement des choses amorties ;

» Ou le but de parer, pour l'époque de la liquidation, à la moins-value des immobilisations, soit dit en d'autres termes, à maintenir intact l'actif social, qu'on retrouvera entier au cas de liquidation. »

Eug. Léautey dit, dans le « Dictionnaire du Commerce, de l'Industrie et de la Banque », publié sous la direction de M. Yves Guyot et A. Raffalovitch, que l'amortissement, au point de vue comptable, est la retenue portée soit aux frais généraux, soit aux profits et pertes d'une entreprise, en vue de reconstituer les dépréciations ou les déperditions diverses que subissent certaines parties de son actif réel.

On remarquera que, dans ces deux dernières citations, le mot amortissement devient synonyme de dépréciations, et que, dans la première, on désigne du même mot l'épargne constituée pour la reconstitution des capitaux immobilisés et le remboursement des emprunts.

Or, ce sont, à bien regarder, deux opérations distinctes.

L'amortissement d'une dette doit aboutir à un remboursement total, l'amortissement des immobilisations doit aboutir, à moins qu'il ne s'agisse de concessions dont tout l'actif devient propriété du concédant à l'expiration de la concession, ou encore de brevets ou de pro-

Digitized by Google

cédés de fabrication acquis, à une réduction ramenant la valeur de l'actif immobilisé à sa valeur de réalisation, vieux métaux, vieilles matières, si on envisage un outillage arrivé à usure complète.

On devrait donc employer l'expression dépréciations de préférence à celle d'amortissements chaque fois qu'il s'agit d'outillage, de bâtiments à destination nettement spécialisée et inutilisable autrement.

C'est cette expression de dépréciations que nous emploierons au cours de notre étude.

Comme on le sait, dès qu'un outillage a été mis en place, il a perdu de sa valeur même avant utilisation, qu'il s'agisse d'un outillage omnibus, utilisable dans d'autres industries similaires ou différentes, ou qu'il s'agisse d'un outillage spécial établi pour l'industrie qu'on veut exploiter.

Dès l'abord, par conséquent, les postes de l'actif représentant les immobilisations sont portés sur les livres pour un prix presque toujours impossible à réaliser, même lorsqu'il n'en a pas encore été fait usage. Donc, le bilan dressé pendant la période de construction ou de mise en train comprend des inexactitudes, au sens strict du mot.

Cette situation se prolonge pendant une certaine durée, car jusqu'à ce que, grâce à des prélèvements sur les comptes de résultats, on ait pu ramener la valeur de l'actif immobilisé à sa valeur vénale, il se sera écoulé quelques années.

Mais cette situation intérimaire doit se régulariser dans un délai aussi bref que les circonstances le permettront, et les circonstances découleront des résultats des opérations de la Société.

Quel est donc le principe qui dominera la détermination du montant des dépréciations à faire subir à l'actif immobilisé? Ce sera le plus ou moins d'ampleur des opérations sociales, les résultats qu'elles auront donnés.

En stipulant, soit dans une loi, soit dans les statuts, que les dépréciations seront fixées chaque année d'une façon fixe et invariable, on ne tient pas compte que toute industrie naissante, que tout atelier nouvellement construit ne donne pas immédiatement son plein rendement. L'utilisation totale de l'outillage, pendant le cours des premiers exercices ne peut être atteinte que progressivement, d'une part, parce que la Société doit faire connaître et apprécier ses produits, ce qui est fonction de temps, et que, d'autre part, la main-d'œuvre, même dirigée par des chefs habiles et connaissant bien leur métier, n'acquiert son plein rendement qu'au bout d'un certain temps : au début, il y a des tâtonnements, études et améliorations.

On voit tout de suite que, à ce compte, les Sociétés obligées de porter à leurs comptes de frais généraux ou de profits et pertes des dépréciations excessives au regard de leur chiffre d'affaires montreraient, durant les premiers exercices, des résultats décevants peu propres à attirer les capitalistes; ils mettraient les Sociétés qui se trouveraient avoir besoin de nouveaux capitaux, soit parce qu'elles voudraient développer leur production, soit parce que les devis de premier établissement auraient été dépassés et qu'on constaterait une insuffisance du capital précédemment souscrit, dans l'impossibilité de trouver de nouveaux capitaux, d'intéresser de nouveaux actionnaires. En présence de cette impossibilité, on aboutirait à une liquidation désastreuse infiniment plus onéreuse pour les actionnaires primitifs que la mention dans les comptes d'un actif insuffisamment déprécié.

Comment peut-on déterminer la loi des dépréciations? Dans un même atelier, il existe des machines dont l'usure est plus grande pour les unes que pour les autres. Cette usure est due en partie à la qualité du matériel parce que, suivant sa provenance, il a plus ou moins de durée pour un type identique; elle est due aussi à une plus ou moins grande utilisation, toutes les machines ne fonctionnant pas simultanément et pendant des temps égaux; le bon ou mauvais entretien intervient également. Des machines dureront 25 années, d'autres 5 seulement. Voit-on la loi ou les statuts prévoyant à la constitution de la Société, ce qui se passera dans toute son existence, alors que certaines parties du matériel auront été renouvelées plusieurs fois avec des types de plus en plus perfectionnés et de construction toute différente.

Encore faudrait-il admettre qu'un matériel est utilisé jusqu'à complète usure. Cela peut être vrai dans certaines industries réfractaires à toute amélioration, cela n'est pas recommandable dans toute industrie qui veut se maintenir à la hauteur des progrès et être en état de lutter contre des concurrents jeunes, nouvellement outillés, et partant de là disposant d'un matériel plus perfectionné.

On peut poser en fait qu'un matériel n'est pas utilisé jusqu'à destruction, qu'il est remplacé bien avant par des machines mieux adaptées aux besoins de la fabrication et qui, quelquefois, malgré leur perfection, coûtent encore meilleur marché que le prix payé pour les anciennes, grâce aux progrès de la fabrication et à l'abaissement du coût des matières premières qui entrent dans leur construction.

Un matériel se démode, il doit être rejeté, à cause de cela, bien longtemps avant qu'il ait cessé de pouvoir rendre des services.

Eh bien! si la loi ou des statuts peuvent, même en entrant dans un détail fastidieux, imposer des règles de dépréciations basées sur la durée probable des machines, ils ne peuvent faire état du démodage (qu'on excuse ce néologisme) qui surviendra inopinément, dans des conditions qu'il est impossible de prévoir.

On peut faire grief à un Conseil d'administration d'avoir, dans le silence de la loi et des statuts, insuffisamment calculé l'importance des dépréciations du matériel utilisé, cela serait impossible si la quotité de celles-ci était prévue, bien qu'au cours de l'exploitation on ait acquis la certitude que cette prévision était insuffisante. Le Conseil serait couvert, mais l'actionnaire n'en subirait pas moins les conséquences de cette imprévision.

Ce que nous disons du matériel est vrai également pour les constructions. On admet généralement que les

Digitized by Google

constructions ont une durée infiniment plus grande que le matériel. C'est exact, en effet, si l'on ne tient compte que de la vétusté de celles-ci, mais il est un facteur qu'on oublie, c'est que la construction est souvent le revêtement de machines, leur habit en quelque sorte, et que, si ces dernières deviennent inutilisables, la construction le devient également, parce que le nouveau matériel exige des constructions toutes différentes.

Enfin, on demande que les statuts limitent la durée pendant laquelle pourront figurer au bilan les frais de premier établissement autres que les immobilisations, consistant en frais de constitution, d'études, de voyages, d'essais, de recherches, etc.

La règle, en effet, est de faire disparaître, dans le plus bref délai, ces postes d'actif temporaires et ne représentant pas des valeurs réalisables.

Mais il est cependant des cas où il n'y a aucune nécessité d'opérer ainsi, notamment lorsqu'il s'agit de concessions. Une Société concessionnaire d'un service public, chemins de fer, distribution de gaz, d'eau, d'électricité, tramways ou omnibus jouit d'un monopole ou d'un quasi-monopole pour une période déterminée ; elle n'a pas à entrevoir la cessation de ses opérations avant l'expiration de la concession dont elle jouit. Qu'il s'agisse des frais de constitution proprement dits ou des études ou des frais avancés pour obtenir la concession, il n'y a aucune nécessité pour elle de procéder à un autre amortissement que celui qu'elle pratique pour l'ensemble de ses immobilisations. Elle est même justifiée à porter à ce compte les intérêts qu'elle a pu payer au capital actions ou obligations pendant la période de construction et l'administration ou les municipalités l'ont si bien admis qu'elles autorisent les Compagnies à agir ainsi, exemple l'exploitation au compte d'établissement des lignes de chemins de fer, pendant un certain temps, ou les clauses de reprise anticipée de certaines concessions.

Et même, pour les Sociétés dont la dissolution prématurée est à prévoir à tout moment, à moins que dès l'abord elles réalisent des bénéfices importants, il semble qu'on les place dans une situation défavorable aussi bien vis-à-vis des tiers avec lesquels elles traitent que vis-à-vis des actionnaires, en les obligeant à opérer des prélèvements importants sur leurs premiers bénéfices qui seront certainement inférieurs à ceux qu'elles seront en état de réaliser au bout de peu d'années d'exploitation.

Des exemples, des observations à l'appui de ce que nous venons d'avancer pourraient être multipliés à l'infini. Au surplus, M. l'expert Doyen le reconnaît, car il s'exprime ainsi :

« Aussi bien, n'est-il pas possible de tout prévoir, non plus que d'édicter des dispositions qui s'adaptent absolument à l'universalité des espèces. L'essentiel est de fixer des règles générales qui permettent de donner une solution aux difficultés les plus fréquentes révélées par la pratique. »

Et pourquoi incline-t-il à une réglementation après avoir constaté que, si certains États avaient légiféré à ce sujet, d'autres, et en particulier la Grande-Bretagne, en étaient restés au système de la liberté, système qui a donné de bons résultats dans ce dernier pays. Il attribue ces résultats à la solide organisation du corps des « Chartered accountants » et aux garanties qu'offre au public leur intervention comme « Auditors », autrement dit comme commissaires aux comptes. C'est parce qu'il n'existe pas en France d'organisation similaire qu'il conclut à la réglementation.

Or, qui empêche de créer cette organisation qui existe déjà, à l'état peut-être embryonnaire, mais qui existe cependant et qui a nom : la Compagnie des Experts comptables de Paris (experts du commerce et de l'industrie) ? Cette Compagnie n'est pas ignorée et M. Maurice Bellom, ingénieur en chef des Mines, professeur d'économie industrielle à l'École nationale supérieure des Mines, en relatait l'existence dès 1909, dans sa brochure : « Les Techniciens de la comptabilité ».

Peut-on prétendre que, dans un pays où existent de grandes banques, des industries considérables, des compagnies de transport terrestres ou maritimes de grande envergure, des compagnies de distribution de gaz, d'eau, d'électricité importantes, voire même des entreprises particulières de premier ordre, dans bon nombre de commerces et d'industries, on ne trouverait pas un ensemble de comptables exercés, honorables, indépendants parce que pourvus de situations qui les mettent à l'abri du soupçon de partialité ou de dépendance? C'est méconnaître nos qualités, c'est justifier le défaut qui nous est reproché : de nous dénigrer entre nous, ce dont l'étranger se hâte de profiter.

Il ne faudrait pas beaucoup d'efforts pour qu'une association de ces comptables exercés et connaissant les particularités des Sociétés dont ils assurent la sincérité des comptes créent une ou plutôt des doctrines s'adaptant aux nécessités des différents genres de commerce ou d'industrie. Et on aurait ainsi des avis autorisés émanant de personnalités que la pratique a formées.

Qu'a-t-on en vue en demandant la réglementation ? La sécurité des créanciers ou celle des actionnaires ?

Est-il nécessaire de créer un statut spécial en matière de Société, en faveur des créanciers qui, lorsqu'ils font du négoce avec un particulier, n'ont pas les mêmes garanties? A un certain point de vue, le créancier est plus intéressant que l'actionnaire. Quelles sont ses garanties quand il effectue des fournitures à un commerçant ? Nous savons bien que le commerçant défaillant est tenu sur toute sa fortune, tandis que la garantie offerte par la Société est limitée à son capital et qu'elle disparaissant il n'y a pas de recours contre l'actionnaire, dès l'instant qu'il a totalement versé le montant de son engagement. Mais cette différence dans la garantie est bien illusoire.

S'il s'agit de l'intérêt de l'actionnaire seul, il ne semble pas qu'on doive faire une différence entre lui et le commanditaire d'une Société en nom collectif. Si ce dernier a le droit de vérifier ou de faire vérifier la comptabilité, il n'a pas le droit de s'immiscer dans la

Digitized by Google

gestion de l'affaire dans laquelle il a engagé ses capitaux, il ne peut pas changer son associé, ni même s'en séparer, sauf cas graves, tandis que l'actionnaire qui fait vérifier les comptes de la Société par un mandataire, le commissaire aux comptes, a toujours le pouvoir de remplacer le Conseil d'administration si la majorité des actionnaires juge que celui-ci est incapable ou imprudent.

On dira que ce droit est inexistant parce que le Conseil a toutes facilités pour se constituer une majorité. Interdisez aux membres du Conseil d'administration et à tous agents rétribués par la Société de représenter des actionnaires, obligez l'actionnaire à choisir lui-même son mandataire et vous aurez résolu la question. Obtenez aussi que l'actionnaire qui ne s'intéresse à la Société que pour en connaître les résultats à percevoir ne se cache pas et consente à assister aux assemblées générales, ce qui malheureusement n'est pas le cas dans presque toutes les Sociétés dont les titres jouissent d'une grande diffusion.

En outre, y a-t-il tant de Sociétés dans lesquelles il soit fait litière des règles de la saine prévoyance? Pour notre compte, nous n'en connaissons guère et si l'on parcourt la liste fort longue des valeurs cotées au parquet, et même en coulisse, on n'en trouve qu'un bien petit nombre.

Cette constatation ne concerne que les Sociétés françaises, car si des Sociétés étrangères dont les titres sont répandus en France n'offrent pas la même sévérité dans l'établissement de leurs bilans, la loi qui serait édictée n'aurait aucune prise sur elles.

Y aurait-il donc lieu de légiférer pour des exceptions? Et la loi serait-elle sûrement appliquée si les dirigeants ne sont pas scrupuleux?

Alors que, peuple imbu d'idées de liberté, nous luttons contre tout ce qui peut encore être tyrannique dans le monde, que nos sympathies vont vers les tentatives que les peuples opprimés font pour se libérer, il semble que, par un reste des servitudes du passé, nous éprouvons le besoin d'aliéner ces libertés en demandant aux pouvoirs publics de réglementer nos moindres gestes. Qu'il s'agisse de questions de travail, de questions de placements, c'est toujours vers l'État despote que les regards de beaucoup se tournent.

Notre commerce, notre industrie ont besoin, pour les luttes que nous aurons à subir après la conclusion de la paix, du concours de toutes les initiatives; il se trouvera peut-être, parmi les hommes qui n'hésiteront pas à se jeter dans cette mêlée, des imprudents et des fripons, mais faut-il, pour empêcher quelques victimes de perdre un argent qu'elles n'auront pas su confier en de bonnes mains, gêner les honnêtes gens qui travailleront au développement de notre commerce, qui feront de nouveau étinceler sur les marchés du monde le nom de notre cher pays et qui s'efforceront de démontrer la supériorité de notre production comparativement à celle de nos ennemis.

Bien loin de reprocher un excès d'imprudence à nos industriels et à nos négociants, aux Sociétés qui petit à petit se sont substituées à eux parce que l'immensité des capitaux à mettre en œuvre allait croissant et que la puissance des particuliers pris isolément était insuffisante pour atteindre les buts rêvés, on pourrait leur faire grief d'être trop timorés, de ne pas assez risquer, de trop sacrifier à la constitution de réserves et de ne pas oser exposer de nouvelles sommes dans leur outillage dès que celui-ci n'est plus à la hauteur des besoins, ne rend plus ce que d'autres mieux outillés sont en état de produire plus économiquement. Il est de nombreux cas où, même lorsque l'outillage n'est pas encore totalement amorti, il est nécessaire de le réformer. Pourquoi irions-nous obliger ces Sociétés à inscrire une perte immédiate plutôt que leur laisser la faculté de continuer l'amortissement graduel grâce aux bons rendements que le nouvel outillage leur procurerait?

Et enfin, qu'importe la perte de quelques capitaux si beaucoup d'autres sont productifs?

En concluant, nous nous permettrons de citer les constatations que faisait déjà, il y a plus de trente ans, en 1885, M. F. Didier, secrétaire général de la Compagnie des forges de Châtillon et Commentry, dans une brochure intitulée : « Étude sur l'inventaire des Sociétés industrielles ».

« Dans les 20 à 25 dernières années, la grande industrie française a réalisé un double progrès : le perfectionnement de son outillage qui la place, aujourd'hui, au niveau des industries étrangères les plus renommées, et la gestion économique de ses intérêts.

» Si on lit attentivement l'histoire des Sociétés écrite dans leurs comptes rendus annuels, on remarquera combien, il est question plus qu'autrefois d'inventaires dressés sévèrement, de l'obligation de constituer de fortes réserves, soit pour entretenir et renouveler les moyens d'action, soit pour parer aux crises et uniformiser le revenu des capitaux engagés.

» Aujourd'hui, on solde les emprunts, on évite d'en contracter de nouveaux, on redoute de plus en plus de léguer des charges à l'avenir, on réduit, par des amortissements énergiques, les immobilisations, ce chapitre des bilans si fécond en surprises dans le passé. »

Les Conseils d'administration de nos grandes affaires n'ont donc pas attendu d'y être obligés pour garantir leurs mandants contre tout mécompte, pour assurer la vitalité de l'industrie qu'ils exploitaient. Ils ont persévéré dans leurs méthodes prudentes, aussi leur a-t-on souvent fait reproche de trop thésauriser, d'avoir trop de propension à constituer des réserves de toutes sortes pour réduire les dividendes et en maintenir la régularité. Aucune prescription légale ne les y obligeant, il n'y a pas de motifs nouveaux justifiant qu'il en soit fait autrement à l'heure actuelle.

L. Rosenfeld,

Membre de la Compagnie des Experts-Comptables de Paris. Chef de la Comptabilité générale de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité.

Digitized by Google

// REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 8. — 25 AOUT 1917.

Chronique. — L'œuvre de Vaschy en téléphonie à grande distance. — L'Enseignement technique supérieur. — Cours, conférences et travaux pratiques de l'Institut électrotechnique et de mécanique appliquée de Nancy pendant l'année 1917-1918. — Bibliographie : Modern Illuminants and Illuminating Engineering, p. 281, 282, 283 et 284.

Section scientifique et technique. — Sur le réglage des postes radiotélégraphiques à ondes entretenues produites par machines à haute fréquence, par J. BETHENOD, p. 285. — La contribution des ingénieurs français à la téléphonie à grande distance par câbles souterrains : VASCHY et BARBARAT, p. 288. — Revues, analyses et informations : Application des méthodes radiotélégraphiques de réception à la télégraphie par câble, p. 295; La portée des postes de télégraphie sans fil, p. 296; Précautions à prendre pendant le fonctionnement des installations radiotélégraphiques, p. 303.

Section industrielle. — Poste de transformation de l'usine A. Citroën, par A.-S. MILHOUD, p. 305. — Revues, analyses et informations : Sous-stations de traction à redresseur à mercure, p. 311; Etablissement d'un réseau électrique secondaire en aluminium sur les monts de Lutry, p. 313; Une centrale doit-elle faire l'installation intérieure des habitations ? p. 313.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Société Nantaise d'éclairage et de force par l'électricité, p. 315; — Revues, analyses et informations : L'économie industrielle de la Suisse, p. 315.

Section de législation. — Domaine public : Etablissement des tramways électriques et des conducteurs d'énergie, par Paul BOUGAULT, p. 317.

L'œuvre de Vaschy en téléphonie à grande distance. — La modestie est une qualité que les savants français ont toujours tenu à honneur de cultiver. Mais une qualité n'est pas exempte d'inconvénients et la science allemande est venue nous le démontrer une fois de plus en s'attribuant comme originaux des travaux qui n'étaient que des démarquages des travaux de nos propres savants. Aussi ne saurait-on trop remercier ceux qui, à l'heure actuelle, ne pouvant participer physiquement à la défense nationale, utilisent leur érudition à la défense de notre patrimoine intellectuel en montrant que, dans les applications des sciences aussi bien que dans les sciences elles-mêmes, le génie français fut le plus souvent un précurseur.

C'est dans cet esprit que nous publions plus loin, pages 288 à 295, une étude d'un des membres de notre Comité de rédaction, M. X. Devaux-Charbonnel, où est mis en évidence le rôle prépondérant de deux de nos ingénieurs des télégraphes, Vaschy et Barbarat, dans la réalisation de la téléphonie à grande distance par l'augmentation de la self-induction naturelle des lignes au moyen, soit d'un fil de fer enroulé sur l'âme de cuivre des conducteurs, soit de bobines d'inductance convenablement réparties sur ceux-ci. On y verra que Vaschy pour l'étude théorique, M. Barbarat pour la réalisation pratique, furent bien les précurseurs de Pupin et de Krarup dans les perfectionnements que ceux-ci ont apportés aux lignes téléphoniques et qui ont rendu possible la transmission de la parole à très grande distance.

On y verra aussi que, dans une lettre adressée récemment à l'Académie des Sciences à l'occasion d'un prix

Vaschy.

qu'elle lui a décerné, M. Pupin a loyalement proclamé que ses recherches avaient été inspirées par les travaux

Digitized by Google

des savants et ingénieurs français notamment par les travaux de Vaschy Cet hommage est d'autant plus mérité que Vaschy a payé de sa vie son amour de la science : c'est en effet à la suite d'un surmenage intensif qu'il succomba, dans les derniers mois de 1899, alors qu'il n'avait que quarante-deux ans.

Nous n'avons pas à rappeler ici l'œuvre de Vaschy : la plupart de nos lecteurs la connaissent par la lecture des deux volumes de son « Traité d'électricité et de magnétisme » publiés en 1890, par celle de sa « Théorie de l'électricité », enfin par celle des nombreux articles qu'il a fait paraître, tant dans les derniers volumes de « La Lumière électrique » que dans les premiers volumes de « l'Eclairage électrique », de 1890 à 1900.

Ajoutons que l'étude de M. X. Devaux-Charbonnel était primitivement destinée aux « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones » et c'est à la complaisance de M. A. Dennery, directeur de ces Annales, que nous devons de la faire connaître à nos lecteurs. C'est également à M. Dennery que nous sommes redevables de la photographie de Vaschy, reproduite ci-dessus et qui date de 1878, époque à laquelle Vaschy était élève à l'École polytechnique.

L'enseignement technique supérieur. Vœux émis par la Société des ingénieurs civils de France dans sa séance du 6 juillet 1917. — Nous avons, dans la chronique de la « R. G. E. », tenu nos lecteurs au courant de la discussion qui avait suivi, à la Société des ingénieurs civils, la communication faite par M. Léon Guillet, le 3 novembre 1916. Nous avons signalé, dans notre numéro du 14 juillet, p. 42, que cette discussion avait été close par le vote des vœux élaborés par la Commission de cinq membres : MM. Hillairet, président ; Chagnaud, Gruner et Suss, membres, et Léon Guillet, rapporteur, élus par le Comité de la Société pour répondre au désir manifesté par le ministre du Commerce et de l'Industrie de connaître l'avis de la Société « sur les améliorations qu'elle estime devoir être apportées à l'enseignement technique supérieur ». Voici, in extenso, les vœux émis par le Comité :

I. *Vœux relatifs à l'enseignement secondaire et à la préparation aux grandes Écoles.* — 1° Le Comité demande la revision des programmes de l'enseignement secondaire et des méthodes de cet enseignement, la suppression des deux cycles et la simplification des sections en prenant pour base, de préférence pour les jeunes gens qui se destinent à la carrière d'ingénieur, la section latin-sciences, avec addition de quelques notions de grec au point de vue étymologique, développement des langues vivantes, introduction du travail manuel.

Cet enseignement devra être allégé, notamment par la suppression de certaines répétitions, et complété par l'adoption de tous les moyens propres à développer le travail personnel et l'esprit d'initiative des élèves.

Cette revision sera confiée à un Conseil supérieur comprenant des représentants de tous les intérêts et dans lequel toutes les industries seront largement représentées.

Comme sanction il sera délivré un certificat d'études secondaires, basé sur les notes obtenues au cours des dernières années d'études.

2° Au point de vue des classes de mathématiques spéciales, le Comité demande :

a) Qu'une revision des programmes soit effectuée en vue de leur allégement, et que la classe dite « Mathématiques spéciales préparatoires » soit consacrée plus particulièrement à l'étude des mathématiques élémentaires supérieures et reprenne son ancien titre : « Classe de mathématiques élémentaires supérieures ».

b) Que cet enseignement « Mathématiques élémentaires supérieures », et « Mathématiques spéciales », soit maintenu dans les lycées, mais à la condition expresse que le niveau de l'enseignement de ces classes ne soit plus réglé sur celui du concours de l'École normale supérieure [1], et que la préparation à cette École soit faite dans quelques lycées seulement en une classe de mathématiques spéciales supérieures, entièrement comparable à la classe de « Rhétorique supérieure » qui prépare à l'École normale lettres.

c) Que le temps consacré à ces études « Mathématiques élémentaires supérieures » et « Mathématiques spéciales » ne dépasse pas deux années.

d) Que soit donné, à la fin de ces deux années d'études, un certificat d'études spéciales basé exclusivement sur toutes les notes obtenues dans ces deux classes.

e) Que, pour faciliter l'appréciation de la valeur des candidats, il soit tenu compte des notes et certificats obtenus au cours des études préparatoires.

f) Que les cours et études aient une durée d'au moins neuf mois par année scolaire, et ne soient pas écourtés, ainsi qu'il a été fait dans les dernières années.

II. *Vœux relatifs aux grandes Écoles.* — 1° Le Comité demande que les compléments de sciences pures non contenus dans les programmes de mathématiques spéciales revisés comme il a été dit soient donnés aux élèves en conformité avec les exigences de l'enseignement propre à chaque École ;

2° Le Comité déclare qu'il y a nécessité absolue à maintenir l'ordre le plus complet et la régularité la plus grande dans les cours et exercices des grandes Écoles et Universités, tant en ce qui concerne l'enseignement des professeurs que le travail des élèves, conditions essentielles de la formation des ingénieurs pour leurs études et leur avenir ;

3° Le Comité demande que l'enseignement encyclopédique, quel que soit le caractère propre à chaque École, soit maintenu comme base de formation de tous les ingénieurs, la spécialisation ne pouvant que succéder à cette formation ;

4° Le Comité demande que toutes mesures nécessaires soient prises pour obliger l'élève à un réel effort personnel d'initiative et que, notamment, les travaux pratiques soient développés en parallèle avec l'enseignement ;

5° Le Comité demande que l'on fasse subir une diminution sensible aux leçons *ex cathedra*, qu'une orientation très nette soit donnée aux cours vers un enseignement oral moins descriptif, et qu'il soit distribué aux élèves tous documents scientifiques, techniques, économiques, ayant pour but de diminuer l'importance des notes prises au cours

[1] Si l'on se rappelle ce qui a été dit et écrit bien souvent au cours des débats, on sera surpris de trouver ici le nom de l'École normale au lieu de celui de l'École polytechnique. En effet, tandis que personne n'a parlé de la première, l'enseignement, ou plutôt le programme d'admission de la seconde, critiqué par M. Guillet dans son premier exposé et ensuite par plusieurs orateurs, a occupé une partie importante de la discussion. Ainsi que nous l'avons fait remarquer, de fort habiles défenses présentées par les polytechniciens les plus éminents ont, d'ailleurs, été opposées à ces critiques.

Digitized by Google

des leçons et de servir de base à la documentation du futur ingénieur;

6° Le Comité demande qu'un contact plus intime et très continu ait lieu entre le corps enseignant et les élèves, et qu'il soit développé ou créé à cet effet des assistants qui, sous la dépendance immédiate des professeurs, suivent les élèves dans tous leurs exercices et études ;

7° Le Comité demande que le personnel dirigeant soit choisi parmi les personnes qui ont participé à la vie industrielle du pays et que les professeurs des cours techniques soient recrutés dans la profession ;

8° Le Comité estime qu'il est indispensable de développer les stages d'usine et les voyages d'étude en France et à l'étranger et qu'à cet effet une collaboration plus intime soit recherchée entre les établissements industriels et les Écoles techniques supérieures ;

9° Le Comité demande que des notions générales d'administrations soient introduites dans l'enseignement et que les professeurs de sciences industrielles attirent l'attention des élèves sur l'importance vitale des questions économiques ayant trait à leur enseignement.

10° Le Comité demande, dans le but d'accroître l'influence française à l'étranger, que les grandes Écoles prennent toutes mesures pour admettre, en dehors de leurs contingents normaux, des *élèves étrangers* pouvant suivre tout ou partie de l'enseignement ;

11° Le Comité demande que les cours des grandes Écoles soient, dans la mesure du possible, ouverts à des auditeurs libres.

III. *Vœu relatif au service militaire.* — Le Comité déclare qu'il y a nécessité d'organiser ou de maintenir dans toutes les écoles techniques supérieures une instruction militaire régulière, de leur accorder à toutes les mêmes prérogatives et, dans l'hypothèse des trois années de service militaire, que le temps passé dans les grandes Écoles soit compté pour deux ans de service et que l'année de service effectif soit divisée comme suit :

6 mois de présence au corps et

6 mois dans les services de l'État ou des industriels susceptibles de concourir à la Défense nationale pour les officiers des services techniques, ou 6 mois dans un camp d'instruction ou une école militaire d'application, pour les officiers de troupe.

IV. *Vœu concernant l'enseignement post-scolaire* — 1° Le Comité déclare qu'il est indispensable de créer divers centres d'enseignement supérieur post-scolaire spécialisés, notamment en ce qui concerne (en dehors des questions agricoles) :

a) La mécanique et les constructions métalliques ;

b) La métallurgie ;

c) La chimie ;

d) Les textiles ;

e) Les travaux publics et chemins de fer ;

f) Les constructions navales :

Que ces créations soient effectuées dans le même esprit que celui qui a présidé à la création de l'École supérieure d'Électricité.

2° Le Comité demande que les grandes Écoles et les centres scientifiques techniques ou industriels organisent en dehors de l'année scolaire normale des cours et travaux pratiques de faible durée sur des sujets déterminés permettant aux ingénieurs en fonctions dans l'industrie de recevoir les compléments d'instruction correspondant aux progrès les plus récents de la science et de l'industrie.

V. *Vœux généraux.* — 1° Le Comité demande que, pour faciliter le séjour des élèves dans les grandes Écoles, il soit développé ou créé, pour chaque école, une association permettant de venir en aide par des prêts sans intérêts, dits prêts d'honneur pendant le cours de leurs études à l'école, aux élèves dont les ressources deviendraient insuffisantes.

2° Le Comité émet le vœu que l'État puisse recruter les ingénieurs de ses corps non seulement suivant les modes actuels, mais encore par un concours largement ouvert institué à l'entrée dans la carrière et dont le programme corresponde aux connaissances techniques et pratiques exigées par les fonctions à remplir.

Pour déterminer les conditions de réalisation de ce vœu, il serait nommé une Commission dans laquelle seraient représentés les ingénieurs au corps, les professeurs des enseignements supérieurs et les représentants des industries intéressées.

3° En terminant, le Comité émet le dernier vœu suivant, auquel elle attache la plus haute importance.

Que le nombre d'années consacrées aux études préparatoires, aux études faites dans les grandes Écoles et au service militaire soit tel que l'ingénieur entre dans l'industrie à un âge qui ne dépasse pas vingt-trois ans.

Cours, conférences et travaux pratiques de l'Institut électrotechnique et de mécanique appliquée de Nancy pendant l'année scolaire 1917-1918. — Malgré la situation de Nancy à proximité du front et les difficultés qui en sont résultées pour l'Université au début de la guerre, l'Institut électrotechnique a continué à assurer d'une manière normale la formation théorique et technique de ses élèves, ainsi qu'en témoignent les promotions d'ingénieurs mécaniciens et d'ingénieurs électriciens qui en sont sorties ces trois dernières années.

L'enseignement sera donné dans les mêmes conditions que précédemment pendant l'année scolaire 1917-1918, conformément au programme ci-après :

Première année. — *Mathématiques.* Programme de la préparation au certificat de mathématiques générales : *Calcul différentiel et intégral*, deux cours par semaine toute l'année. *Géométrie analytique*, deux cours pendant le premier trimestre. *Mécanique rationnelle*, deux cours pendant le second semestre. *Travaux pratiques numériques et graphiques*, deux séances par semaine toute l'année. Interrogation par groupes.

Physique. (Unités, hydrostatique, chaleur), deux cours. *Travaux pratiques*, une séance.

Sidérurgie et technologie, deux cours. *Dessin*, deux séances. *Atelier*, une séance par semaine.

Deuxième année. — Programme commun aux deux sections :

Physique. Électricité, deux cours. *Thermodynamique*, un cours. *Travaux pratiques*, une séance par semaine.

Mécanique appliquée, un cours. *Résistance des matériaux, statique graphique, éléments de machines*, deux cours. *Travaux pratiques numériques*, une séance. *Dessins et projets* deux séances par semaine.

Partie spéciale aux électriciens. *Chimie*, deux cours et une séance de travaux pratiques par semaine. *Physique*, cours et travaux facultatifs préparatoires au certificat de physique générale.

Partie spéciale aux mécaniciens, tirée du programme de

Digitized by Google

la préparation au certificat de mécanique appliquée. *Compléments sur l'électricité, les éléments de machines, les chaudières, l'hydraulique*, deux cours et une séance de dessin par par semaine.

Troisième année. — *Mécanique*. Préparation au diplôme d'ingénieur.

Moteurs thermiques et hydrauliques, cinq cours par semaine. *Travaux pratiques au laboratoire de mécanique*, douze séances d'une journée.

Projets de machines, cinq projets fondamentaux de machines thermiques et hydrauliques et d'appareils de levage.

Electrotechnique, trois cours par semaine pour essais fondamentaux de machines électriques et dynamos.

La rentrée est fixée au 3 novembre.

Bibliographie : Modern Illuminants and Illuminating Engineering, par Léon Gaster et J.-S. Dow (1). — Par cet ouvrage, dont le titre peut être traduit *Les sources de lumière modernes et l'art de l'ingénieur éclairagiste*, les auteurs ont donné, ce qui manquait jusqu'à présent, une vue d'ensemble sur tout le champ de l'art de l'ingénieur-éclairagiste. Ils l'ont fait avec la compétence toute spéciale qui résulte de leur longue pratique de ces questions. M. Gaster est bien connu de nos lecteurs comme secrétaire honoraire de la Société des Ingénieurs-éclairagistes, et M Dow comme sociétaire et comme auteur de plusieurs travaux importants en optique physiologique et en photométrie.

Le premier chapitre est surtout historique. Les idées fondamentales à propos de l'éclairage et le développement des sources primitives de lumière y sont exposés depuis les temps les plus anciens; le chapitre est complété par une description des plus récents progrès dans l'emploi de la lumière artificielle et du mouvement de la technique éclairagiste, qui a progressé si rapidement en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis pendant les dix dernières années.

Ce chapitre est suivi par d'autres sur le gaz, l'électricité, l'acétylène, le pétrole, le gaz à l'air, l'huile et les autres sources de lumière. Après avoir ainsi traité de celles-ci, les auteurs consacrent deux parties à l'effet de la lumière sur l'œil et à la mesure de l'intensité lumineuse. Ils étudient l'emploi convenable de la lumière pour les divers buts d'éclairage, l'élimination de l'éclat et du halo, l'effet des contrastes, et la façon dont se comporte l'œil pour des éclairements fort et faible; ils y ajoutent quelques renseignements très curieux sur les effets physiologiques de la lumière colorée et des rayons ultra-violets Ceci conduit à une discussion sur la couleur en général, au cours de laquelle sont abordés les principes fondamentaux relatifs au rendement de la production de la lumière, à l'influence des différentes lumières colorées sur l'apparence des objets colorés, et à la production de la « lumière du jour artificielle ».

Dans le chapitre suivant sur les « globes, abat-jour et les réflecteurs » les auteurs analysent les principales conditions à remplir dans l'usage de ces accessoires, et leur utilité comme écrans autour des sources trop brillantes, ou pour diriger les rayons vers les régions où ils sont le plus nécessaires, ou pour modifier les ombres.

(1) Un volume, 22 cm × 15 cm, 462 pages, 204 figures. Whittaker and Co, éditeur, 2, White Hart Street, Paternoster Squarre, London E. C., éditeur.

Après avoir passé, en une succession logique, de la source de lumière à son effet sur l'œil et ensuite aux procédés de distribution de ses rayons, l'ouvrage présente deux chapitres terminaux consacrés aux applications pratiques. Le premier de ceux-ci traite de l'éclairage intérieur et envisage maints sujets utiles tels que l'éclairage des ateliers, des écoles, des bibliothèques, des magasins, des églises. Dans le chapitre final on trouve une discussion sur l'éclairage des rues, des chemins de fer et sur d'autres problèmes d'éclairage extérieur.

L'ouvrage est fort bien illustré par un grand nombre de photographies et de gravures spéciales montrant par des exemples pratiques les caractéristiques d'un bon et d'un mauvais éclairage; il se réfère fréquemment aux intéressantes discussions de la « London Illuminating Engineering Society » (Société des ingénieurs-éclairagistes de Londres). Les caractères de toutes les variétés de sources de lumière modernes et leurs applications principales sont étudiés d'une manière absolument impartiale.

Une particularité intéressante de ce livre est la série de références permettant au lecteur d'étudier plus en détails les sujets abordés. Une bibliographie des principaux travaux sur la lumière, l'éclairage et les sujets connexes termine l'ouvrage.

Ce livre nous intéresse également en faisant ressortir la valeur des résultats obtenus en Grande-Bretagne par le mouvement éclairagiste qui a groupé les gens intéressés par les différentes méthodes d'éclairage, tant en ce qui concerne la production que l'emploi. Cette coopération a permis de recueillir des renseignements sur maint point d'intérêt général, particulièrement à propos de l'étude des usages convenables de la lumière et des meilleures méthodes d'adapter les lampes et les applications de la lumière aux différents problèmes pratiques.

Cet ouvrage ne fait pas double emploi avec ceux qui ont été publiés ces dernières années sur les questions d'éclairage et de photométrie, car il est rédigé dans un autre esprit.

Il ne donne que la place strictement nécessaire aux questions de théorie pure pour mettre le lecteur au courant des grandeurs et des mesures utiles dans l'art de l'éclairage; et des notions physiologiques qui s'y rapportent ce n'est pas faute pour les auteurs, de connaitre très à fond, ces questions sur lesquelles ils ont fait antérieurement d'autres publications; mais ils ont préféré envisager l'éclairage au point de vue pratique de l'ingénieur et dans un esprit très positif en s'appuyant sur de nombreuses observations et exemples et en en déduisant des conclusions facilement utilisables pour tous ceux qui voudront bien se rendre compte que l'art de l'éclairage est devenu aujourd'hui une spécialité de l'ingénieur au même titre que le chauffage, la ventilation et l'organisation des ateliers.

La lecture de cet ouvrage, qui est attrayante, peut contribuer à développer très utilement dans notre pays l'intérêt que l'on commence à prendre aux questions d'éclairage, pour lesquelles nous sommes restés encore en retard par rapport à nos confrères américains et anglais; en particulier les électriciens y trouveront, sous une forme facilement assimilable, une revue complète du sujet et une mise au point tout à fait moderne des aspects complexes qu'il comporte.

A. Blondel.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur le réglage des postes radiotélégraphiques à ondes entretenues produites par machines à haute fréquence

Poursuivant une étude commencée en 1915 dans « La Lumière électrique », l'auteur se propose de mettre en évidence l'intérêt pratique d'un cas particulier des formules générales. Un exemple numérique permet de vérifier l'extrême simplicité des calculs.

Même, lorsque l'on dispose d'un alternateur à haute fréquence produisant directement la fréquence requise, l'emploi d'un transformateur intermédiaire entre cet alternateur et l'antenne constitue souvent une nécessité qui se comprend d'elle-même. La force électromotrice est en effet généralement limitée, pour des questions d'isolation, à une valeur inférieure à celle qu'exigerait la résistance ohmique apparente de l'antenne pour mettre en jeu toute la puissance de l'alternateur ; d'ailleurs, les machines à haute fréquence connues jusqu'ici ne comportent toujours qu'un seul conducteur par entaille (pour des raisons évidentes), et par conséquent, la force électromotrice ne peut être modifiée que par échelons, au moyen de couplages des enroulements, couplages d'ailleurs parfois peu avantageux.

Une solution immédiate pour atteindre le but proposé consisterait évidemment à utiliser un transformateur à noyau ferro-magnétique, analogue à ceux employés dans l'industrie. Mais un semblable appareil est évidemment d'une construction assez délicate et coûteuse, notamment en raison de l'emploi obligatoire de tôles extra-minces, et la discussion des formules déjà établies dans une étude antérieure (¹) conduit à une autre solution qui présente, indépendamment de sa simplicité d'exécution, quelques avantages spéciaux. Si on se reporte à ladite étude, p. 3, l'on constate facilement que le réglage particulier caractérisé par

$$\theta_1 = \theta_2 = 0$$

correspond à une simplification extrême des formules. En outre, le courant I_1 est en phase avec la force électromotrice de l'alternateur.

Il serait aisé de partir des formules générales établies dans l'article précité pour discuter ce cas particulier; toutefois, en raison de son importance pratique, nous avons cru intéressant de donner ci-après une démonstration directe des formules qui le caractérisent.

(¹) J. Bethenod. Sur le réglage des postes radiotélégraphiques à ondes entretenues produites par machines à haute fréquence. *La Lumière électrique*, 2 octobre 1915, t. XXXI (2ᵉ série), n° 38, p. 1.

Considérons le schéma de la figure 1 ci-jointe ; entre l'antenne et la terre se trouve embrochée une self-inductance telle que l'impédance du résonnateur *R* équivalant au système antenne-self-inductance-terre se réduit à sa résistance ohmique apparente R_2 tenant compte du rayonnement ; en d'autres termes, si C_2 est la capacité

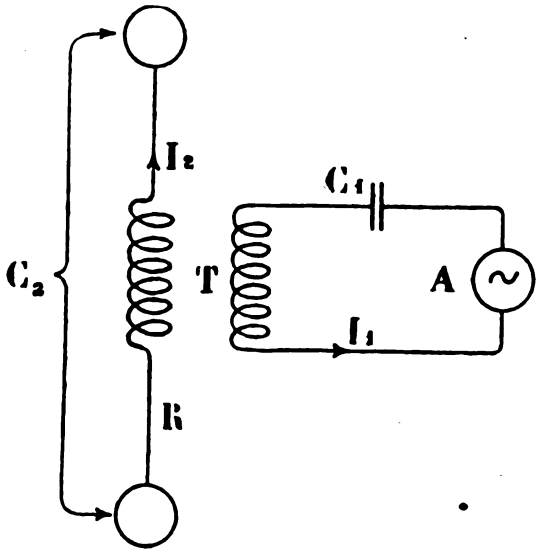


Fig. 1.

de l'antenne, la self-inductance totale L_2 du système en question est ajustée de manière que l'égalité

$$(1) \qquad \omega^2 L_2 C_2 = 1$$

soit satisfaite, ω étant la pulsation qui correspond à la longueur d'onde du poste.

D'autre part, l'alternateur A agit sur le circuit oscillant ainsi défini au moyen d'un transformateur Tesla (à accouplement réglable de préférence) analogue à ceux usités dans les postes radiotélégraphiques à étincelle, et une capacité C_1 est intercalée dans le circuit formé par

Digitized by Google

l'alternateur A et l'enroulement primaire de ce transformateur Tesla. Si on désigne par L_1 la self-inductance totale de ce circuit (y compris celle représentant, en première approximation, l'effet de la réaction d'induit de l'alternateur), nous réglerons la capacité C_1 de façon à réaliser encore l'égalité

$$\omega^2 L_1 C_1 = 1. \tag{2}$$

En définitive, on peut dire d'après les égalités (1) et (2) que nous accordons simultanément sur la fréquence de l'alternateur le circuit primaire et le circuit équivalant à l'antenne, considérés comme isolés l'un de l'autre.

Cela posé, désignons par :

e, la force électromotrice de l'alternateur A, à un instant quelconque ;

i_1, le courant primaire instantané ;

i_2, celui qui circule dans le circuit secondaire, équivalent à l'antenne ;

M, le coefficient d'induction mutuelle du transformateur Tesla. En vertu des hypothèses (1) et (2), nous n'avons à tenir compte dans les calculs que de l'effet Joule et de l'induction mutuelle ; on peut donc écrire :

$$\left\{\begin{aligned} e &= R_1 i_1 + M\frac{di_2}{dt} \\ 0 &= R_2 i_2 + M\frac{di_1}{dt}. \end{aligned}\right. \tag{3}$$

Tirant i_2 de la seconde équation, et substituant dans la première, on obtient immédiatement :

$$e = R_1 i_1 - \frac{M^2}{R_2} \times \frac{d^2 i_1}{dt^2}.$$

Si donc e est de la forme :

$$e = E\sqrt{2}\sin\omega t,$$

i_2 sera égal à $I_1\sqrt{2}\sin\omega t$, la valeur efficace I_1 ayant pour expression

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + \dfrac{M^2\omega^2}{R_2}}. \tag{4}$$

D'autre part, la seconde équation (3) donne immédiatement pour l'intensité efficace I_2 du courant i_2 :

$$I_2 = \frac{M\omega}{R_2} I_1$$

c'est-à-dire :

$$I_2 = \frac{M\omega E}{R_1 R_2 + M^2\omega^2}. \tag{5}$$

Discussion. — Les expressions ci-dessus montrent qu'avec le réglage défini plus haut tout se passe comme si l'alternateur ne comportait aucune réaction d'induit, et débitait sur la résistance purement ohmique :

$$R = R_1 + \frac{M^2\omega^2}{R_2}. \tag{6}$$

Il en résulte que ;

a) Le courant i_1 est en phase avec la force électromotrice e, quelle que soit la valeur de M, c'est-à-dire quel que soit le couplage ;

b) La résistance R est d'autant plus élevée que ce couplage est plus serré.

Par un dimensionnement convenable du transformateur Tesla, supposé d'ailleurs à couplage réglable, il sera donc toujours loisible d'ajuster R de manière que le débit I_1 ait la valeur requise pour le fonctionnement optimum de l'alternateur ; d'autre part, l'on pourra faire marcher le poste à puissance réduite par simple augmentation du couplage, sans que le courant primaire i_1 cesse d'être en phase avec la force électromotrice e. Si l'on désigne encore par τR_2 ($\tau < 1$) la fraction de la résistance ohmique apparente R_2 correspondant à l'effet vraiment utile, il est facile de déduire des formules précédentes que le rendement de l'installation peut s'écrire (abstraction faite des pertes constantes : excitation de l'alternateur, ventilation, etc.) :

$$\eta = \frac{\tau M^2\omega^2}{R_1 R_2 + M^2\omega^2}$$

c'est-à-dire croît avec M [1].

Les considérations qui précèdent permettent de calculer très facilement les constantes d'un poste radiotélégraphique avec machine à haute fréquence.

A titre d'exemple numérique, nous traiterons le cas d'un poste de grande puissance comportant une antenne répondant aux données suivantes :

$$C_2 = \frac{2,5}{100} \text{ microfarad};$$

$$R_2 = 5 \text{ ohms};$$

on admettra une longueur d'onde propre de 5000 m.

La machine est supposée pouvoir fournir, à 30000 p : sec, un courant normal de 300 A, la tension à vide atteignant 400 V.

Prenant donc 300 A comme valeur normale de I_1, on obtient pour R :

$$R = \frac{400}{300} = 1,33 \text{ ohm}.$$

[1] Bien entendu, le rendement global ne suit pas la même loi que le rendement η (qui constitue en quelque sorte le rendement électrique) ; il passe évidemment par un maximum lorsque la charge varie, tandis que η atteindrait théoriquement sa valeur maximum τ pour $i_1 = 0$, si $M\omega$ pouvait croître au delà de toutes limites. Nous reviendrons, dans une note ultérieure, sur la question du rendement global, mais le rendement η constitue pourtant une caractéristique intéressante de l'installation, notamment en ce qui concerne l'échauffement des circuits.

Digitized by Google

Or, on peut évaluer la résistance ohmique apparente R_1 à 0,32 ohm, y compris les pertes dans les connexions, dans le condensateur C_1, etc. On peut donc écrire :

$$\frac{M^2\omega^2}{R_2} = 1,01 \text{ ohm}.$$

Pour R_2, nous admettrons que la valeur de 5 ohms tient compte des pertes dans la self-inductance d'antenne; on doit donc ajuster M de manière à avoir sensiblement :

$$M\omega = \sqrt{5,05} = 2,25 \text{ ohms}.$$

Il est facile de vérifier que cette valeur correspond à un couplage suffisamment faible pour que l'on puisse le réaliser très facilement en pratique.

Pour évaluer ce degré de couplage, nous procéderons de la façon suivante :

D'après (1), l'on doit écrire :

$$\omega L_2 = \frac{1}{6,28 \times 30\,000 \times \frac{2,5}{10^8}}$$
$$= 212 \text{ ohms}.$$

La longueur d'onde propre de l'antenne étant de 1000 m environ, sa réactance entre pour 53 ohms dans la valeur de ωL_2.

Il reste donc pour la réactance additionnelle ωl_2 la valeur :

$$\omega l_2 = 212 - 53$$
$$= 159 \text{ ohms}.$$

Si on admet que cette réactance est entièrement fournie par l'enroulement secondaire du transformateur Tesla, l'enroulement primaire de celui-ci devra avoir une réactance ωl_1 telle que l'on ait :

$$\omega l_1 = \frac{M^2\omega^2}{k^2\omega l_2},$$

en désignant par k le coefficient de couplage entre les enroulements en question.

Même en admettant pour ce couplage la valeur très réduite de 10 pour 100, on obtient ainsi :

$$\omega l_1 = \frac{5,05}{0,01 \times 159}$$
$$= 3,18 \text{ ohms environ}.$$

Or, d'après des résultats d'expérience, la réactance représentant l'effet de la réaction d'induit de l'alternateur peut être estimée (essai de Behn-Eschenburg) à

$$\frac{E}{I_{cc}} = \frac{400}{142} \cong 2,8 \text{ ohms},$$

la valeur choisie pour le courant I_{cc} tenant compte de la self-inductance des connexions entre l'alternateur et l'enroulement primaire du transformateur Tesla.

D'autre part, d'après ce qui précède, la relation (2) peut se mettre sous la forme :

$$\frac{1}{\omega C_1} = \frac{E}{I_{cc}} + l_1\omega,$$

soit

$$(8) \qquad \frac{1}{\omega C_1} = \frac{E}{I_{cc}} + \frac{M^2\omega^2}{k^2\omega l_2}.$$

On en déduit que, dans notre cas, la capacité C_1 doit être ajustée de manière que sa capacitance soit égale à

$$\frac{1}{\omega C_1} = 3,18 + 2,8$$
$$= 5,98 \text{ ohms},$$

à 30 000 p : sec.

La présence du transformateur Tesla ne fait donc que doubler sensiblement la self-inductance totale du circuit primaire, et ce résultat prouve évidemment que le couplage de 10 pour 100 admis ci-dessus conduit déjà à une valeur acceptable de $\frac{1}{\omega C_1}$. On remarquera ici, en effet, que pour une valeur donnée de $\frac{E}{R}$, c'est-à-dire de I_1, la puissance apparente de la batterie de condensateurs primaire est inversement proportionnelle à la capacité C_1, ce qui met en évidence tout l'intérêt d'une valeur modérée pour $\frac{1}{\omega C_1}$. On sera ainsi amené à rechercher la réalisation d'une valeur aussi élevée que possible pour le coefficient de couplage k [formule (8)].

Avec les valeurs numériques évaluées ci-dessus, le rendement η s'élève à

$$\eta = \tau \times \frac{5,05}{1,6 + 5,05},$$

soit sensiblement 76 pour 100, en ne tenant pas compte des pertes dans la self-inductance d'antenne ($\tau = 1$) (1).

Remarques. — 1° La formule (5) montre que le courant I_2, c'est-à-dire la puissance rayonnée par l'antenne, passe par un maximum, en fonction de M, pour

$$M\omega = \sqrt{R_1R_2}$$

c'est-à-dire pour un couplage inférieur à 6 pour 100 (en conservant les mêmes l_2 et l_1 que précédemment).

La puissance *interne* de l'alternateur atteindrait alors 250 kw, mais avec un courant I_1 de 625 A.

(1) Il est d'ailleurs à noter que le chiffre adopté pour R_1 a été choisi plutôt exagéré, à dessein, et que τ s'élèverait vraisemblablement à 0,80 en pratique.

Digitized by Google

En outre, le rendement η tomberait à la valeur $\frac{\tau}{2}$, soit à 50 pour 100 tout au plus (voir l'étude précitée).

D'après les résultats pratiquement constatés déjà avec une machine à 30 000 périodes, une telle *capacité de surcharge* est tout à fait vraisemblable, et un bon alternateur moderne à haute fréquence doit se trouver, à cet égard, dans des conditions de marche comparables à celles d'un alternateur industriel.

En terminant cette note complémentaire, nous évaluerons encore l'ordre de grandeur de la tension qui existe entre la prise de terre et l'entrée d'antenne, avec un débit de

$$I_2 = \frac{2,25}{5} \times 300 \left[\text{formule } I_2 = \frac{M\omega}{R_2} I_1\right]$$
$$= 135 \text{ ampères.}$$

Soit u_2 la valeur instantanée de cette tension ; on peut écrire évidemment :

$$o = l_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} + u_2;$$

d'où, en comparant avec la deuxième égalité (3),

$$o = l_2 \frac{di_2}{dt} - R_2 i_2 + u_2,$$

et

$$U_2 = I_2 \sqrt{R^2_2 + l^2_2\omega^2}.$$

Dans notre cas, on obtient ainsi :

$$U_2 = 135 \sqrt{25 + 25\,281},$$

soit moins de 22 000 v.

La tension maximum serait ainsi inférieure à 31 000 v, chiffre évidemment peu élevé, eu égard à la puissance mise en jeu dans l'antenne.

J. BETHENOD.

La contribution des ingénieurs français à la téléphonie à grande distance par câbles souterrains : Vaschy et Barbarat

Dans cet article, qui vient d'être aussi publié dans les « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones », notre collaborateur X. Devaux-Charbonnel, montre que dès 1886 Vaschy avait reconnu le rôle essentiellement utile de la self-induction dans la transmission téléphonique par câbles et que, quelques années après, un autre ingénieur français, M. Barbarat, préconisait et essayait les procédés aujourd'hui connus sous les noms de procédé Krarup et de procédé Pupin. On verra, d'ailleurs, que tout récemment M. Pupin, ingénieur serbe, dans une belle lettre à l'Académie des Sciences, reconnaissait avoir été inspiré dans ses recherches par les travaux de Vaschy.

Au moment où l'Administration française projette d'établir une communication téléphonique souterraine entre Paris et Amiens et met, pour la première fois, au concours la fourniture d'un câble souterrain téléphonique à grande distance, il est à propos de rappeler qu'il y a plus de trente ans, un ingénieur de l'Administration, Vaschy, au cours de ses études sur les conditions de propagation des courants électriques, a indiqué le rôle important joué par la self-induction des lignes, et que dans les années 1896 et 1897, un autre ingénieur de l'Administration, M. Barbarat, a proposé des spécifications de câbles, genre Krarup et genre Pupin, qui ne diffèrent pas essentiellement des câbles actuellement en usage.

Vaschy, né à Thone en 1857, sortit de l'École polytechnique en 1877 et fut ingénieur des Télégraphes de 1877 à 1899. En même temps qu'il rendait à l'Administration des services fort précieux dans son métier ordinaire, il étudiait les questions toutes nouvelles de la propagation des courants télégraphiques et téléphoniques sur les lignes et les appareils, et poursuivait dans la science pure une carrière des plus brillantes. Répétiteur à l'École polytechnique, examinateur d'admission en 1890, il arrivait à la pleine maturité de son génie lorsqu'il fut prématurément enlevé à 42 ans.

M. Barbarat, actuellement inspecteur général des Postes et Télégraphes, directeur de l'Office postal et télégraphique tunisien, fut son camarade à l'École polytechnique et vécut avec lui une partie de ses travaux.

Dès 1886, dans les « Annales Télégraphiques » de juillet-août, Vaschy combattait l'opinion généralement admise que la self-induction est nuisible. Il termine ainsi son article :

« En ce qui concerne les lignes télégraphiques on admet généralement que leur self-induction est nuisible au point de vue des transmissions et l'on en conclut qu'elle doit être réduite le plus possible. Nous nous proposons de démontrer dans un prochain article que cette opinion est sans fondement et que notamment pour les transmissions téléphoniques l'effet de la self-induction de la ligne est *essentiellement utile* » (souligné dans le texte).

Dans les mêmes « Annales » de novembre-décembre 1888, il publie sa théorie de la propagation du courant sur une ligne électrique, en tenant compte de la self-induction, et dans le cas où la force électromotrice est

Digitized by Google

constante, il donne l'intégration de l'équation aux dérivées partielles :

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = \gamma\lambda \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} + \gamma\rho \frac{\partial V}{\partial t}$$

ρ, γ, λ étant la résistance, la capacité et la self-induction par unité de longueur.

Il fait remarquer, très scrupuleusement d'ailleurs, que M. Heaviside, savant anglais, a déjà donné l'intégrale de l'équation ci-dessus dans le « Philosophical Magazine », mais qu'il a fait cette constatation quand son travail était achevé; il le publie néanmoins parce que la plupart des résultats importants qu'il en déduit au point de vue télégraphique et téléphonique n'ont pas été indiqués par M. Heaviside.

Il insiste de nouveau sur le fait que « la self-induction joue un rôle utile à l'encontre de l'opinion généralement admise ».

Enfin, dans son « Traité d'Electricité et de Magnétisme » qu'il a publié en 1890 et qui est la reproduction de son cours à l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes, il donne le développement de la théorie de la propagation des courants périodiques. Son exposé est différent dans la forme de celui qui est aujourd'hui généralement adopté, mais il ne s'en distingue pas essentiellement. Nous allons en donner un rapide résumé.

Il ne traite que le cas de l'isolement infini. Il considère deux coefficients qui diffèrent peu de ceux qu'on a introduits depuis : l'un V n'est autre que la vitesse de propagation des ondes, et l'autre α est le coefficient d'affaiblissement que nous désignons maintenant par la lettre β. Il donne en fonction de ces deux coefficients et de la longueur de la ligne les valeurs de l'impédance à une extrémité, l'autre extrémité étant bouclée ou isolée, et enfin en fonction de ces diverses quantités la valeur du courant à l'arrivée à travers un récepteur de constantes connues. Il indique également le rapport des courants d'arrivée et de départ. Les formules paraissent au premier abord un peu compliquées, mais il n'y a là qu'une question de notation. En introduisant des quantités complexes, on arrive aujourd'hui à des expressions beaucoup plus simples, mais dès que l'on veut passer aux valeurs réelles, on est obligé de procéder à des développements qui conduisent aux résultats indiqués par Vaschy.

Telle est, résumée dans ses grandes lignes, l'œuvre de Vaschy, au seul point de vue théorique. Mais il ne s'est pas borné à conseiller d'augmenter la self-induction, il a indiqué un procédé pratique pour arriver à ce résultat, et dans le tome I, à la page 366, de son « Traité » il donne les formules nécessaires pour calculer la self-induction créée par une gaine de fer doux disposée autour d'un conducteur de cuivre. En résumé, il a donc vu très nettement que l'amélioration des communications téléphoniques devait être recherchée dans l'augmentation de la self-induction, et de plus a indiqué des formules pratiques qui permettent de chiffrer cette amélioration et de la déterminer a priori, soit qu'on veuille recourir à l'intercalation en ligne de bobines spéciales, soit qu'on distribue uniformément la self-induction au moyen d'une gaine continue de fer doux.

Généralement, les savants ne révèlent pas au public les détails du travail auquel ils ont dû se livrer pour arriver à leurs découvertes. Vaschy était un modeste et il n'a jamais eu l'intention de rien publier à ce sujet. Mais au moment où il méditait sur ces questions, il entretenait une correspondance avec son camarade, M. Barbarat, qui poursuivait des recherches dans le même ordre d'idées; nous donnons plus loin deux de ses lettres qui datent de cette époque.

Dans la première qui est du 5 mai 1888, Vaschy indique le premier procédé auquel il avait songé pour résoudre la fameuse équation aux dérivées partielles, qu'on a appelée l'équation des télégraphistes.

« Puisque tu as abordé carrément un sujet aussi ardu, laisse-moi te suggérer une idée qui pourra peut-être te conduire à des résultats plus certains, et permettre de faire entrer en ligne de compte l'influence de la pile et du récepteur. Il s'agit d'un procédé consistant à remplacer la *terrible équation aux dérivées partielles* par des *équations différentielles*; j'en ai donné un exemple dans les « Annales » de janvier-février 1884, en tenant compte de la capacité, mais non de la self-induction, de la ligne. Je me hâte d'ajouter que mon article ne vaut rien parce qu'il est purement mathématique et que je n'en ai pas tiré de conséquences pratiques.

» En somme, le procédé en question revient à remplacer la ligne réelle par une ligne artificielle, composée de 2, 3, 4... ou un plus grand nombre, si c'est nécessaire, de sections égales, ayant des résistances $\frac{rl}{n}$, des self-inductions $\frac{Ll}{n}$ et séparées par des condensateurs en dérivation $\frac{Cl}{n}$. On a autant d'équations différentielles qu'il y a de sections avec self-induction et de dérivations avec condensateur. Jusqu'à trois ou quatre sections, le problème ne doit pas être très compliqué; mais le sectionnement en trois ou quatre parties seulement donne-t-il une approximation suffisante? Là est la question que je n'ai pas le temps de résoudre en ce moment et que je te poserai si tu veux bien essayer de la résoudre. Dans tous les cas, c'est la seule voie qui me paraisse concilier la rigueur avec les facilités des intégrations. »

Mais malgré qu'il déclare qu'il n'a pas le temps de chercher à résoudre le problème, la question l'intéressait trop vivement pour qu'il l'abandonnât ainsi, après en avoir entrevu la solution, et à peine huit jours après, le 14 mai suivant, il avait résolu la difficulté, et n'osant pas encore y croire, parce que c'était trop simple (les grandes découvertes apparaissent généralement comme très simples, une fois qu'elles sont réalisées), il s'exprime ainsi :

« Dans ma dernière lettre, je t'ai suggéré l'idée de remplacer la ligne réelle par une ligne artificielle à 3, 4 ou un plus grand nombre de sections. En faisant un

Digitized by Google

bout de calcul pour une ligne artificielle à n sections égales, j'ai reconnu que la solution

$$V = E\frac{l-x}{l} + Ae^{\alpha t} + Be^{\beta t} + \ldots\ldots + Le^{\lambda t}$$

est de même forme que dans le cas où l'on néglige la self-induction (cas que j'ai traité dans les « Annales » de janvier-février 1884) sauf que pour déterminer les $\alpha, \beta \ldots \lambda$, il faut remplacer l'équation du n° degré

$$f(CR\alpha) = 0$$

par

$$f(CL\alpha^2 + CR\alpha) = 0.$$

» Donc à chaque valeur telle que $CR\alpha = a$ dans le premier cas, correspondent deux valeurs données par

$$CL\alpha^2 + CR\alpha = a$$

dans le second cas. Donc, rien de plus facile à traiter.

» *Sauf erreur de ma part*, on aurait donc l'intégrale de

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = CR\frac{\partial V}{\partial t} \pm CL\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$$

sous une forme pas beaucoup plus compliquée que celle de Thomson où $L = 0$. Ce serait bien simple (trop simple peut-être?) pour une intégrale que, je crois, on n'avait pas encore pu exprimer jusqu'ici. Si je ne me suis pas trompé, il y a là quelque chose de très intéressant; cela donnerait la clé d'un certain nombre de solutions de problèmes très importants. »

M. Barbarat ne fut pas, en la circonstance, le simple confident de Vaschy, il en devient le collaborateur heureux. S'appuyant sur les formules indiquées, il calcula des tables numériques qui permettent de résoudre le problème en nombre et ce sont avec ces données qu'ont été établies les courbes qui se trouvent dans le tome II du « Traité » de 1890, pages 63 et 64.

Pour ce qui concerne plus particulièrement la téléphonie, M. Barbarat, reprenant les formules de Vaschy, ne tarda pas à établir que, pour une ligne suffisamment longue, l'affaiblissement suit une loi exponentielle, le rapport limite d'affaiblissement étant donné par la valeur

$$\frac{e^{-\alpha l}}{2}, \text{ le coefficient ayant la valeur } \alpha = \frac{\rho}{2}\sqrt{\frac{\gamma}{\lambda}}$$

aujourd'hui bien connue quand la résistance est petite devant la réactance. Il concluait, tout naturellement, qu'il suffisait de donner à la self-induction λ une valeur suffisante pour combattre efficacement la capacité et réduire dans une proportion déterminée l'affaiblissement des courants téléphoniques.

D'ailleurs, vers cette époque (1894), M. Barbarat employa le premier l'air sec comme isolant des câbles souterrains, au lieu de la gutta. Cette heureuse invention avait permis de réduire énormément la capacité des nouveaux câbles, dits câbles sous papier, et l'amélioration a priori, par augmentation de la self-induction, qui, avec les anciens câbles, ne pouvait pas être très importante, promettait de devenir beaucoup plus sensible avec le nouveau procédé. Dès mars 1896, M. Barbarat envisageant dans un rapport la possibilité de constituer des communications téléphoniques au moyen de câbles souterrains s'exprimait ainsi :

« Le développement du réseau téléphonique français à grande distance se poursuit activement; mais, en même temps, on reconnaît combien les dérangements, d'ailleurs inévitables, apportent de troubles dans l'exploitation de ce nouveau moyen de communication.

» Tandis que les dérangements sur les lignes télégraphiques n'entravent presque jamais complètement la transmission des télégrammes, les perturbations des lignes téléphoniques interrompent toute communication, quand il n'y a pas plusieurs circuits. Si on ajoute que ces perturbations, bien que de même nature que celles des lignes télégraphiques, font bien plus sentir leurs effets en téléphonie, on reconnaît qu'il serait avantageux, même au prix d'une augmentation de la dépense, d'avoir des lignes souterraines téléphoniques à grande distance.

» On peut, du reste, faire remarquer que cette augmentation de dépense serait en partie compensée par les frais d'entretien, et que, de plus, on pourrait utilement tenter sur des lignes à isolement constant l'emploi des procédés permettant de constituer 3 circuits avec 2, ce qui paraît peu pratique sur des lignes à isolement variable.

» Les exigences du public qui ne voudra bientôt plus admettre d'interruption, l'encombrement des chemins de fer et des routes, qui augmente tous les ans, amèneront tôt ou tard les différentes administrations à envisager ce problème.

» Avec les câbles en gutta, on ne pouvait songer aux grandes distances en raison de la capacité de ces câbles et de leur prix; mais les câbles en papier à isolant d'air sec ont une capacité 3,5 fois moindre à volume égal, et coûtent 3,5 fois moins cher. Ce double avantage m'a engagé à examiner si la solution de la téléphonie souterraine à travers la France n'était pas possible avec ce type de câble.

» M. Vaschy a donné, dans différents articles des « Annales télégraphiques » et dans son « Traité d'Electricité et de Magnétisme », la théorie de la propagation des ondes électriques en tenant compte de la résistance, de la capacité, de la self-induction et de l'isolement de la ligne.

» Il a complété la théorie de Sir W. Thomson (Lord Kelvin) qui ne faisait intervenir que la résistance et la capacité, théorie suffisante pour l'étude des transmissions télégraphiques sur les câbles sous-marins. Les formules de M. Vaschy sont déduites d'une équation aux différentielles partielles qu'il a intégrée le premier; mais, même dans cette équation complétée, on néglige

Digitized by Google

certains phénomènes accessoires, notamment l'hystérésis, dans les fils avec gaine de fer dont il sera question plus loin ; et, de plus, on suppose atteint le régime permanent de la propagation d'une onde simple sinusoïdale. Enfin, dans tous les calculs intervient la capacité statique qui peut être différente de la capacité d'un câble parcouru par un courant.

» Par conséquent, bien que les calculs analytiques soient rigoureux, il serait indispensable de vérifier pratiquement ces formules avant de passer à l'application.

» Elles montrent qu'à partir d'une certaine longueur de la ligne la self-induction joue un rôle favorable dans la transmission, en s'opposant à la déformation des ondes, condition indispensable en téléphonie. Si on compare un circuit souterrain à un circuit aérien de même résistance, on reconnaît que le circuit aérien a le double avantage d'avoir une plus faible capacité et une plus grande self-induction puisque les deux fils sont plus éloignés l'un de l'autre; il en résulte, ce que tout le monde sait d'ailleurs, que le circuit aérien est bien plus favorable à la téléphonie. Mais en augmentant la self-induction du circuit souterrain on peut combattre les effets nuisibles de la capacité, et comme, d'autre part, on peut obtenir des isolements bien supérieurs aux isolements aériens et surtout constants pour les deux fils, il arrive que les circuits sont comparables.

» De plus, comme toutes les perturbations accessoires, induction mutuelle, friture, etc... disparaîtraient dans la ligne souterraine, il n'est pas téméraire d'affirmer que la transmission serait aussi bonne que sur une ligne aérienne. On y gagnerait alors la suppression des dérangements dus aux causes atmosphériques, et on aurait un service certain, au lieu du service intermittent actuel. »

M. Barbarat continue en donnant les formules qui permettent de calculer a priori la capacité et la self-induction de ces câbles, et étudie l'augmentation de self-induction qu'on peut obtenir en employant un fil *compound*, c'est-à-dire un fil de cuivre recouvert d'une gaine d'acier. C'est le procédé qu'on désigne aujourd'hui sous le nom de procédé Krarup. En tenant compte de ce que la présence de la gaine de fer augmente le diamètre et par conséquent la capacité, ce qui est un désavantage, il trouve qu'en admettant 200 pour la perméabilité de l'acier, le diamètre total ne doit pas dépasser 1,2 fois le diamètre de l'âme en cuivre. En utilisant la formule donnée par Vaschy pour la valeur du rapport du courant de départ au courant d'arrivée, il établit pour un certain nombre de conducteurs les valeurs de ce rapport : 1° fils aériens de cuivre de 2 mm de diamètre, avec isolement soit infini, soit 1 mégohm seulement par kilomètre ; 2° circuit souterrain de cuivre de 2 mm sous papier ; 3° même circuit souterrain avec le conducteur de cuivre recouvert d'une gaine de fer doux de 0,2 mm d'épaisseur; 4° circuit souterrain, conducteur compound de 3 mm, soit 2,5 de cuivre et gaine de 0,25 de fer; 5° et 6° enfin câbles isolés à la gutta, soit du modèle des lignes d'abonnés alors en usage, soit des lignes à grande distance. Les résultats sont exprimés au moyen de courbes qui sont reproduites ci-après (fig. 1). On remarquera que les câbles à la gutta ou les câbles au papier avec conducteurs de cuivre de petit diamètre sont très peu propres à la téléphonie, mais que le câble compound de 3 mm est voisin du fil aérien de 2 mm.

Notons en passant que M. Barbarat proposa à la même époque la construction d'un câble télégraphique

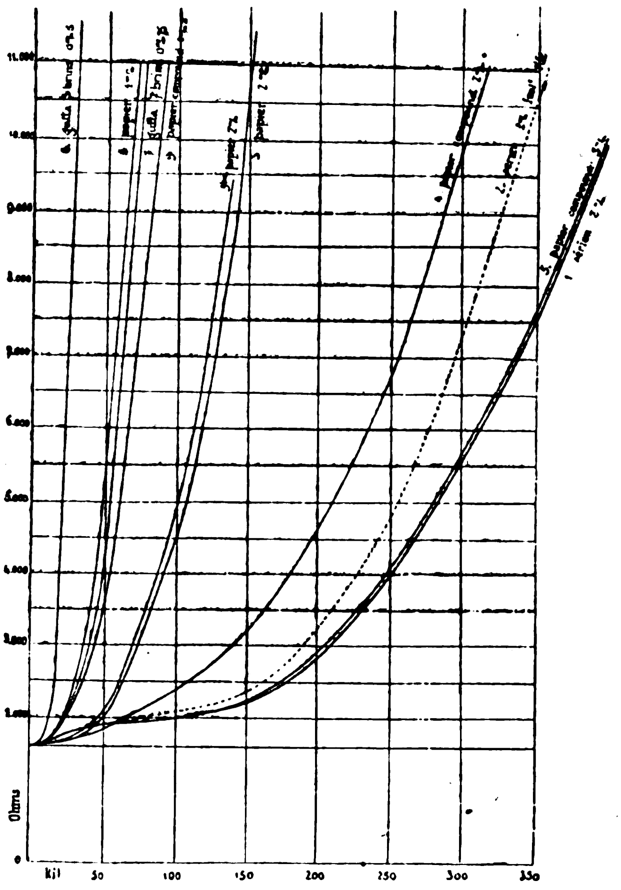


Fig. 1.

sous-marin, à self-induction augmentée par le même procédé.

Ces études se rapportent au système auquel Krarup a attaché son nom. Mais on trouve dans les rapports de M. Barbarat des spécifications ayant trait au système Pupin lui-même. Un premier essai d'intercalation des bobines de self-induction fut fait en 1896 sur le câble de Marseille à Toulon. Le résultat fut négatif, parce que les bobines au lieu d'être uniformément réparties, avaient été introduites en un seul point. M. Barbarat fit remarquer que la self-induction devait être judicieusement calculée, et l'espacement des bobines plus longuement étudié. En mars 1897, il conseille des bobines, sans noyau de fer de 0,135 et 0,150 henry, disposées tous les 20 ou 10 km. La valeur de la self-induction était bonne, mais la distance était un peu grande. Il est regrettable cependant que l'expérience

Digitized by Google

n'ait pas été faite, car elle aurait probablement conduit à diminuer les distances, le calcul ayant été basé sur une self-induction uniformément répartie, et aurait donné la bonne solution.

Mais il n'y a pas dans l'œuvre de M. Barbarat que des prévisions fort intéressantes, dépourvues de la sanctions de l'expérience. Entre les années 1899 et 1902, plusieurs essais furent proposés par lui et réalisés sous sa direction pour la construction de différents modèles de câbles à conducteurs de cuivre gainé de fer, dont l'exécution fut confiée à la maison Grammont. Un kilomètre de câble compound comportant un fil de cuivre de 1,82 mm de diamètre et une gaine de fer doux de 0, 19 mm d'épaisseur fut tout d'abord fabriqué. La self-induction fut trouvée de 0, 0072 henry correspondant à une perméabilité de 100 environ. En employant du fer excessivement doux, on parvint à constituer une autre paire de conducteurs dont la self-induction était de 0,011. On réalisa aussi quelques échantillons où la gaine de fer était remplacée par un fil fin enroulé en spires jointives. Enfin on fabriqua un kilomètre de câble à 14 paires dont la valeur moyenne de la self-induction fut trouvée égale à 0, 0097 henry

Ces résultats étaient fort encourageants.

Quoi qu'il en soit, on voit que Pupin n'avait pas encore publié ses remarquables travaux, alors que la question de l'amélioration des communications téléphoniques préoccupait plusieurs ingénieurs français. Un ensemble très intéressant de calculs théoriques et de réalisations pratiques a été élaboré entre 1886 et 1899, au moment où ces questions étaient encore peu familières aux techniciens. Les spécifications indiquées pour les bobines ou pour la gaine de fer doux des conducteurs des câbles sont assez voisines de celles qui ont été adoptées depuis ; et l'Administration française a failli être la première à établir des communications téléphoniques constituées suivant les découvertes les plus ingénieuses de la technique électrique.

L'Académie des Sciences lui ayant accordé le prix Hébert, Pupin répondit par une lettre dans laquelle il reconnaissait avoir été inspiré dans ses travaux par les savants français et en particulier par Vaschy.

Voici dans quels termes Pupin s'exprimait :

« Je suis particulièrement heureux que l'Académie des Sciences de France ait trouvé mes travaux dignes d'une récompense spéciale. Mes travaux ont été inspirés par la science française et particulièrement par les essais classiques de Lagrange, Fourier et Vaschy et il ne nous est que plus agréable de penser qu'un Serbe inspiré par la France, a été récompensé en France. J'ai toujours admiré la France, le loyalisme et la générosité dont la France a fait preuve actuellement envers la pauvre Serbie a transformé mon admiration en une véritable dévotion. J'espère et je prie pour que la France puisse obtenir la victoire et je me sens déjà heureux comme le reste du monde de voir que la gloire de la France est aujourd'hui aussi haute qu'a jamais été la gloire de cette nation. Aucune victoire, quelque grande qu'elle puisse être, ne pourra ajouter plus de lustre à l'étincelante réputation de la France actuelle. Si je n'étais pas de naissance Serbe convaincu, j'aimerais à être né Français. »

DEVAUX-CHARBONNEL,
Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes

LETTRES DE VASCHY A BARBARAT

Ministère des Finances.
—
Direction générale
des Postes et des Télégraphes
—
Matériel de Construction.
—o—

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—

Paris, le 5 mai 1888.

Mon cher Barbarat,

Je t'ai renvoyé hier par la Griffe ton avant-dernier article.

Réflexion faite, la mise en équation et l'intégration du début sont assez courtes pour que tu les laisses intégralement, à moins que tu ne puisses les écourter sans sacrifier un peu de la clarté. On ne manque pas de copie, mais la tienne est des plus intéressantes.

J'ai lu jusqu'ici la moitié de ton dernier mémoire. On se sent là sur un terrain moins solide, et j'aurai probablement quelques observations à te communiquer à ce sujet.

Puisque tu as abordé carrément un sujet aussi ardu, laisse-moi te suggérer une idée, qui pourra peut-être (?) te conduire à des résultats plus certains et permettre de faire entrer en ligne de compte l'influence de la pile et du récepteur. Il s'agit d'un procédé consistant à remplacer la terrible équation aux *dérivées partielles* par des équations *différentielles*. J'en ai donné un exemple dans les « Annales » de janvier-février 1884, en tenant compte de la capacité, mais non de la self-induction de la ligne. Je me hâte d'ajouter que mon article ne vaut rien parce qu'il est purement mathématique et je n'en ai pas tiré de conséquence pratique.

En somme le procédé en question revient à remplacer la ligne réelle par une ligne artificielle (fig. 2), composée de 2, 3, 4...

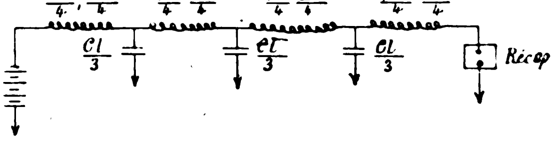


Fig. 2.

(ou un plus grand nombre, si c'est nécessaire) sections égales ayant des résistances $\frac{rl}{2}, \frac{rl}{3}, \frac{rl}{4}$..., et des self-inductions $\frac{Ll}{2}, \frac{Ll}{3}, \frac{Ll}{4}$..., et séparées par des condensateurs en dérivation $\frac{Cl}{1}, \frac{Cl}{2}, \frac{Cl}{3}$....

On a autant d'équations différentielles de premier ordre qu'il y a de sections avec self-induction et de dérivations avec condensateur. Jusqu'à trois ou quatre sections le problème ne doit pas être très compliqué ; mais le sectionnement en trois ou quatre parties seulement donne-t-il une approxi-

Digitized by Google

mation suffisante ? Là est la question, que je n'ai pas le temps de résoudre en ce moment et que je te poserai si tu veux bien essayer de la résoudre. — Dans tous les cas, c'est la seule voie qui me paraisse concilier la rigueur avec la facilité des intégrations.

Au sujet de la loi de l'inverse du carré des distances, au point de vue de l'induction, voici, je crois, une preuve simple et concluante qu'elle est fausse. Considérons des fils téléphoniques L, L_1, L_2, L_3, L_4, parallèles sur une longueur de quelques kilomètres pour fixer les idées. Les distances de L à L_1, L_2, L_3, L_4, sont respectivement 1 cm, 10 cm, 1 m et 10 m. Les courants induits par L sur les fils L_1, L_2, L_3, L_4 devraient être proportionnels à 1, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{10\,000}$, $\frac{1}{1\,000\,000}$. Or, en supposant les 5 circuits identiques, le courant induit sur L_1 ne pouvant évidemment être supérieur au courant inducteur sur L, l'induction sur L_3 serait ainsi extrêmement faible ; sur L_4 elle serait imperceptible, ce qui est *absolument* en contradiction avec l'expérience, car l'induction (au téléphone bien entendu) est sensible lorsque la distance est de près de 100 m (expérience à l'appui). — Du reste la loi de l'inverse carré est une loi purement sentimentale, si je puis m'exprimer ainsi.

Je t'écrirai un de ces jours. Tout à toi.

VASCHY.

Ministère des Finances.
—
Direction générale
des Postes et des Télégraphes
—
Matériel de Construction.
—o—

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—

Paris, le 14 mai 1888.

Mon cher Barbarat,

Je te renvoie par le contreseing ton dernier article portant un certain nombre d'annotations. J'ajouterai les observations suivantes :

1° Au sujet de la formule $\mathfrak{T} = \frac{CR}{\pi^2} \mathcal{L} \frac{4}{3} + \sqrt{LC}$, que tu déduis de l'équation 34 (p. 12). En admettant ton hypothèse, qui est exprimée par la formule 33, on serait conduit à poser comme à l'ordinaire

$$\mathfrak{T} = \frac{CR}{\pi^2} \mathcal{L} \frac{4}{3}$$

et à étudier les valeurs de I_e pour

$$t = \sqrt{CL} + \mathfrak{T}, \quad t = \sqrt{CL} + 2\mathfrak{T}, \quad t = \sqrt{CL} + 3\mathfrak{T}, \ldots.$$

En un mot, $\sqrt{CL}$ est un retard constant, ayant pour effet de multiplier u par le facteur constant $e^{\frac{\pi^2}{CR}\sqrt{CL}}$, mais il n'affecte pas la valeur de l'unité $\mathfrak{T}$.

Malheureusement, cette observation influe sur tous les calculs que tu as faits pour les appareils télégraphiques (Hughes, Wheatstone) et qui seraient à reprendre.

2° — Page 21. — La capacité de nos lignes souterraines ne dépasse pas $0^{\mu f},18$ à $0^{\mu f},20$, au lieu de $0^{\mu f},24$ que tu as admis.

3° — Même page. — La durée $\sqrt{CL}$ serait bien égale à $\frac{300}{300\,000} = 0{,}001$ si la vitesse de propagation était 300 000 km par seconde. Mais 1° la capacité C doit être multipliée par le pouvoir inducteur, si celui-ci était quatre fois plus grand pour un câble que dans l'air, le temps $\sqrt{CL}$ se trouverait doublé, et l'on aurait de ce fait $\sqrt{CL} = 0{,}002$ au lieu de 0,001 ; 2° si le produit CL pour des fils aériens est sensiblement une constante vitesse 300 000 km : sec, indépendante du diamètre des fils et de leurs distances, il n'en est plus de même pour des fils souterrains, à cause du grand rapprochement des conducteurs d'aller et de retour (voir les formules de mon cours, § 168, ainsi que les restrictions relatives à l'inégalité de densité du courant dans l'état variable).

Dans ma dernière lettre, je t'ai suggéré l'idée de remplacer la ligne réelle par une ligne artificielle à 3, 4, ou un plus grand nombre de sections.

A ce propos, Culley, § 601, dit que pour l'installation des câbles en duplex, on a reconnu utile d'employer pour les lignes artificielles faisant équilibre à la ligne réelle des bobines à *self-induction* et non pas sans self-induction, ce qui met bien en évidence le rôle de la self-induction de la ligne réelle elle-même.

En faisant un bout de calcul pour une ligne artificielle à n sections égales, j'ai reconnu que la solution

$$V = E\frac{l-x}{l} + Ae^{\alpha t} + Be^{\beta t} + Le^{\lambda t}$$

est de même forme que dans le cas où l'on néglige la self-induction (cas que j'ai traité dans les « Annales de janvier-février 1884), sauf que pour déterminer les α, β,... λ, il faut remplacer l'équation du n$^{\text{ième}}$ degré f $(CR\alpha) = 0$ par f $(CL\alpha^2 + CR\alpha) = 0$. Donc, à chaque valeur telle que $CR\alpha = a$ dans le premier cas correspondent deux valeurs données par

$$CL\alpha^2 + CR\alpha = a$$

dans le second cas. Donc rien de plus facile à traiter.

En passant au cas limite d'une infinité de sections, on trouve, en négligeant la self-induction

$$V = E\frac{l-x}{l} + \sum_{n=1}^{n=\infty} A_n e^{-\frac{n^2\pi^2}{CR}t} \sin\frac{n\pi x}{l}. \qquad (1)$$

Donc les α sont ici tels que :

$$\alpha_n = -\frac{n^2\pi^2}{CR} = -\frac{n^2\pi^2}{CRl^2}; \quad \text{et} \quad CR\alpha_n = -\frac{n^2\pi^2}{l^2}.$$

Pour tenir compte de la self-induction, on posera

$$CL\alpha^2 + CR\alpha = -\frac{n^2\pi^2}{l^2},$$

et V aura encore une expression telle que (1) sauf à déterminer les coefficients A_n.

Ci-joint une note plus développée là-dessus *sauf erreur de ma part*, on aurait donc l'intégrale de :

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = CR\frac{\partial V}{\partial t} + CL\frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$$

sous une forme pas beaucoup plus compliquée que celle de Thomson (où $L = 0$) ! Ce serait bien simple (trop simple peut-être ?) pour une intégrale que, je crois, on n'avait pas encore pu exprimer jusqu'ici. Si je ne me suis pas trompé, il y a là quelque chose de très intéressant, cela donnerait la clef d'un certain nombre de solutions de problèmes très importants. Nous en recauserons.

Tout à toi,

VASCHY.

Digitized by Google

Note annexée à la lettre du 14 mai 1888.

Équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = CR \frac{\partial V}{\partial t} + CL \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} \qquad (1)$$

avec :

$$-\frac{\partial V}{\partial x} = Ri + L \frac{\partial i}{\partial t} \qquad (2)$$

Conditions initiales d'intégration (en prenant l'origine $x = 0$ à *l'arrivée* et *non au départ*)

1° Pour $x = 0$, $V = 0$ } quel que soit le temps t
2° $x = l$, $V = E$ }
3° $t = 0$, $V = 0$ } quel que soit x
4° $t = 0$, $i = 0$ } ... ($i = 0$) peut être remplacée par $\left(\frac{\partial V}{\partial t} = 0\right)$

$$\frac{V}{E} = \frac{x}{l} + \sum_{n=1}^{n=\infty} A e^{\alpha t} \sin \frac{n\pi x}{l} \qquad (3)$$

est une solution satisfaisant aux conditions 1° et 2° et en outre à l'équation (1) pourvu que

$$CL\alpha^2 + CR\alpha + \frac{n^2\pi^2}{l^2} = 0. \qquad (4)$$

Soient α_n et α'_n les racines

$$\alpha_n + \alpha'_n = -\frac{R}{L}, \quad \alpha_n - \alpha'_n = \sqrt{\frac{R^2}{L^2} - \frac{4n^2\pi^2}{l^2}};$$

$$\frac{V}{E} = \frac{x}{l} + \sum_{1}^{\infty} \left(A_n e^{\alpha_n t} + A'_n e^{\alpha'_n t}\right) \sin \frac{n\pi x}{l}.$$

Pour $t = 0$,

$$\frac{V}{E} = \frac{x}{l} + \sum_{n=1}^{n=\infty} (A_n + A'_n) \sin \frac{n\pi x}{l};$$

d'où $A_n + A'_n = -\frac{2}{n\pi}$ pour tenir compte de la condition 3°.

Ici $(A_n + A'_n)$ remplace le coefficient unique $A = -\frac{2}{n\pi}$ de la formule (6) (page 2 du mémoire), qui est l'intégrale de Fourier ou de Thomson.

En exprimant la condition 4°, on trouve :

$$\left(\text{en posant } \frac{L}{R} = T\right)$$

$$\frac{A_n}{1 + T\alpha_n} = -\frac{A'_n}{1 + T\alpha'_n}.$$

Si l'on exprime que $i = 0$, quel que soit x, pour $t = 0$ d'où

$$\cdots \cdots = \frac{-\frac{2}{n\pi}}{T(\alpha_n - \alpha'_n)}$$

$A_n \alpha_n + A_n' \alpha_n = 0$ si l'on exprime que $\frac{\partial V}{\partial t} = 0$ pour $t = 0$

Donc

$$\frac{V}{E} = \frac{x}{l} - 2 \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{2}{n\pi} \left[\frac{1 + T\alpha_n}{T(\alpha_n - \alpha'_n)} e^{\alpha_n t} - \frac{1 + T\alpha'_n}{T(\alpha_n - \alpha'_n)} e^{\alpha'_n t}\right] \sin \frac{n\pi x}{l},$$

et

$$\frac{i}{\left(\frac{E}{Rl}\right)} = 1 - e^{-\frac{T}{t}} - 2 \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{e^{\alpha_n t} - e^{\alpha'_n t}}{T(\alpha_n - \alpha'_n)} \cos \frac{n\pi x}{l}. \qquad (5)$$

Posons

$$\theta = \sqrt{CLl^2} = \text{durée de propagation},$$

$$\delta = \frac{2\pi T}{\theta} \left(= \frac{2\pi\theta}{CRl^2}\right);$$

on peut écrire :

$$\left.\begin{matrix}\alpha'_n \\ \alpha_n\end{matrix}\right\} = -\frac{1}{2T} \pm \frac{1}{2T}\sqrt{1 - n^2\delta^2}.$$

Si $\delta < 1$, les α et α' seront réels pour de faibles valeurs de n, et imaginaires pour les valeurs de $n > \frac{1}{\delta}$. La série de l'équation (5) contiendra donc un mélange de fonctions exponentielles et circulaires du temps t.

Si $\delta > 1$ tous les α et α' sont imaginaires

$$\left.\begin{matrix}\alpha'_n \\ \alpha_n\end{matrix}\right\} = -\frac{1}{2T}\left[1 \mp \sqrt{n^2\delta^2 - 1}\sqrt{-1}\right]$$

et l'on écrira

$$\frac{i}{\left(\frac{E}{Rl}\right)} = 1 - e^{-\frac{t}{T}} - 4e^{-\frac{t}{2T}} \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{\sin\left(\frac{t}{2T}\sqrt{n^2\delta^2 - 1}\right)}{\sqrt{n^2\delta^2 - 1}} \cos \frac{n\pi x}{l},$$

A l'arrivée $(x = 0)$

$$\frac{i}{\left(\frac{E}{Rl}\right)} = 1 - e^{-\frac{t}{T}} - 4e^{-\frac{t}{2T}} \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{\sin\left(\frac{t}{2T}\sqrt{n^2\delta^2 - 1}\right)}{\sqrt{n^2\delta^2 - 1}}. \qquad (6)$$

Posons $\frac{t}{2T} = u$; $u\sqrt{n^2\delta^2 - 1} = \nu$

$$\frac{i}{\left(\frac{E}{Rl}\right)} = 1 - e^{-2u} - 4ue^{-u} \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{\sin \nu_n}{\nu_n}$$

$$= 1 - e^{-2u} - 4ue^{-u}\left(\frac{\sin \nu_1}{\nu_1} + \frac{\sin \nu_2}{\nu_2} + \ldots\right).$$

Si l'on commence par calculer une table des valeurs de $\frac{\sin \nu}{\nu}$ pour toute valeur de ν, le calcul de i sera ensuite assez facile pour chaque valeur de δ

Pour les valeurs δ_1, δ_2, δ_3, qui se rencontrent le plus

Digitized by Google

ordinairement en pratique (ou les plus importantes, cas

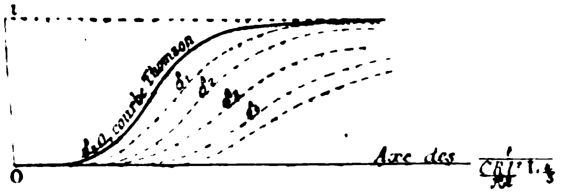


Fig. 3.

extrêmes : $\delta = 0$ $\delta = \infty$) on calculera la table de c en fonction de u ou t, en prenant l'unité $\mathfrak{T} = \theta$, puis on pourra construire la courbe de i (fig. 3); i doit être *nul* depuis $t = 0$ jusqu'à $t = \theta$ (Pour comparer toutes les courbes, on prendra comme unité de temps des abscisses $\frac{CRl^2}{\pi^2} L \frac{4}{3}$.

$$L \frac{4}{3} = 0{,}283,$$

$$\frac{L \frac{4}{3}}{\pi^2} = 0{,}029.$$

Revues, analyses et informations

Application des méthodes radiotélégraphiques de réception à la télégraphie par câble [1].

Les problèmes que soulève la réception des signaux dans la télégraphie par câble et la télégraphie sans fil sont intimement liés. Dans l'un et l'autre cas, les courants à déceler au poste récepteur sont très faibles et il est essentiel que l'organe récepteur soit extrêmement sensible et d'une constance parfaite.

Dans la télégraphie par câble, on utilise des courants continus ou des courants alternatifs de très faible fréquence, comme dans le système Squier, tandis que dans la radiotélégraphie on emploie des courants de haute fréquence. Il ne s'ensuit pas cependant que les mêmes types d'instruments récepteurs ne puissent être utilisés.

On sait que les instruments récepteurs qu'on emploie en radiotélégraphie, en particulier ceux des types Audion et Ticker sont beaucoup plus sensibles que ceux qu'on emploie généralement dans la télégraphie par câble. Les expériences effectuées par les auteurs ont cependant établi que l'Audion ou le Ticker pourront constituer des récepteurs très convenables et beaucoup plus efficaces que ceux actuellement en usage dans la télégraphie par câble. Avec ces détecteurs, on peut soit recevoir au son, soit inscrire les signaux. Les auteurs ont constaté que l'Audion fonctionne comme un oscillateur pour toute fréquence, même au-dessous de l'intervalle propre à l'audition, et qu'en l'associant à un circuit électrique de constantes convenables, on peut le faire osciller avec une fréquence propre à l'audition, dont la note correspondante est perçue au moyen de téléphones reliés à la manière habituelle. Le courant reçu modifie le courant oscillatoire et la variation ainsi produite est rendue sensible dans les téléphones. On peut encore régler l'Audion juste au voisinage des oscillations et l'effet du signal est de déclancher des oscillations momentanées dans l'Audion. Avec un tel dispositif, un courant de 1 microampère est plus que suffisant pour donner un signal perceptible.

Avec le Ticker, le fonctionnement est quelque peu différent : le rôle du Ticker est simplement d'interrompre le courant, de manière à permettre sa perception et de rendre possible l'emploi des téléphones pour la réception des signaux. Les auteurs ont utilisé le Ticker à contact glissant qui avait été mis en œuvre par l'un d'entre eux [1], il y a déjà quelques années, pour rendre le courant continu décelable par le téléphone et, plus tard, pour la réception des signaux de radiotélégraphie Dans l'emploi du Ticker, les auteurs ont également constaté qu'un courant moindre qu'un microampère suffit à donner un signal bien perceptible.

Dans l'une ou l'autre des méthodes précédentes, il n'est pas essentiel de faire usage de la réception au son. On obtient également de bons résultats par l'emploi de dispositifs enregistreurs au lieu de téléphones, le dispositif enregistreur étant de préférence relié par un transformateur à l'instrument détecteur. Un nouvel accroissement de la sensibilité peut être obtenu en utilisant un amplificateur Audion avec l'un ou l'autre des détecteurs ci-dessus mentionnés.

Il est évident qu'un accroissement de la sensibilité du récepteur est désirable dans tout système de télégraphie, mais cela est encore plus vrai dans le système Squier. Dans ce dernier système, la vitesse de transmission est directement proportionnelle à la fréquence du courant employé, mais pour une même tension de transmission, le courant à l'extrémité réceptrice décroît très rapidement quand la fréquence augmente. La courbe reproduite sur la figure 1 montre la diminution dans le courant transmis par un câble transatlantique, lorsque la fréquence augmente. Pour une fréquence 20, le courant à l'extrémité réceptrice est environ 0,3 microampère, avec un potentiel de 100 v au poste transmetteur : une telle fréquence ne pourrait donc être employée dans la transmission par câble, qu'avec des détecteurs extrêmement sensibles.

L'emploi simultané de courants alternatifs et de détecteurs de haute sensibilité présente, en outre, le grand avantage que le problème de la télégraphie multiple peut être résolu. Il faut rappeler que, dans la télégraphie par câble, tous les perfectionnements relatifs à un accroissement de la sensibilité et de la vitesse dépendent de la précision avec laquelle le pont duplex peut être équilibré. L'ouverture et la fermeture du circuit, dans la transmission, introduisent des effets de transition qu'il est difficile d'équilibrer avec précision Ceci a été reconnu par M. Squier [2]. L'emploi d'un courant alternatif non interrompu élimine la plu-

[1] Louis W. AUSTIN et Louis COHEN. *Electrician*, 16 mars 1917, t. LXXVIII, p. 719-720, 1 800 mots, 2 fig.

(1) L.-W. AUSTIN. *Physical Review*, t. XI, p. 117, 1900; *Ibid.* t. XXIV, p. 509, 1907; *Journ. Wash. Acad.*, t. I, p. 8, 1911.
(2) G.-O. SQUIER. *Proc. Phy. Soc. of London*, t. XXVII, p. 541.

Digitized by Google

part des difficultés relatives à l'équilibre qui étaient jusqu'ici considérées comme inhérentes au câblage par duplex et simplifie aussi le problème de la télégraphie multiple.

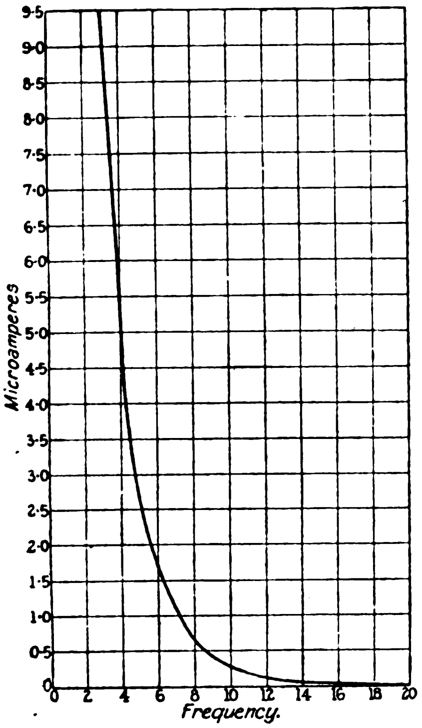


Fig. 1. — Courbe montrant la relation entre le courant reçu et la fréquence.

De même que M. G.-O. Squier, les auteurs proposent une méthode dans laquelle un système simple est superposé au câble duplex Squier. La disposition des circuits utilisés est indiquée sur la figure 2. Comme on le voit, on a, aux deux extrémités du câble, des stations A et B équipées pour

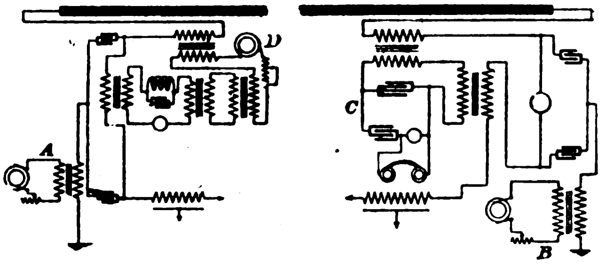


Fig. 2. — Disposition des circuits.

fonctionner en duplex et, en outre, des stations D et C, l'une agissant uniquement pour la transmission et l'autre pour la réception, et formant le système simplex superposé. Dans le système simplex qui a été désigné par D C, la réception au son est utilisée. La fréquence du courant peut être comprise soit dans l'intervalle voulu pour l'audition, soit au-dessous et rendu alors sensible à l'audition, au poste récepteur, par un Ticker ou un Audion, la fréquence du courant étant relativement élevée, par exemple égale ou supérieure à 15. Le courant utilisé dans le système duplex est de basse fréquence. Les deux circuits récepteurs en B et C sont syntonisés pour les fréquences correspondantes des signaux qui doivent être reçus aux stations respectives et comme les fréquences utilisées dans les deux cas sont notablement différentes, le syntonisme des circuits assurera la réponse de chaque récepteur au seul courant du signal qui doit être reçu à chaque station.

Pour éliminer l'effet du transmetteur B sur le récepteur C, le circuit de réception est couplé au bras du pont du câble artificiel aussi bien qu'au câble, et les secondaires sont reliés de manière à induire des forces électromotrices égales et opposées dans le circuit de réception, neutralisant ainsi l'effet du transmetteur B sur le récepteur C. Un dispositif quelque peu différent est utilisé pour éliminer l'effet du transmetteur D sur le récepteur de la station A. En outre des transformateurs doubles qui se neutralisent mutuellement, un circuit en boucle, syntonisé à la fréquence du transmetteur D est aussi introduit dans le circuit récepteur de la station A, la rendant ainsi opaque aux courants de la fréquence produite par la station A. De cette manière, il devient possible de superposer un circuit simplex au câble duplex. Par des modifications convenables des transformateurs et des circuits syntonisés et aussi un dispositif dans lequel un certain nombre de systèmes simplex sont superposés sur un câble duplex.

Le travail précédent est destiné à donner une vue d'ensemble de ce que permet d'obtenir l'emploi des nouveaux types de détecteurs et des systèmes multiplex dans la télégraphie par câble. Diverses modifications et des perfectionnements sont actuellement à l'étude.

La portée des postes de télégraphie sans fil [1].

I. — Position du problème. — Dans ce travail, l'auteur a eu pour objet de mettre sous une forme pratique un certain nombre de relations entre la portée des postes de télégraphie sans fil et différents facteurs. Il commence par examiner la formule empirique bien connue de Austin-Cohen.

Les principaux facteurs agissant sur la portée sont : 1° la hauteur des antennes ; 2° la puissance des appareils d'émission ; 3° la longueur d'onde. Ce sont les seuls qui seront envisagés dans les courbes qu'on établira plus loin. Il en est cependant un certain nombre d'autres qui influent sur la portée comme : 1° la nature de la surface au-dessus de laquelle s'effectue la propagation ; 2° la nature de l'antenne ; 3° la prise de terre ; 4° le type de l'appareil d'émission ; 5° le type de l'appareil récepteur ; 6° l'heure ; 7° les conditions atmosphériques ; 8° les conditions de fonctionnement.

Hypothèses faites. — *1. Surface.* — La transmission est prise au-dessus de la mer.

2. Antenne. — L'antenne considérée est à sommet aplati (« flat top »), du type non dirigé, de capacité suffisante pour capter la puissance mise en jeu sans émettre d'effluves.

3. Terre. — La prise de terre est supposée bonne et faite suivant les méthodes éprouvées dans un sol convenable.

4. Appareil d'émission. — On adopte l'appareil moderne à étincelles musicales, le circuit de charge étant en résonance approchée avec la fréquence de l'alternateur, de manière à donner un rendement de 25 à 50 pour 100 entre la puissance fournie par l'alternateur et la puissance développée dans l'antenne. On suppose que l'appareil n'émet qu'une longueur d'onde, grâce au rapide amortissement de l'étincelle ou au couplage lâche entre l'antenne et le circuit fermé.

[1] R. Chenevix Trench. *Electrician*, 20 avril, 27 avril et 4 mai 1917, t. LXXIX, p. 102-105, 147-149, 181-183.

Digitized by Google

5. *Appareil récepteur.* — On prend un appareil moderne pour réception téléphonique, sans amplificateur ni relais.

6. *Heure.* — L'émission est supposée faite pendant le jour.

7. *Conditions atmosphériques.* — On suppose que les communications ont lieu avec des interférences atmosphériques considérables, mais non sous des conditions anormales.

8 *Conditions de fonctionnement.* — La portée signifie ici, non la distance limite à laquelle on peut s'attendre à capter des messages sous des conditions ordinaires, mais la distance à laquelle on peut assurer un trafic de plusieurs milliers de mots par jour On suppose que la puissance nécessaire dans l'antenne réceptrice est 64 fois environ celle qui donnerait un signal tout juste perceptible : cette donnée permet une large tolérance pour les conditions atmosphériques, pour quelques légers déréglages, quelques interférences, etc ; on peut l'appeler *facteur de sécurité* (« reliability factor »).

II. Formule théorique dans des conditions particulièrement simples. — *La formule d'Austin-Cohen.* — Avec les hypothèses précédentes examinons les résultats obtenus par L.-W. Austin dans ses expériences d'émission entre Brant Rock et les cuirassés américains de l'Atlantique en 1909-1910. Une série d'essais effectués avec une antenne puissante installée sur le rivage a permis de trouver la variation du courant reçu avec la portée. Dans une autre série d'essais, des antennes plus petites de diverses hauteurs ont été utilisées pour avoir la variation du courant reçu avec la hauteur de l'antenne. Les résultats ont été établis pour les limites suivantes : portées jusqu'à 1 850 km ; longueurs d'onde entre 300 m et 3 750 m ; hauteurs entre 30 et 130 pieds. Ils s'appliquent à la transmission de jour avec des antennes non dirigées au-dessus de la mer et sont compris dans la formule ci-dessous, connue sous le nom de formule d'Austin Cohen :

$$I_2 = 4{,}25 \frac{I_1 h_1 h_2}{\lambda x} e^{-\frac{0{,}0015\, x}{\sqrt{\lambda}}} \qquad (1)$$

où I_1 est le courant à l'émission en ampères, en bas de l'antenne ;

I_2, le courant à la réception en ampères, au bas de l'antenne ;

h_1, la hauteur de l'antenne d'émission en kilomètres ;

h_2, la hauteur de l'antenne réceptrice en kilomètres ;

λ, la longueur d'onde en kilomètres ;

x, le parcours en kilomètres.

Notations. — Désignons maintenant par :

P, la puissance fournie par l'alternateur en watts ;

P_1, la puissance développée dans l'antenne d'émission en watts ;

P_r, la puissance rayonnée par l'antenne d'émission en watts ;

R_1, la résistance totale de l'antenne d'émission en ohms ;

R_r, la résistance du rayonnement de l'antenne [1] d'émission en ohms ;

R_e, la résistance de l'antenne provenant du sol et de toutes les autres sources de résistance sauf le rayonnement, de manière que l'on ait $R_1 = R_r + R_e$.

P_2, la puissance reçue par l'antenne réceptrice en watts ;

R_2, la résistance totale de l'antenne réceptrice en ohms ;

λ_n, la longueur d'onde propre de l'antenne d'émission ;

T, le rapport de la longueur à la hauteur de l'antenne d'émission.

Calcul de la résistance du rayonnement de l'antenne R_r. — Rappelons que dans un oscillateur hertzien on a :

$$P_r = 790 \frac{l^2}{\lambda^2} I_1^2, \qquad (2)$$

l désignant la longueur totale de pôle à pôle, l et λ étant évalués dans les mêmes unités et I_1 en ampères.

Comme on peut écrire

$$P_r = I_1^2 R_r,$$

on déduit :

$$R_r = 790 \frac{l^2}{\lambda^2}. \qquad (3)$$

Hauteur efficace d'une antenne. — Toute antenne peut être envisagée comme la moitié supérieure d'un oscillateur hertzien de longueur l, $\frac{1}{2} l$ désignant la hauteur au-dessus du sol à laquelle on peut considérer comme concentrée, pour les besoins du raisonnement, la capacité répartie dans l'antenne. Nous appellerons $\frac{1}{2} l$ hauteur effective de l'antenne. Les formules (2) et (3) peuvent alors être appliquées à une antenne quelconque dont nous connaissons la hauteur effective Nous devons nous rappeler, cependant, en assimilant une antenne à la moitié d'un oscillateur hertzien, que la moitié supérieure seulement de l'oscillateur rayonne de l'énergie, en sorte que les valeurs de P_r et R_r dans les équations (2) et (3) doivent être multipliées par 0,5.

Pour une antenne verticale, l est d'environ 0,8 h, et la hauteur efficace 0,4 h. En ajoutant un toit nous augmentons la hauteur efficace, et pour une antenne à large surface l s'approche beaucoup de 2 h.

Considérons maintenant une antenne à simple fil à forme de T ou de L renversé. La partie horizontale peut être divisée en T éléments, égaux chacun d'eux en longueur à la partie verticale I. Supposons à chaque élément une capacité égale à l'unité de manière que la partie horizontale fournisse T unités de capacité agissant à la hauteur h. La capacité de la partie verticale peut être considérée comme agissant à une hauteur 0,4 h, et à cette hauteur elle prend une valeur légèrement supérieure à I unités, mais qui peut être considérée comme égale à I unités pour tous les besoins pratiques. On a alors la capacité totale agissant au centre d'action de T unités à une hauteur h et I unités à une hauteur 0,4 h. C'est-à-dire :

$$\frac{1}{2} l = h \left[0{,}4 + 0{,}6 \frac{T}{T+1}\right]. \qquad (4)$$

Cette formule est applicable à toute antenne en L ou en T dans laquelle les parties horizontale et verticale ont le même nombre de fils écartés de la même distance.

Si les fils verticaux sont moins nombreux et plus rapprochés que les fils horizontaux, leur capacité peut être notablement inférieure à l'unité et la formule suivante donne des résultats meilleurs :

$$\frac{1}{2} l = h \left[0{,}4 + 0{,}6 \frac{T}{T+0{,}5}\right]. \qquad (5)$$

[1] La résistance de rayonnement R_r est définie comme la quantité dont le produit par le carré du courant au bout de l'antenne donne la puissance rayonnée.

Digitized by Google

Si les fils verticaux s'étendent en éventail de manière à constituer un large toit, leur capacité est non seulement inférieure à l'unité, mais agit à une hauteur supérieure à 0,4 h et on a approximativement :

$$\frac{1}{2}\,l = h\left[0{,}6 + 0{,}4\,\frac{T}{T + 0{,}5}\right]. \tag{6}$$

Dans une antenne en ombrelle ou dans une antenne à large sommet aplati, carré ou circulaire, $\frac{1}{2}\,l$ peut être pris égal à h, dans une antenne en ombrelle h désignant la hauteur du milieu des côtés de l'ombrelle.

L'antenne sur navire utilisée par Austin dans ses essais était constituée par un réseau de fils de 116 pieds sur 40, à 130 pieds de hauteur. La capacité de la partie verticale doit être environ 0,2 fois celle du réseau, et on a approximativement :

$$\frac{1}{2}\,l = h\left[0{,}4 + 0{,}6\,\frac{1}{1{,}2}\right].$$

$$l = 1{,}8\,h.$$

Expressions de la puissance rayonnée. — Supposant qu'on puisse admettre pour les antennes terrestres la même valeur de l et portant dans l'équation (2) on obtient, en tenant compte de ce que la moitié seulement de l'oscillateur rayonne de l'énergie,

$$P_r = \frac{1}{2}\,790\,\frac{(1{,}8\,h_1)^2}{\lambda^2}\,I_1^2 = 1\,280\,\frac{h_1^2}{\lambda^2}\,I_1^2 \tag{7}$$

ou :

$$\frac{h_1 I_1}{\lambda} = \frac{\sqrt{P_r}}{36}.$$

Relation entre la puissance rayonnée et la puissance reçue. — Portant cette valeur de $\frac{h_1 I_1}{\lambda}$ dans l'équation (1), on a :

$$I_2 = \frac{4{,}25}{36}\,\sqrt{P_r}\,\frac{h_2}{x}\,e^{-\frac{0{,}0015\,x}{\sqrt{\lambda}}}. \tag{8}$$

Comme $P_2 = I_2^2 R_2$ et que, dans les expériences d'Austin, $R_2 = 25$ ohms, on peut, dans l'équation (8), remplacer I_2 par $\frac{\sqrt{P_2}}{5}$, d'où :

$$\sqrt{P_2} = 0{,}6\,\sqrt{P_r}\,\frac{h_2}{x}\,e^{-\frac{0{,}0015\,x}{\sqrt{\lambda}}}. \tag{9}$$

Cette équation donne la puissance reçue en fonction de la puissance rayonnée pour une portée et une longueur d'onde quelconques; P_2 est d'autant plus grand que λ est plus grand.

Relation entre la puissance rayonnée et la puissance développée dans l'antenne d'émission. — Soit à étudier la relation entre P_r et P_1.

De la puissance développée dans l'antenne la proportion rayonnée est $\frac{R_r}{R_r + R_e}$, c'est-à-dire :

$$P_r = P_1\,\frac{R_r}{R_r + R_e} \tag{10}$$

R_r est proportionnel à $\frac{l^2}{\lambda^2}$, et si la longueur d'onde est constante, R_r est proportionnel à l^2. Il est ainsi évident que de deux antennes ayant la même longueur d'onde propre et rayonnant cette onde, celle dont la partie verticale est la plus longue et la partie horizontale la plus courte rayonnera plus efficacement que l'autre. Une antenne longue et basse rayonne très mal.

Il est établi que le rendement de rayonnement d'une antenne avec une bonne terre peut atteindre 50 pour 100, et comme le rendement le meilleur est relatif à 1,5 fois sa longueur d'onde propre λ_n, on peut appliquer le rendement de 50 pour 100 à cette longueur d'onde, c'est-à-dire prendre, pour $\lambda = 1{,}5\,\lambda_n$, $R_r = R_e$ et $P_r = \frac{P_1}{2}$.

Des antennes longues et basses n'atteindront pas ce rendement, mais on peut l'appliquer à toute antenne à sommet applati munie d'une bonne prise de terre, pour laquelle la valeur de T ne dépasse pas 2 [1]. Pour les valeurs de T comprises entre 0 et 2, il est approximativement correct de prendre $\lambda_n = 5\,l$. Pour une telle antenne et pour une longueur d'onde égale à 1,5 fois la longueur d'onde propre, $R_r = R_e$; et comme R_r est proportionnel à l^2, quelle que soit la forme de l'antenne (pourvu qu'elle émette une longueur d'onde égale à 1,5 λn), on pourra prendre :

$$R_r = R_e\left(\frac{5l}{\lambda_n}\right)^2.$$

Cette formule est donc relative à une antenne de forme quelconque et une longueur d'onde 1,5 λ_n.

Portant dans l'équation (10) on obtient

$$P_r = P_1\,\frac{(5\,l)^2}{\lambda_n^2 + (5\,l)^2}.$$

Cette équation suppose que R_e demeure constant. En réalité, R_e augmente à mesure que l'antenne devient plus longue et plus basse à cause des courants induits dans le sol et de la difficulté de constituer une prise de terre d'aire suffisante, en sorte que la valeur de P_r pour des valeurs de λ_n supérieures à $5\,l$ est inférieure à celle indiquée ci-dessus. On pourra prendre comme valeur suffisamment approchée

$$P_r = P_1 . \frac{1}{2} . \left(\frac{5l}{\lambda_n}\right)^2 \tag{11}$$

pour une antenne de forme quelconque fonctionnant sous une longueur d'onde égale à 1,5 λ_n.

Comme R_r est proportionnel à $\frac{l^2}{\lambda^2}$, tout accroissement de λ au-dessus de 1,5 λ_n entraîne une réduction de R_r et, si la résistance totale $R_e + R_r$ demeure constante, la proportion de puissance rayonnée devra varier en raison inverse de λ^2. En pratique cependant, la résistance totale R_1 augmente avec la longueur d'onde, en sorte que le rendement du rayonnement tend à devenir inférieur à ce qu'il serait si la résistance totale variait en raison inverse de λ^2.

On a pu relever un exemple dans lequel ~~une antenne~~ rayonne 46 pour 100 de l'énergie fournie, sous une longueur d'onde légèrement supérieure à sa longueur d'onde propre λ_n, 14 pour 100 sous une longueur d'onde égale à 2 λ_n, et

(1) Les considérations précédentes s'appliquent à une antenne en T. Pour une antenne en forme de L renversé la même limite est atteinte lorsque le bras du sommet est égal à la hauteur.

Digitized by Google

4 pour 100 sous des longueurs d'onde supérieures à 3 λ_n. La grande perte est en partie compensée par un décrément plus faible et une persistance plus grande des trains d'onde sous des longueurs d'onde plus grandes et pour une évaluation pratique il est suffisamment précis d'admettre qu'au-dessus de 1,5 fois la longueur d'onde propre, l'effet de la puissance rayonnée varie en raison inverse de λ^2.

Sous des longueurs d'onde inférieures à 1,5 fois la longueur d'onde propre, R_r augmente, mais R_1 augmente aussi rapidement. Le rendement du rayonnement $\frac{R_r}{R_1}$ est un peu plus faible pour λ_n que pour 1,5 λ_n, mais, entre ces limites, la différence n'est pas grande.

Ainsi, pour des longueurs d'onde supérieures à 1,5 λ_n, on a :

$$P_r \text{ proportionnel à } \left(\frac{1,5\,\lambda_n}{\lambda}\right)^2 \ldots \tag{12}$$

Combinant ce résultat avec (11), on obtient,

$$P_r = P_1 \frac{1}{4}\left(\frac{5l}{\lambda_n}\right)^2\left(\frac{1,5\,\lambda_n}{\lambda}\right)^2 = 28\,P_1 \frac{l^2}{\lambda^2} \ldots \tag{13}$$

pour une antenne de forme quelconque, une longueur d'onde quelconque, à condition d'avoir une bonne prise de terre.

L'équation (12) est valable pour des longueurs d'onde égales et supérieures à 1,5 λ_n. Comme on l'a déjà expliqué, il y a une légère diminution du rendement au-dessous de 1,5 λ_n, et si l'on appliquait l'équation (12) à ces longueurs d'onde, elle indiquerait une augmentation du rendement. Pour tenir compte de ceci avec des longueurs d'onde comprises entre λ_n et 1,5 λ_n, on pourra multiplier la valeur de P_r que fournit l'équation 13 par $\left(\frac{\lambda}{1,5\,\lambda_n}\right)^2$. Le problème de l'envoi de longueurs d'onde inférieures à λ_n ne doit pas être envisagé ici, car le rendement dépend beaucoup du type de condensateur utilisé pour diminuer la longueur d'onde.

Dans l'équation (13) on peut remplacer l par la valeur habituelle 1,8 h, ce qui donne

$$P_r = P_1 \frac{91\,h_1^2}{\lambda^2}.$$

et en prenant comme dans l'hypothèse (4) un rendement de 25 pour 100, on a $P_1 = \frac{P}{4}$ d'où

$$P_r = P\,\frac{23\,h_1^2}{\lambda^2}. \tag{14}$$

Formule générale. — Portant cette valeur dans l'équation (9) et réduisant, on obtient

$$h_1 h_2 \sqrt{P} = \frac{\sqrt{P_2}}{2,88}\,\lambda x e^{\frac{0,0015\,x}{\sqrt{\lambda}}}. \tag{15}$$

Pour compléter la formule, assignons une valeur à P_2. Pendant les essais d'Austin des signaux perceptibles à la limite étaient obtenus avec un courant de 10 microampères au bas de l'antenne réceptrice ; la résistance de l'antenne réceptrice étant 25 ohms, ceci fournit une puissance $I_2^2 R_2 = 2,5.10^{-9}$ w. Avec les récepteurs actuels les plus perfectionnés on peut sans amplification déceler des courants de $0,6 \times 10^{-9}$ w. D'où, en vertu de l'hypothèse (7)

$$P_2 = 64 \times 0,6 \times 10^{-9} = 38.10^{-9} \text{ watts}.$$

En portant dans (15) et exprimant h_1 et h_2 en mètres ou a

$$h_1 h_2 \sqrt{P} = 65\,\lambda x e^{\frac{0,0015\,x}{\sqrt{\lambda}}}. \tag{16}$$

D'après l'équation (9), pour toute puissance rayonnée, le résultat est d'autant meilleur que la longueur d'onde est plus grande et l'avantage des grandes longueurs d'onde est d'autant mieux marqué que la portée est plus grande. Nous avons vu cependant que, pour toute antenne, plus grande est la longueur d'onde au-dessus de 1,5 λ_n et moins il y a de puissance rayonnée. Ceci indique, pour une série de conditions déterminées, il y a une longueur d'onde optima, conclusion confirmée par l'équation (16). Cette équation montre que pour toute valeur de x il y a une valeur optima de λ sous laquelle $h_1 h_2 \sqrt{P}$ est minimum : cette valeur est fournie par la condition

$$\lambda = \frac{1}{4}(0,0015\,x)^2. \tag{17}$$

En supposant qu'on utilise cette longueur d'onde, l'équation (16) devient

$$h_1 h_2 \sqrt{P} = 27.10^{-5}.x^3. \tag{18}$$

Avec de faibles portées, la longueur d'onde fournie par l'équation (17) est trop faible pour les besoins pratiques. Par exemple, avec une portée de 50 km elle est seulement de 140 cm et ce n'est que si la portée dépasse 800 km que la longueur d'onde optima, au-dessus de la mer dépasse 300 m (fig. 1, 2 et 3). De plus, cette longueur d'onde de 300 m

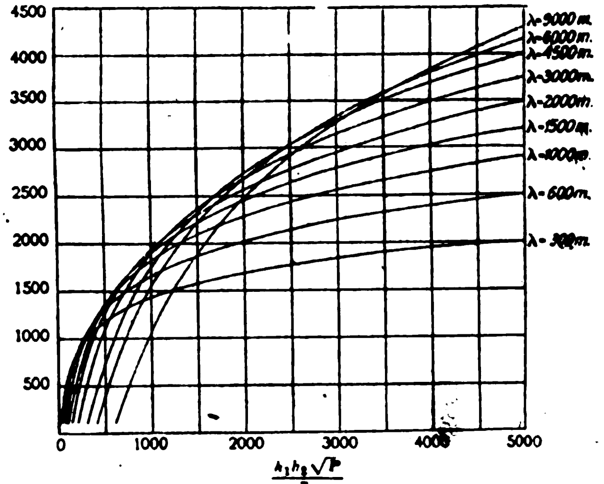


Fig. 1.— Au-dessus de la mer (h_1 h_2 en m, P en w, x en km).

est la plus courte longueur d'onde qu'ont utilisée dans leurs expériences de vérification les auteurs de la formule Austin-Cohen.

Digitized by Google

III. — Vérifications expérimentales. — L'enveloppe des courbes de la figure 1 est approximativement celle représentée par l'équation (18) mise sous la forme

$$\frac{h_1 h_2 \sqrt{P}}{x} = 27 . 10^{-5} . x^2 .$$

Lorsque la portée est faible par rapport à la longueur

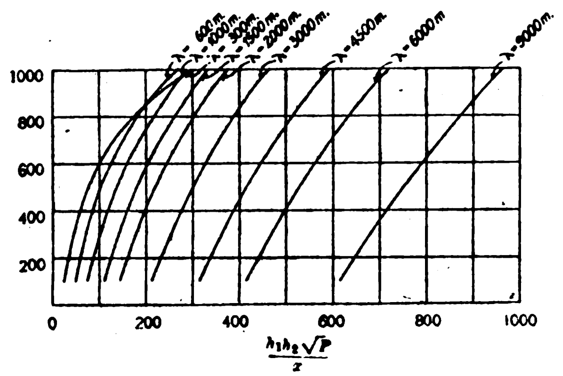


Fig. 2. — Au-dessus de la mer (h_1 h_2 en m, P en w, x en km).

d'onde, on voit que les courbes s'approchent d'une ligne droite et pour ces faibles portées la relation

$$\frac{h_1 h_2 \sqrt{P}}{x} = Kx + 65 \lambda \tag{19}$$

est approximativement vérifiée, K dépendant de la longueur d'onde.

Par exemple, la courbe relative à une onde de 300 m,

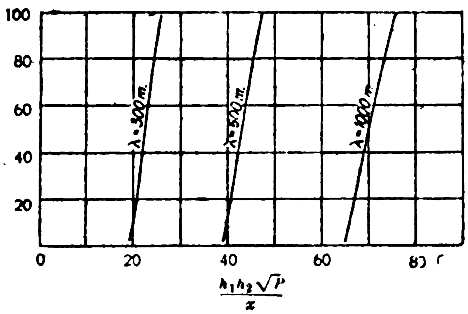


Fig. 3. — Au-dessus de la mer (h_1 h_2 en m, P en w, x en km).

et pour des portées allant jusqu'à 200 km, peut être sensiblement représentée par :

$$\frac{h_1 h_2 \sqrt{P}}{x} = 0{,}05\, x + 19{,}5 ; \tag{20}$$

celle relative à une onde de 600 m jusqu'à des portées de 300 km, par :

$$\frac{h_1 h_2 \sqrt{P}}{x} = 0{,}1\, x + 39 ; \tag{21}$$

celle relative à une onde de 3 000 m jusqu'à des portées de 500 km par :

$$\frac{h_1 h_2 \sqrt{P}}{x} = 0{,}2\, x + 195 . \tag{22}$$

Pour des portées faibles, Kx est petit vis-à-vis de 65 λ, et plus la portée est faible, plus Kx devient négligeable. On s'approche ainsi de la condition

$$\frac{h_1 h_2 \sqrt{P}}{x} = 65\, \lambda ,$$

c'est-à-dire P proportionnel à x^2 ou I^2 proportionnel à $\frac{1}{x}$, qui est la condition théorique pour un rayonnement au-dessus d'une surface plane parfaitement conductrice. A ces portées la courbure terrestre est peu sensible, et pour la transmission au-dessus de la mer on est dans le cas d'une surface conductrice sensiblement plane.

Cette conclusion peut être établie directement à partir de l'équation (1) ou de l'équation (16) puisque plus x est petit par rapport à λ et plus l'expression $e^{\frac{0{,}0015 x}{\sqrt{\lambda}}}$ s'approche de l'unité. Le coefficient 0,0015 peut être appelé facteur d'absorption : pour une surface plane parfaitement conductrice il deviendrait nul, laissant l'équation (16) sous la forme :

$$h_1 h_2 \sqrt{P} = 65\, \lambda x ,$$

et l'équation (1) sous la forme :

$$I_2 = 4{,}25 \frac{I_1 h_1 h_2}{\lambda x} . \tag{23}$$

Remarque. — Il est intéressant de comparer cette formule avec celle donnée par Helmholtz pour un oscillateur hertzien

$$F = 2\pi \frac{l I_1}{\lambda x} 3 \times 10^{10} , \tag{24}$$

F représentant la force électrique par centimètre à la distance x, l la longueur du bipôle, I_1 le courant efficace, toutes ces grandeurs étant mesurées en unités *C. G. S.*

En exprimant F en volts par centimètre, x, l et λ en kilomètres comme dans l'équation (1), I_1 en ampères comme dans (1), la formule (24) devient

$$F = 2\pi \frac{l I_1}{\lambda x} 3 \times 10^{-4} . \tag{25}$$

On peut considérer l'antenne en communication avec le sol comme la moitié supérieure d'un oscillateur hertzien de longueur $l = 1{,}8\, h_1$. Et comme seule la moitié supérieure rayonne de l'énergie la valeur de F n'est que $\frac{1}{\sqrt{2}}$ de celle qu'on aurait si le résonnateur tout entier rayonnait. On a par suite,

$$F = \frac{1}{\sqrt{2}} 2\pi \frac{1{,}8\, h_1 I_1}{\lambda x} \times 3 \times 10^{-4} = 2{,}57\pi \frac{h_1 I_1}{\lambda x} \times 3 . 10^{-4} . \tag{26}$$

La hauteur efficace de l'antenne réceptrice est 0,9 h_2 km et si la tension dans l'antenne était maintenue à la valeur de F volts par centimètre, nous aurions :

$$V_2 = F \times 0{,}9\, h_2 \times 10^5 ,$$

V_2 désignant la tension totale. D'où

$$F \times \frac{V_2}{0{,}9\, h_2} . 10^{-5} = \frac{I_2 R_2}{0{,}9\, h_2} 10^{-5} .$$

En prenant $R_2 = 25$ ohms comme dans la formule Austin-Cohen, on a :

$$F = \frac{I_2}{3\,600\; h_2},$$

ce qui, porté dans l'équation (26), fournit

$$\frac{I_2}{3600\, h_2} = 2{,}57\, \pi\, \frac{h_1 I_1}{\lambda x} . 3 . 10^{-4},$$

$$I_2 = 8{,}7\, \frac{I_1 h_1 h_2}{\lambda x}. \qquad (27)$$

Cette valeur est supérieure à la valeur de I_2 fournie par la formule (23), car nous avons supposé ci-dessus que la tension dans l'antenne réceptrice est maintenue au niveau de la force électrique dans le champ d'onde. Ceci n'est, en réalité, pas le cas, car il impliquerait que la puissance qui actionne l'antenne est inépuisable et que la puissance reçue varie en raison inverse de la résistance de l'antenne puisque $P = \frac{V_2}{R}$. L'antenne prend aux ondes qui la frappent une certaine puissance qui dépend principalement de sa hauteur, de sa capacité et de la propriété qu'elle a de rayonner à nouveau, et la tension ainsi que le courant développée par cette puissance dépendent alors de la résistance totale de l'antenne.

IV. — Action de certaines perturbations. — Après avoir discuté les relations entre la hauteur, la puissance et la portée sous des conditions supposées normales, il reste à considérer l'effet de variations à ces conditions.

1. *Nature de la surface.* — Il est probable que, pour des stations à longue portée utilisant des longueurs d'onde très grandes, la nature de la surface au-dessus de laquelle s'effectue la propagation n'a pas grande influence à moins qu'elle soit très accidentée.

Pour de faibles portées sur la terre, avec de faibles longueur d'onde, la valeur de $h_1\ h_2 \sqrt{P}$ obtenue à partir des courbes est trop basse. D'abord la longueur d'onde fournie par l'équation (17) est trop faible pour la transmission sur terre et il faudrait utiliser une longueur d'onde plus élevée qui donnerait une valeur plus élevée de $h_1 h_2 \sqrt{P}$. En second lieu, cette valeur plus élevée s'applique uniquement à la transmission au-dessus de la mer pour cette longueur d'onde et doit être augmentée pour une transmission au-dessus du sol.

W.-H.-Eccles a indiqué une formule permettant de tenir compte de l'action de montagnes interposées. Il suffit de multiplier la valeur de $h_1 h_2 \sqrt{P}$ obtenue à partir des courbes par le facteur $e^{\frac{\sqrt{2 t \alpha_1 \alpha_2}}{\sqrt{\lambda}}}$, dans lequel, si S et R désignent respectivement une station d'émission et une station de réception, T une crête interposée, λ_1 mesure l'angle TSR en radians et α_2 l'angle TRS en radians. L'équation (16) devient alors

$$h_1 h_2 \sqrt{P} = 65\, \lambda x\, e^{0{,}0015\, x + \sqrt{\frac{2 t \alpha_1 \alpha_2}{\lambda}}}. \qquad (28)$$

L'auteur propose également de multiplier la valeur relative à l'expression de $h_1\ h_2 \sqrt{P}$ au-dessus de la mer par le terme e^{A}, A étant la fonction de x et de λ que l'auteur propose de prendre égale à $\frac{K x^{\frac{1}{3}}}{\lambda}$, K désignant un coefficient qui dépend de la nature du sol.

Pour un sol uni, $K = 0{,}02$,
Pour un sol ondulé, $K = 0{,}1$.
Pour un sol montagneux, $K = 0{,}24$.

L'équation (16) devient alors :

$$h_1 h_2 \sqrt{P} = 65\, \lambda\, e^{\frac{0{,}0015\, x}{\sqrt{\lambda}} + \frac{K x^{\frac{1}{3}}}{\lambda}}. \qquad (29)$$

2. *Type d'antenne.* — L'antenne à laquelle se rapportent les courbes avait une hauteur efficace d'environ 0,9 fois la hauteur réelle, tandis que la capacité des antennes réceptrices des navires était de 0,0018 microfarad. On tiendra compte de la forme de l'antenne au moyen des données suivantes :

a) Emission. — La valeur de $h_1\ h_2 \sqrt{P}$ déduite des courbes doit être multipliée par $\frac{1{,}8\, h_1}{l}$, $\frac{1}{2}\, l$ désignant la hauteur efficace de l'antenne calculée par la méthode indiquée dans les équations (4) à (6) et h_1 la hauteur réelle.

b) Réception. — Les conditions sont ici beaucoup plus complexes que pour l'émission, à cause du rayonnement d'une partie de l'énergie reçue. Quelle que soit la résistance de l'antenne, on établit que 50 pour 100 environ de l'énergie reçue peuvent être, sous les conditions les plus favorables, cédées au circuit couplé. En outre :

1° On peut tenir compte de la *hauteur efficace* de la même manière que pour l'antenne d'émission ;

2° Pour la réception, plus grande est la capacité de l'antenne et plus grande par suite est le champ d'onde qu'elle régit, plus il y a de puissance captée sur les ondes qui passent ; en l'absence de toute cause perturbatrice P_2 devrait être proportionnel à C_2 (capacité de l'antenne réceptrice). On multipliera la valeur $h_1\ h_2 \sqrt{P}$ déduite des courbes par $\frac{0{,}0018}{C_2}$.

c) Antennes dirigées. — Les antennes dirigées en forme de L renversé constituent un cas spécial. Si les antennes d'émission et de réception sont toutes deux dirigées, la puissance d'émission nécessaire pour fournir une certaine puissance à l'antenne réceptrice est une fraction de celle requise avec des antennes non dirigées de même rayonnement total. Quand la longueur est égale à environ 10 fois la hauteur, l'étude des diagrammes suggère pour cette fraction la valeur 0,4 ; on peut, par suite, modifier la valeur de l'expression $h_1\ h_2 \sqrt{P}$ au moyen du facteur $\sqrt{0{,}4}$, soit 0,63, si les deux antennes sont dirigées, ou par 0,8 si une seule antenne est dirigée.

3. *Prise de terre.* — Les résultats indiqués sur les courbes ne seront pas atteints, même approximativement, si on a une mauvaise prise de terre. Comme on l'a déjà indiqué, le rendement du rayonnement est $\frac{R_r}{R_r + R_t}$ et la plus grande partie de R_t provient de la prise de terre. Avec la meilleure terre possible, dans un bon sol et pour la longueur d'onde la mieux efficace (soit $1{,}5\, \lambda_n$), R_t sera rarement inférieur à R_r. Avec une mauvaise prise de terre il peut valoir plusieurs fois R_r, et il est évidemment très important de le rendre aussi petit que possible, surtout dans le cas d'une antenne ayant une faible résistance de rayonnement. Une mauvaise terre augmente aussi l'amor-

Digitized by Google

tissement et diminue la résonance. Cela est surtout nuisible avec l'émission à étincelle éteinte, pour laquelle les oscillations dans l'antenne diminuent avec son propre décrément et ne reçoivent aucun renforcement d'un circuit fermé à couplage lâche.

Pour les besoins de la discussion, on qualifiera de *bonne* la prise de terre pour laquelle R_e est très voisin de R_r pour une longueur d'onde égale à 1,5 fois la longueur d'onde propre ; de médiocre, celle pour laquelle R_e est voisin de $2 R_r$; et de mauvaise celle pour laquelle R_e est égal à 4 ou 5 fois R_r. Dans le cas où l'on ne peut avoir qu'une mauvaise terre à la station d'émission, le meilleur rendement de rayonnement devient $\frac{R_r}{R_r + 5 R_r}$; autrement dit, il est réduit de $\frac{1}{2}$ à environ $\frac{1}{6}$ et la puissance nécessaire doit être multipliée par 3, et $h_1 h_2 \sqrt{P}$ par environ 1,7. Pour une terre médiocre P devrait être multiplié par 1,5 et $h_1 h_2 \sqrt{P}$ par 1,2 environ.

L'influence d'une mauvaise prise de terre est beaucoup moins sensible à la réception, car le circuit couplé peut prendre la moitié environ de la puissance captée par l'antenne quelle que soit la résistance de celle-ci. Mais comme Eccles l'a mis en évidence, une mauvaise prise de terre diminue les propriétés absorbantes d'une antenne et la puissance captée devient moindre. Avec une mauvaise terre on multipliera la valeur $h_1 h_2 \sqrt{P}$ par le coefficient 1,2.

4. *Appareil d'émission.* — Les courbes sont relatives à un dispositif d'émission pour lequel le rendement est de 25 pour 100 entre la puissance fournie par l'alternateur et la puissance développée dans l'antenne. Si ce rendement est connu approximativement dans un cas particulier quelconque, nous multiplierons la valeur de $h_1 h_2 \sqrt{P}$ par $\sqrt{25/E}$, E désignant ce rendement.

L'emploi des ondes entretenues produit une amélioration de la résonance. L'accroissement du rendement qui en résulte dépend des décréments des divers circuits : Eccles montre que les systèmes modernes à éclateur peuvent être si bien accordés que le gain dû à l'emploi d'ondes entretenues est faible; on peut admettre qu'il est d'environ 25 pour 100, ce qui revient à multiplier $h_1 h_2 \sqrt{P}$ par 0,9.

5. *Appareil récepteur.* — Le rendement d'un dispositif de réception, surtout avec un détecteur à cristal, est loin d'être constant. Avec un récepteur plus sensible que le détecteur à cristal utilisé sans amplificateur, on multipliera la valeur de $h_1 h_2 \sqrt{P}$ déduite des courbes par le facteur $\sqrt{\frac{U}{600}}$ où U est la puissance minima d'audition dans l'antenne, en micro-microwatts pour le dispositif récepteur envisagé.

6. *Heure.* — Il est probable que toutes les longueurs d'onde se propagent mieux pendant la nuit, ce dont on peut tenir compte en remplaçant le coefficient d'absorption 0,0015 par un coefficient plus faible 0,001, ou en multipliant la valeur diurne de $h_1 h_2 \sqrt{P}$ par le facteur $e^{-\frac{0{,}0005\, x}{\sqrt{\lambda}}}$. Cette méthode n'est qu'approximative car le coefficient d'absorption nocturne semble dépendre de la portée et diminuer avec elle.

7. *Conditions atmosphériques.* — Dans des conditions atmosphériques particulièrement favorables, il n'est pas nécessaire d'avoir une puissance égale à 64 fois celle qui correspond à la perception limite; mais la puissance minima reçue ne doit pas être inférieure à 16 fois cette limite. Dans ces cas favorables la valeur de $h_1 h_2 \sqrt{P}$ fournie par les courbes peut être multipliée par le coefficient $\sqrt{0,25}$, soit 0,5. La question des fluctuations saisonnières dans l'intensité des signaux n'a pas été envisagée ici; l'auteur considère que de telles fluctuations sont couvertes par le facteur de sécurité 64.

8. *Facteur de sécurité.* — Il peut arriver souvent qu'une marge dans l'intensité des signaux inférieure à celle qui a été admise soit suffisante. C'est ce qui se produit quand il n'y a quotidiennement qu'un petit nombre de messages ou quand on peut toujours compter sur les meilleurs manipulateurs fonctionnant sous les meilleures conditions. Dans de tels cas la puissance reçue peut être réduite à 16 fois celle qui correspond à la perception limite, ce qui revient à modifier $h_1 h_2 \sqrt{P}$ par un coefficient qui n'est pas inférieur à 0,5.

Le tableau suivant résume les valeurs des coefficients ci-dessus indiqués :

Tableau des facteurs par lesquels la valeur de $h_1 h_2 \sqrt{P}$ sous des conditions normales doit être multipliée pour tenir compte de modifications à ces conditions.

1. Influence des montages	$e^{\sqrt{\frac{2 l_1 l_2}{\lambda}}}$
2. Nature de la surface du sol	$e^{\frac{K x^{\frac{1}{2}}}{\lambda}}$
3. Hauteur efficace de l'antenne d'émission	$1,8 \frac{h}{l}$
4. Hauteur efficace de l'antenne réceptrice	$1,8 \frac{h_2}{l}$
5. Capacité de l'antenne réceptrice	$\frac{0,0018}{C_2}$
6. Émission sur des longueurs d'onde inférieures à $1,5 \lambda_n$	$\left(\frac{1,5 \lambda_n}{\lambda}\right)^2$
7. Antenne dirigée, à l'un des postes	0,8
Antenne dirigée, aux deux postes	0,6
8. Mauvaise terre au poste d'émission	1,7
Terre médiocre au poste d'émision	1,2
9. Mauvaise terre au poste récepteur	1,2
10. Rendement du transmetteur	$\sqrt{\frac{25}{E}}$
11. Emploi d'ondes entretenues à l'émission	0,9
12. Emploi de récepteur plus sensible que le récepteur à cristal utilisé sans amplification	$\sqrt{\frac{U}{600}}$
13. Conditions d'interférences au dessous de la normale	0,5
14. Émission pendant la nuit	$e^{-\frac{0,0005 x}{\sqrt{\lambda}}}$
15. Absence d'interférence atmosphérique	0,5
16. Réduction du facteur de sécurité à la plus faible limite compatible avec une bonne communication	0,5

V. Exemples d'application des règles précédentes. — L'auteur donne ensuite un certain nombre d'exemples relatifs à l'emploi des règles précédentes. Nous en prendrons deux au hasard.

Exemple I. — Quelle puissance et quelle hauteur sont nécessaires pour une transmission à 400 km pendant le jour avec une antenne non dirigée à sommet aplati et un appareillage moderne sans amplification?

Les courbes fournissent $h_1 h_2 \sqrt{P} = 36600$ avec une

Digitized by Google

antenne à T à deux fils, de longueur égale à deux fois la hauteur, et dans laquelle la distance entre les fils est environ 1/40 de leur longueur. On peut alors utiliser le facteur de modification suivant pour la capacité de l'antenne réceptrice : $\frac{0,0018}{C_2}$. En sorte que :

$$h_1 h_2 \sqrt{P} = 36\,600 \frac{0,0018}{C_2}.$$

Des formules indiquées par l'auteur relatives à la capacité (et qui n'ont pas été reproduites dans cette analyse), on tire :

$$C_2 = 3 h_2 \times 9,4 \times 10^{-6} \text{ mfd}$$

$$h_1 h_2 \sqrt{P} = \frac{36\,600 \times 0,0018}{3 h_2 . 9,4 . 10^{-6}}$$

$$h_1 h_2^2 \sqrt{P} = 2\,340\,000.$$

Prenons :

$$P = 2 \text{ kw} = 2\,000 \text{ w}$$

on a, alors,

$$h_1 h_2^2 = \frac{2\,340\,000}{45} = 50\,000$$

d'où, avec des antennes d'égale hauteur,

$$h = \sqrt{50\,000} \text{ m} = 36,8 \text{ m}.$$

Il faut alors des dispositifs de 2 km avec des pylônes de 37 m.

Exemple II. — Quel devrait être l'effet d'une chaîne de montagnes de 4 000 m de hauteur, la crête étant à 20 km d'une station, si les stations sont distantes de 2 000 km, pour une onde de 2 000 m. On a :

$$\alpha_1 = 0,2 \text{ radians}$$

$$\alpha_2 = 0,002 \text{ radians}$$

$$e^{\sqrt{\frac{x \alpha_1 \alpha_2}{\lambda}}} = e^{\sqrt{\frac{2 \times 2000 \times 0,0004}{2}}} = 2,5.$$

En sorte que la valeur de $h_1 h_2 \sqrt{P}$ doit être multipliée par 2,5 pour tenir compte de la hauteur interposée, en dehors de toute autre cause perturbatrice.

Précautions à prendre pendant le fonctionnement des installations radiotélégraphiques (1).

En général, les personnes qui s'intéressent à la télégraphie sans fil ne connaissent pas les difficultés pratiques auxquelles se heurtent les spécialistes de l'installation et de l'exploitation des postes importants de télégraphie sans fil, tant à bord qu'à terre. Nous donnons ci-dessous l'analyse d'un article de M. Robert Marriott, expert et assistant en radiotélégraphie de l'amirauté américaine à Bremerton, Washington (D. C.), paru dans le « Scientific American supplement, n° 2 156, 28 avril 1917, et qui résume une conférence faite par l'auteur devant l'Institute of Radio-Engineers de New-York.

L'article de M. Robert Marriott peut se diviser en quatre parties que nous analyserons successivement.

I. — Chocs communiqués par des appareils de radiotélégraphie. — L'opérateur peut recevoir un choc s'il vient à toucher un point du circuit secondaire du transformateur électrique après séparation de l'appareil d'avec les lignes. Généralement ce contact ne présente pas de dangers, sauf dans les cas suivants : quand on shunte le manipulateur, le secondaire du transformateur peut être porté à une tension assez élevée et même dangereuse pour la position d'ouverture du manipulateur; lorsqu'on emploie au primaire des alternateurs ayant une force électromotrice à circuit ouvert de 400 à 600 v et dont on commande le circuit à l'aide du manipulateur. Il peut alors y avoir danger de mort, et il vaut mieux, par mesure de prudence, ramener la tension à une valeur voisine de 110 v, même aux dépens du rendement.

II. — Dangers résultant des décharges atmosphériques et des contacts avec d'autres lignes. — L'auteur établit une distinction entre les décharges qui peuvent se produire sur l'antenne et celles qui peuvent atteindre tout autre point du circuit radiotélégraphique. M. Marriott affirme qu'à sa connaissance il n'y a jamais eu de cas où une antenne ait été frappée directement par des décharges atmosphériques, mais il a vu fréquemment des décharges se produire entre les antennes et la terre en même temps qu'il semblait que des décharges atmosphériques frappaient un point distant du réseau radiotélégraphique. Mais il est arrivé fréquemment que des accidents se sont produits par suite du contact entre des lignes extérieures et des éléments de l'installation radiotélégraphique et la cause en avait été injustement attribuée à des décharges atmosphériques.

III. — Dangers résultant des dérivations de courants. Télégraphie sans fil. — M. Marriott a constaté souvent des accidents dus à des contacts qui s'étaient produits entre des réseaux d'antenne et des installations téléphoniques ou télégraphiques ou des lignes de distribution d'énergie. Généralement ces contacts se produisent quand les récepteurs de télégraphie sans fil sont hors circuit, et, par suite, ne présentent pas de dangers pour eux, au contraire c'est le courant des transmetteurs de télégraphie sans fil qui, en gagnant les lignes télégraphiques ou téléphoniques ou le réseau de distribution d'énergie, en brûle les parafoudres ou les fusibles en les mettant à la terre. Ces accidents arrivent fréquemment dans les villes américaines, où des circuits de toutes sortes se répandent dans tous les sens ; l'auteur les a constatés à maintes reprises.

M. Marriott trouve qu'en pratique on néglige trop souvent les recommandations suivantes relatives à l'isolement du transmetteur et aux dispositions de l'antenne :

A. L'air étant un isolant, insensible aux effets du temps, de l'humidité, de la poussière, on doit espacer, autant que possible, les appareils entre lesquels il pourrait se produire des décharges ;

B. Les surfaces peu larges mais longues sont également favorables à un bon isolement ;

C. Le développement en longueur favorable au bon isolement peut s'obtenir en donnant la forme cannelée aux appareils d'isolement ;

D. Il faut choisir les isolants en matières non hygrosco-

(1) Robert Marriott. *Scientific American Supplement*, 28 avril 1917 ; — *L'Industrie électrique*, 25 juin 1917, t. XXVI, p. 239, 4 500 mots.

Digitized by Google

piques et non absorbantes, la porcelaine, entre autres, est un très bon isolant pour les installations de T. S. F.

E. Les surfaces isolantes, quelles qu'elles soient, doivent être tenues dans le plus grand état de propreté.

L'auteur donne encore les quelques conseils suivants : Pour l'entrée d'une antenne dans un poste, la disposition qui consiste à lui faire traverser une plaque de verre de la largeur de l'entrée est suffisamment efficace.

En ce qui concerne les dimensions des surfaces d'isolement à l'intérieur de l'installation, l'auteur prend une valeur atteignant 8 fois la distance d'éclatement correspondant dans l'air à la tension de l'exploitation.

Pour haubanner l'antenne on emploiera des isolateurs en porcelaine mis en série en nombre convenable.

IV. — Effets d'induction émanant de lignes de télégraphie sans fil. — Il se produit souvent dans les circuits voisins des installations de télégraphie sans fil des courants induits à haute fréquence que M. Marriott appelle des courants « radio-induits ». Ces courants prenant naissance dans des circuits téléphoniques font fondre les parafoudres et mettent hors service les appareils téléphoniques. Quand ils se produisent dans des circuits d'éclairage ou de force motrice, ils peuvent atteindre une tension très supérieure à celle du courant principal. Dans certains points du réseau industriel, le courant radio-induit peut amorcer un arc par lequel s'écoule le courant principal, le phénomène ne cesse, en général, que lorsque les pièces entre lesquelles l'arc s'est amorcé ont été fondues. L'auteur signale que ces décharges ont été la cause de détériorations et même de destruction pour des appareils industriels de toutes sortes.

Ces phénomènes se sont aussi manifestés dans les installations de télégraphie sans fil elles-mêmes lorsque l'écartement des appareils n'était pas suffisant ou leur surface mal protégée. Pour éviter ces accidents on interposera un filet muni d'une très bonne prise de terre entre les appareils et le transmetteur, on mettra également les canalisations sous conduite métallique reliée à la terre. Si on ne peut avoir recours aux procédés précédents, on protégera les circuits au moyen de condensateurs à travers lesquels les courants à haute fréquence se déchargeront.

L'induction de radio-courants a provoqué souvent des courts-circuits aussi bien dans le primaire que dans le secondaire de transformateurs. Il a suffi souvent de changer l'orientation des transformateurs pour les soustraire aux effets inductifs de télégraphie sans fil.

En ce qui concerne le haubannage des antennes, l'auteur utilise des haubans en fil d'acier présentant une section de base en corde pour en assurer la fixation et l'isolement, et ne recommande pas l'introduction d'isolateurs en bois dans les haubans en acier, ces isolateurs pouvant brûler sous l'action du courant de fuite qui circule entre ces haubans et la terre.

Dans les installations à bord on n'a jamais pu arriver à isoler les haubans d'une façon satisfaisante et on a adopté le système consistant à mettre ces haubans à la terre ; on évite ainsi un grand nombre d'accidents qui se produisaient souvent avec les haubans isolés; il est également recommandable, pour mettre l'équipage et les passagers à l'abri de toute décharge désagréable et parfois dangereuse, de mettre soigneusement à la terre, les poutrelles, tuyauteries de vapeur, chaînes, passerelles, toitures métalliques, garde-fous, etc., la coque du navire fournit dans ce cas une très bonne terre.

L'auteur recommande également d'éviter certaines peintures qui favorisent la production d'étincelles et peuvent provoquer des incendies à bord.

Les condensateurs comme moyen de protection contre les courants radio-induits. — L'auteur examine ensuite les moyens qui peuvent être employés pour protéger les circuits industriels contre les courants radio-induits. La meilleure protection consiste à employer des condensateurs en dérivation sur la ligne à protéger; ces appareils ne laissent pas passer les courants continus et les courants alternatifs de 30 à 100 p: sec, et se laissent facilement traverser par les courants de télégraphie sans fil.

Les condensateurs sont souvent protégés par des fusibles montés en série avec eux. Ce dispositif a l'inconvénient de faire cesser la protection si le fusible fond sous l'action d'une décharge; plusieurs systèmes ont été proposés pour remédier à cet état de choses, mais ils n'ont pas donné entière satisfaction. L'auteur recommande, comme répondant tout à fait aux besoins, l'emploi de condensateurs à armatures en feuilles de papier d'étain : sous l'action d'une décharge le papier d'étain fond ce qui suffit pour éteindre la décharge, et dès que celle-ci a cessé, le condensateur est toujours aussi capable qu'avant d'assurer la protection du circuit.

L'efficacité des écrans contre les courants radio-induits. — L'auteur recommande d'enfermer les conducteurs ordinaires isolés dans un tube métallique relié d'endroit en endroit à la terre, ce système constitue un écran très efficace contre les courants radio-induits.

Autres moyens de protection contre la radio-induction. — L'auteur indique qu'on peut encore protéger les circuits à basse tension contre les courants radio-induits en intercalant entre eux et la terre des résistances très élevées en charbon ou des lampes à incandescence montées entre elles en série ; ces dispositifs ont l'inconvénient de relier les circuits à la terre, et il vaut mieux avoir recours aux condensateurs. M. Robert Marriott a également constaté que certains panneaux fabriqués en matières se rapprochant comme l'ardoise des constantes de conductibilité des charbons à haute résistivité, protégeaient, comme ces derniers, un circuit à basse tension contre les courants radio-induits.

Les installations de télégraphie sans fil à bord des navires. — Dans les installations à bord, les difficultés sont d'autant moindres que la construction est plus exclusivement métallique. Pour la protection des circuits servant aux divers usages du bord, l'auteur recommande d'utiliser des conducteurs à gaine de plomb qu'on place dans une conduite métallique qu'on draine dans les parties où l'humidité peut s'accumuler.

Les installations privées et leur exécution. — L'auteur termine en examinant les dispositions à prendre pour l'installation des stations privées qui ne sont établies sur d'autres règles que celle du bon plaisir du propriétaire. Mais il fait remarquer que pour dresser un règlement à ce sujet, il faudrait consulter les personnes compétentes du monde entier et attendre la fin des hostilités pour qu'on puisse tenir compte des progrès importants faits en télégraphie sans fil depuis le début de la guerre et qui n'ont pas encore été portés à la connaissance du public.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Le poste de transformation de l'usine A. Citroën

La nécessité d'une production intensive de matériel de guerre a causé le développement d'un grand nombre d'usines. Le nombre des machines-outils croissant, il a fallu augmenter la puissance nationale des machines motrices. Il aurait été complètement impossible de satisfaire les besoins de la défense s'il avait fallu construire des chaudières et des machines à vapeur. Heureusement, nous possédons de grandes centrales électriques, et ce sont ces grandes centrales qui ont permis de répondre aux besoins. Nous donnons ci-dessous la description du poste de transformation d'une de nos grandes usines de guerre pour donner un exemple de l'effort fourni par l'industrie française et faire connaître ce dont elle est capable.

L'organisation improvisée des usines de guerre a été une œuvre capitale. Il est important de constater le rôle remarquable que l'électricité a joué dans cette organisation en facilitant la distribution de la force motrice nécessaire à l'entraînement des machines-outils.

A Paris et dans la banlieue, les Compagnies distributrices ont eu, après la baisse inévitable du début des hostilités, un surcroît de demandes tel que, dans certains quartiers, les câbles d'alimentation ont dû être considérablement renforcés.

Des établissements ont été, en effet, entièrement créés pour la fabrication des munitions ; l'organisation rapide des usines A. Citroën montées en quelques mois (mars à juin 1916) est un véritable tour de force.

Primitivement prévues pour absorber 3 000 kv-A, la puissance en a été considérablement augmentée et portée à 9 000 kv-A. Bien que largement étudié pour les extensions éventuelles, le bâtiment construit pour la station de transformation n'a plus été suffisant, et l'on a dû envisager la création de deux autres postes alimentant des ateliers éloignés.

Il avait été prévu d'abord deux arrivées — dont une de secours — pouvant débiter chacune 130 A par phase sous 12 300 v; toutes dispositions utiles avaient été prises pour empêcher leur mise en parallèle.

Par la suite, la puissance demandée ayant doublé, on a dû amener un troisième câble pouvant débiter la même puissance que les deux premiers, l'un des trois servant de secours — deux étant cette fois, dans la marche normale, couplés en parallèle par les barres omnibus d'arrivée.

Ces trois arrivées se trouvent dans le premier local, mais toute l'énergie disponible n'y est pas transformée. Elle y est totalisée et contrôlée comme nous le verrons, puis divisée en différents départs :

Deux départs de 1 500 et 2 000 kv-A, en câbles souterrains vont rejoindre les centres d'utilisation.

Cinq départs de 1 000 kv-A, qui alimentent chacun deux groupes de transformateurs de 500 kv-A.

Un départ de 500 kv-A qui alimente le groupe de transformateurs de lumière.

Les deux postes de 1 500 et 2 000 kv-A sont bouclés par un câble correspondant à la plus grande puissance de l'un d'eux. De sorte que, en cas d'avaries de l'un des câbles reliant chacun d'eux à la sous-station d'arrivée, les deux peuvent être alimentés par l'autre câble (prévus naturellement pour la puissance totale). Cette disposition revient en somme à l'adoption d'un câble de secours pour deux câbles de travail

Quant à la division par portion de 500 kv-A de l'énergie transformée sur place, elle a l'énorme avantage de parer à toute éventualité en cas d'accident sur l'un des groupes en prévoyant simplement un groupe en réserve. Disons cependant que, jusqu'à présent, l'augmentation demandée pour la puissance au fur et à mesure de l'installation des ateliers a été telle que chaque groupe a été mis en service aussitôt monté, de sorte que la sécurité prévue en principe n'a jamais existé.

Pour une demande aussi importante, des dispositions particulières ont été prises à la mise en service par la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité pour éviter des perturbations sur son réseau.

Il est dit entre autres dans le contrat d'abonnement :

« Des interrupteurs automatiques établis au point de livraison du courant seront réglés de manière à ne déclancher que pour des surcharges maintenues pendant plus de cinq secondes et supérieures à 10 pour 100 de la puissance abonnée.

» Un wattmètre enregistreur diphasé pour 3 000 kw, commandé par transformateurs d'intensité et de tension sera placé entre l'arrivée des branchements et les groupes de compteurs et constatera la puissance effectivement utilisée.

» Pour mesurer l'énergie dépensée, il sera placé plusieurs groupes de compteurs, chaque groupe correspondant à une puissance de 1 000 kw.

» Pour chaque groupe de compteurs l'abonné fournira et installera à ses frais, sur chaque phase, un compteur de 500 kw alimenté par un transformateur d'intensité et un transformateur de potentiel. Chaque transformateur de potentiel sera calculé de manière à permettre l'établissement d'un second compteur qui sera fourni avec

Digitized by Google

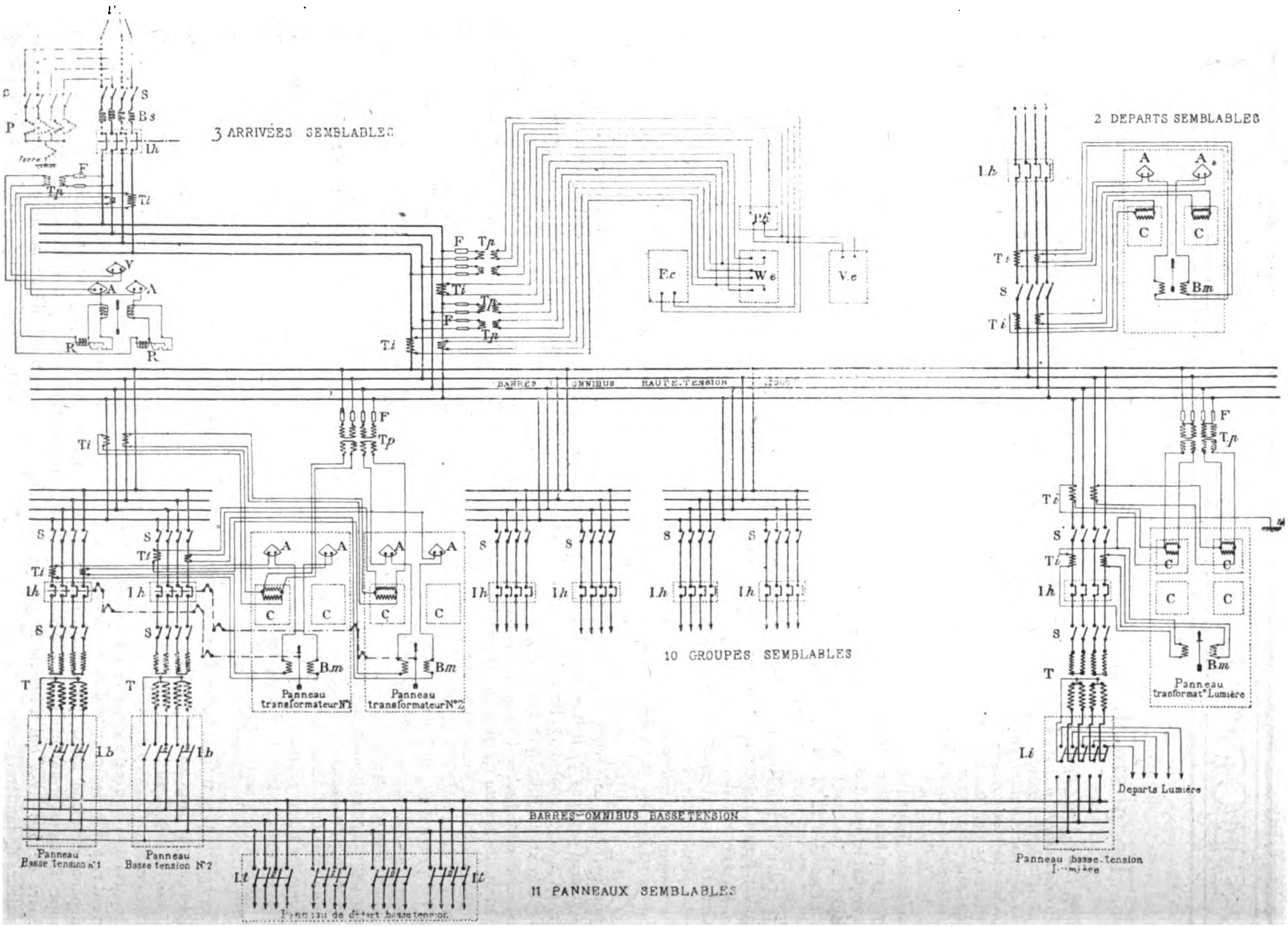


Fig. 1. — Schéma général.

A, ampèremètre; Bs, bobine de self-induction; Bm, bobine à maxima; C, compteur; F, fusible; Fe, fréquencemètre enregistreur; Ib, interrupteur bipolaire; Ii, interrupteur inverseur; Ih, interrupteur à huile; P, parafoudre à rouleaux; Ph, phasemètre; R, relais; S, sectionneur; T, transformateur de puissance; Ti, transformateur d'intensité; Tp, transformateur de potentiel; V, voltmètre; Ve, voltmètre enregistreur; We, wattmètre enregistreur.

Digitized by Google

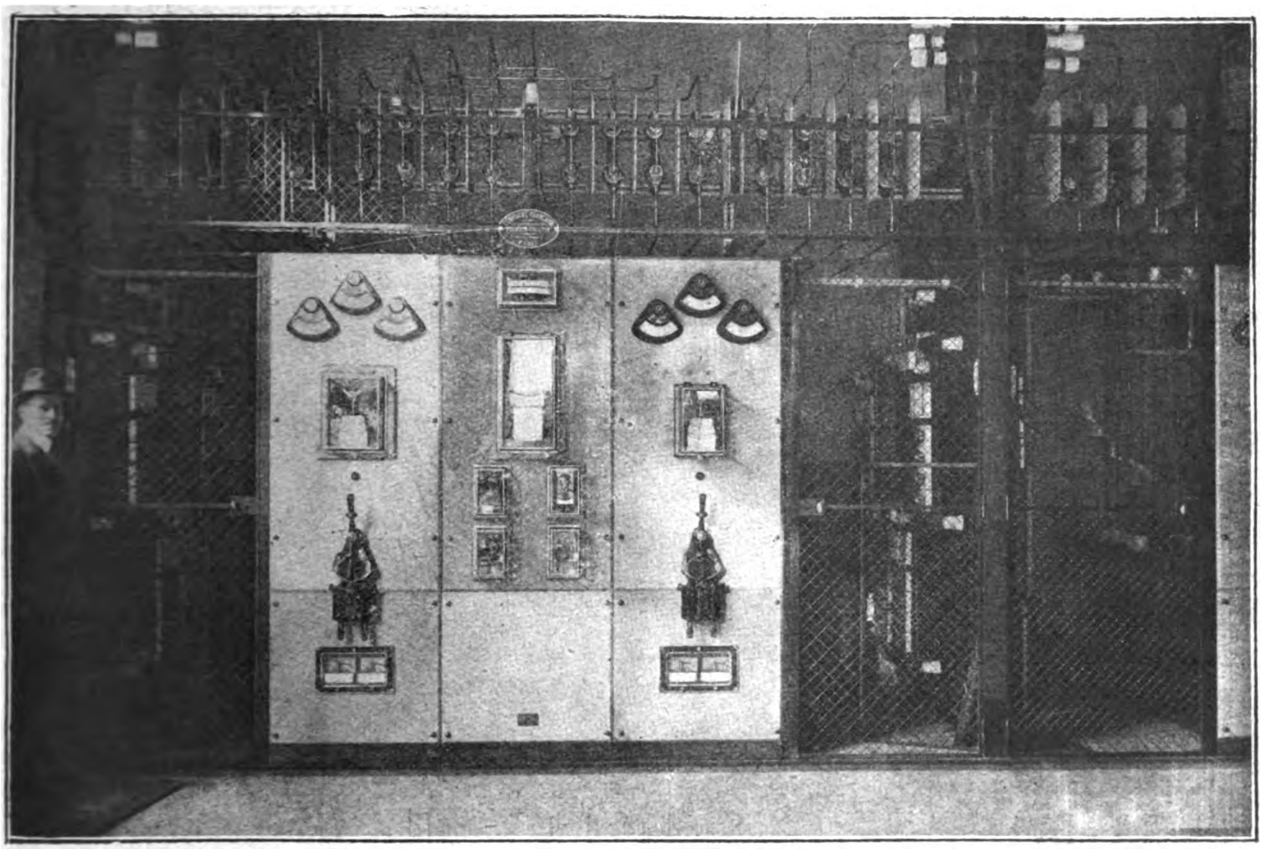


Fig. 2. — Vue de l'un des tableaux d'arrivée haute tension.

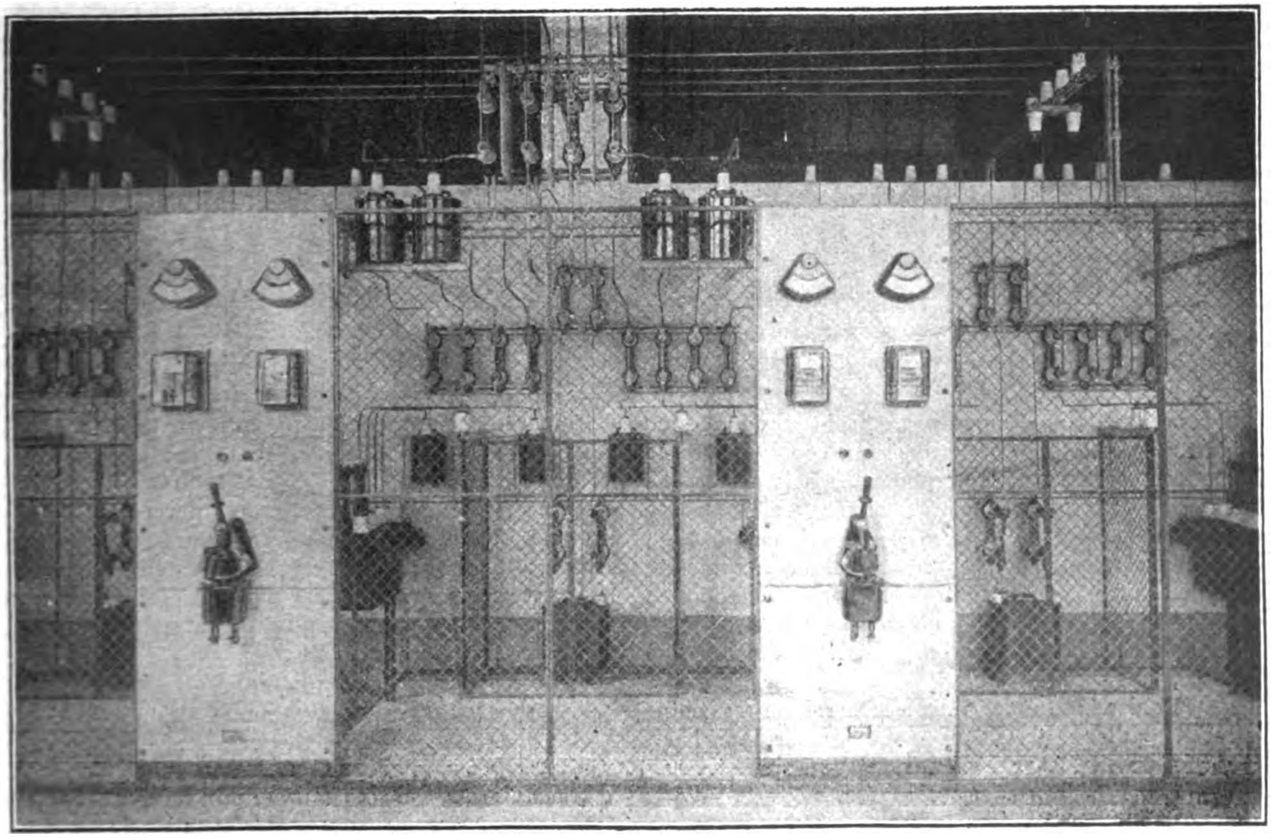


Fig. 3. — Vue de détail des panneaux de départ haute tension. 12 000 v. 42 p : sec. 500 kv-a par groupes de deux panneaux.

Digitized by Google

son transformateur d'intensité par la Compagnie. »

Au reste, les prescriptions ordinaires devaient naturellement être strictement observées.

La fourniture principale du matériel a été faite par la Compagnie française Thomson-Houston. Le poste principal comprend :

Onze groupes de transformateurs diphasés de chacun 500 kv-A (deux transformateurs monophasés de 250 kv-A par groupe) 41,66 p : sec, 12 300/220 v avec point neutre sorti côté basse tension (dont un pour l'éclairage).

Ces transformateurs sont du type à bain d'huile à refroidissement naturel avec cuve en tôle ondulée et galets de roulement.

Poids d'un appareil sans huile........	1 290 kg
Poids d'huile par appareil..........	750
Consommation à vide................	1 600 w.

Rendement pour un facteur de puissance = 0,8 :

A pleine charge................	97,4 pour 100
A demi-charge................	97,6 pour 100.

Chute de tension pour le même facteur 4,5 pour 100.

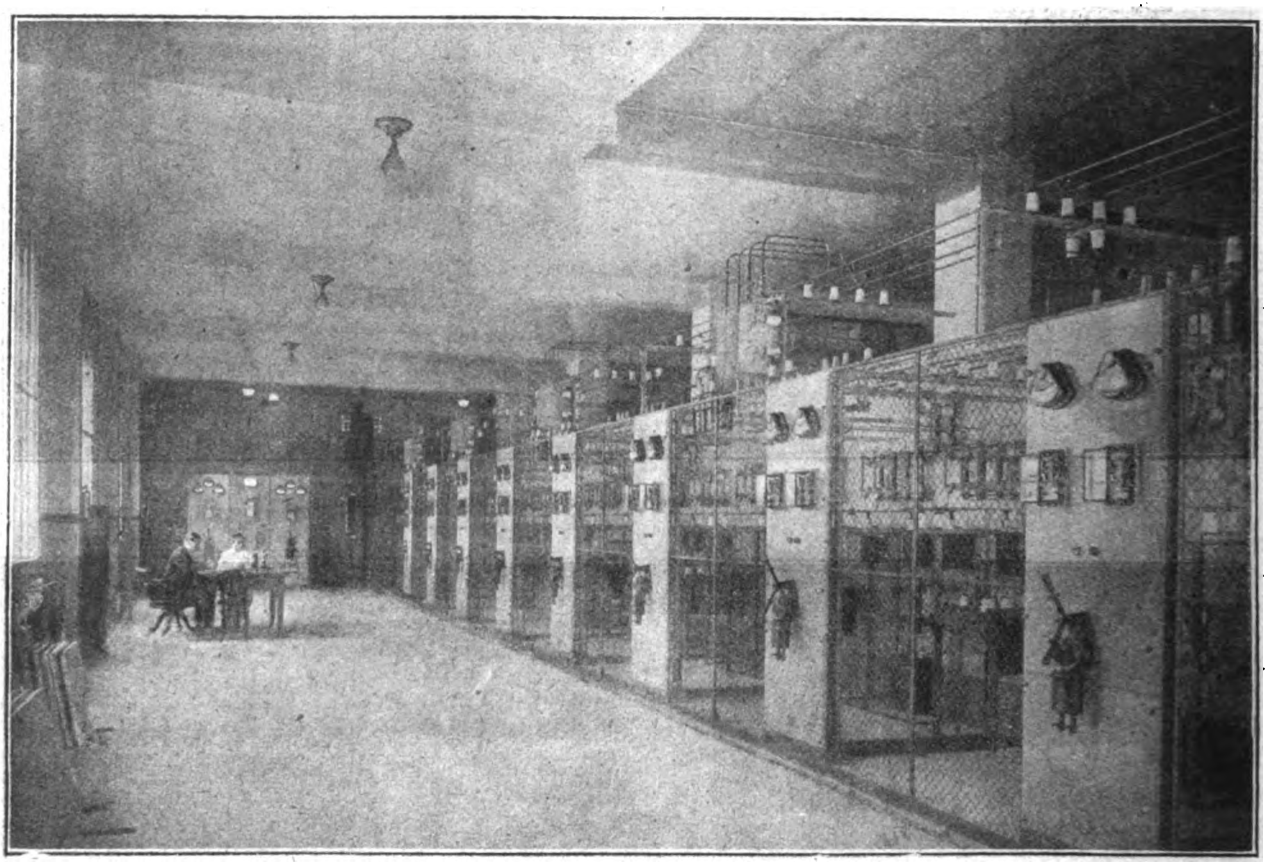


Fig. 4. — Postes d'arrivée et de départ, côté haute tension.

Ces appareils ont supporté à froid pendant cinq minutes une tension alternative de 25 000 v entre la haute tension et la basse tension reliée à la masse, une tension alternative de 1 000 v pendant la même durée entre la basse tension et la masse. Pour s'assurer du bon isolement entre spires, on a appliqué aux bornes une surtension de 100 pour 100 pendant une minute et de 50 pour 100 pendant cinq minutes.

La figure 1 donne le schéma général de l'installation réalisée.

En ce qui concerne le contrôle général, on a examiné quels étaient les appareils propres à signaler, d'une part, les irrégularités du service, à éviter, d'autre part, les surcharges trop fréquentes et prolongées.

On a été ainsi amené à prévoir un tableau spécial d'appareils de contrôle représenté par la figure 2 et comprenant :

Un phasemètre à lecture directe, permettant de connaître à chaque instant la valeur du facteur de puissance ;

Un wattmètre enregistreur avec dispositif de remontage automatique pour une durée d'un mois ;

Un voltmètre enregistreur ;

Un fréquencemètre enregistreur ;

Un relais wattmétrique diphasé, non équilibré, à action instantanée ;

Un relais à courant continu (alimenté par une batterie d'accumulateurs) mis en marche par le fonctionnement

du relais wattmétrique et actionnant une sonnerie d'avertissement.

Sous l'action de ces deux appareils, une surcharge dont la durée dépasse 2 min. 1/2 est signalée par le tintement de la sonnerie. (Cette durée pourrait être portée à 5 minutes par le réglage des relais.) Si la durée de la surcharge dépasse une certaine valeur (réglage entre 5 et 15 minutes), le déclanchement du disjoncteur principal est provoqué par l'intermédiaire des relais à action différée des bobines à maxima de cet appareil.

Pour éviter que le fonctionnement de ce disjoncteur ne crée des inconvénients, la dérivation haute tension des transformateurs d'éclairage est prise avant ce disjoncteur, ce qui empêche toute interruption de lumière.

Le dispositif avertisseur de surcharge consomme un courant très faible (0,3 A) ; cette énergie est empruntée à la batterie de l'installation téléphonique.

Ce dispositif n'est plus utilisé actuellement en raison de l'augmentation de la puissance.

Au point de vue du matériel de comptage, le contrat stipulant, comme nous l'avons vu, l'emploi de plusieurs

Fig. 5 — Vue des transformateurs et des tableaux de distribution et de couplage basse tension, 42 p : sec, 220 v par phase.

groupes mesurant chacun une partie de la puissance totale, on a été amené à installer :

Quatre compteurs monophasés de 750 kw pour les départs des postes auxiliaires ;

Dix compteurs monophasés de 500 kw pour la force ;

Deux compteurs monophasés pour la lumière.

Chacun de ces compteurs est alimenté par des transformateurs de mesure qui desservent également les compteurs semblables fournis par la C. P. D. E.

Les compteurs de 750 kw sont réunis par deux, pour mesurer une puissance totale de 1 500 kw pouvant être débitée par chaque départ.

Remarquons, en passant, qu'il y a là une dérogation aux règles imposées généralement par la C. P. D. E., qui exige que la puissance mesurée par un groupe de 2 compteurs ne dépasse pas 1 000 kw, c'est-à-dire 500 kw par compteur et par phase.

Cette nécessité de répartition par groupe de 1 000 kw au maximum de la puissance enregistrée par les compteurs, conduit à réunir l'appareillage de 2 groupes de transformateurs de 500 kv-A sur un seul jeu de barres haute tension, ce jeu de barres étant contrôlé par les appareils de mesure et les compteurs du groupe.

La figure 3 représente un groupe de 2 panneaux de départ, chacun d'eux correspondant à 500 kv-A.

La figure 4 donne une vue d'ensemble du panneau d'arrivée et des panneaux de départ groupés par deux comme nous venons de le voir. Chacun d'eux porte un

Digitized by Google

jeu de deux compteurs semblables, l'un étant fourni par la C. P. D. E. Chaque panneau porte 2 ampèremètres donnant le débit de chaque phase.

Les barres omnibus haute tension qu'on aperçoit sur

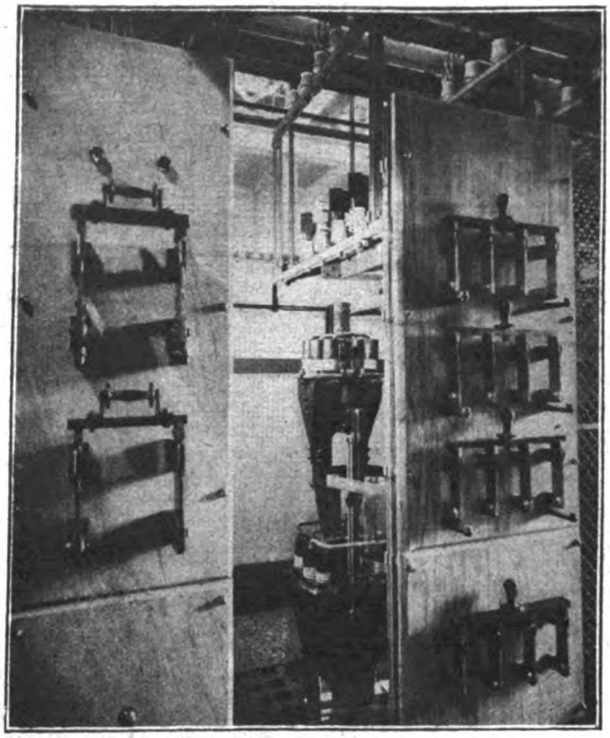


Fig. 6. — Vue des boites de jonction des câbles basse tension.

la figure sont en tubes de cuivre de 16 × 13, fixées sur des isolateurs à tête à brides, et montées sur charpente en fer U jumelée de 35 × 16 × 4, les connexions secondaires sont en fil de 70 × 10.

Du côté basse tension, représenté par la figure 5, les canalisations reliant chaque transformateur au panneau correspondant sont en barre de 100 × 5 mm; elles sont fixées avec des isolateurs à chappes sur une charpente en fer. Le tableau comprend pour chaque 500 kv-A de puissance deux panneaux, l'un porte deux interrupteurs bipolaires de 1 400 A et un interrupteur unipolaire de 550 A, permettant d'isoler chaque groupe de tranformateur des barres omnibus basse tension; l'autre porte quatre interrupteurs tétrapolaires de 550 A correspondant à quatre départs.

Il y a ainsi au total 44 départs basse tension.

Pour le contrôle de ces circuits, on a trouvé plus simple de les diviser en quatre groupes, chacun d'eux étant contrôlé par :

Un wattmètre enregistreur diphasé pour circuit non équilibré, alimenté par l'intermédiaire de transformateurs d'intensité.

Les 4 wattmètres sont montés sur un panneau et sont en série avec 4 compteurs. Les deux groupes d'appareils se contrôlent mutuellement.

Cette conception a conduit à sectionner en 4 tronçons les barres omnibus basse tension et à prévoir un double jeu de barres omnibus.

Chaque barre omnibus comprend par phase 6 barres de cuivre de 100 × 5 en parallèle pouvant débiter 7 500 A en comptant un échauffement de 15° environ au-dessus de la température ambiante.

Pour se rendre compte de la puissance débitée par chaque départ, le personnel de la sous-station a installé à côté des panneaux de comptage proprement dit, un wattmètre d'essais dont les transformateurs sont installés sur un chariot et peuvent se transporter pour être montés pendant le temps nécessaire à l'essai en face du départ intéressé, les circuits à faible débit étant reliés au wattmètre par un câble souple.

Nous avons vu précédemment qu'on avait prévu pour l'éclairage deux transformateurs spéciaux ; ces appareils ont été, entre temps, intercalés dans le circuit principal.

Un inverseur pentapolaire placé sur le panneau d'éclairage permet cependant de s'alimenter soit sur les barres omnibus principales, soit sur les transformateurs primitivement prévus.

Les départs basse tension dans différents ateliers se font en câbles souterrains, la figure 6 donnant une vue des boites de jonction. Pour chaque départ il y a 2 câbles de 475 mm² en parallèle, ce qui fait, pour 44 départs, 88 câbles.

Fig. 7. — Galerie des câbles, montrant le dessous des boites de jonction de départ, côté basse tension.

Digitized by Google

Pour loger ces câbles, on a aménagé une galerie souterraine avec des caniveaux de ramification. La figure 7 donne une idée de l'importance de cette installation souterraine qui déverse l'énergie à chaque machine.

Au point de vue de l'exploitation, les phases sont à peu près équilibrées à l'arrivée générale, les faibles différences de charge constatées à certains points d'utilisation se compensant d'elles-mêmes.

Pour une charge moyenne de 3500 kw le facteur de puissance atteint 0,75, ce qui est relativement élevé étant donné le grand nombre de moteurs qui travaillent à faible charge.

La puissance totale des moteurs installés est d'environ 10 000 ch répartie sur plus de 900 moteurs de 0,5 à 200 ch.

A.-S. Milhoud.

Revues, analyses et informations

Sous-stations de traction à redresseurs à mercure [1].

Il y a actuellement deux tramways qui fonctionnent avec du courant redressé, et comme les redresseurs à mercure ont donné toute satisfaction, il peut être intéressant d'indiquer ici quelques particularités des installations.

En novembre 1915, le poste de transformation du tram-

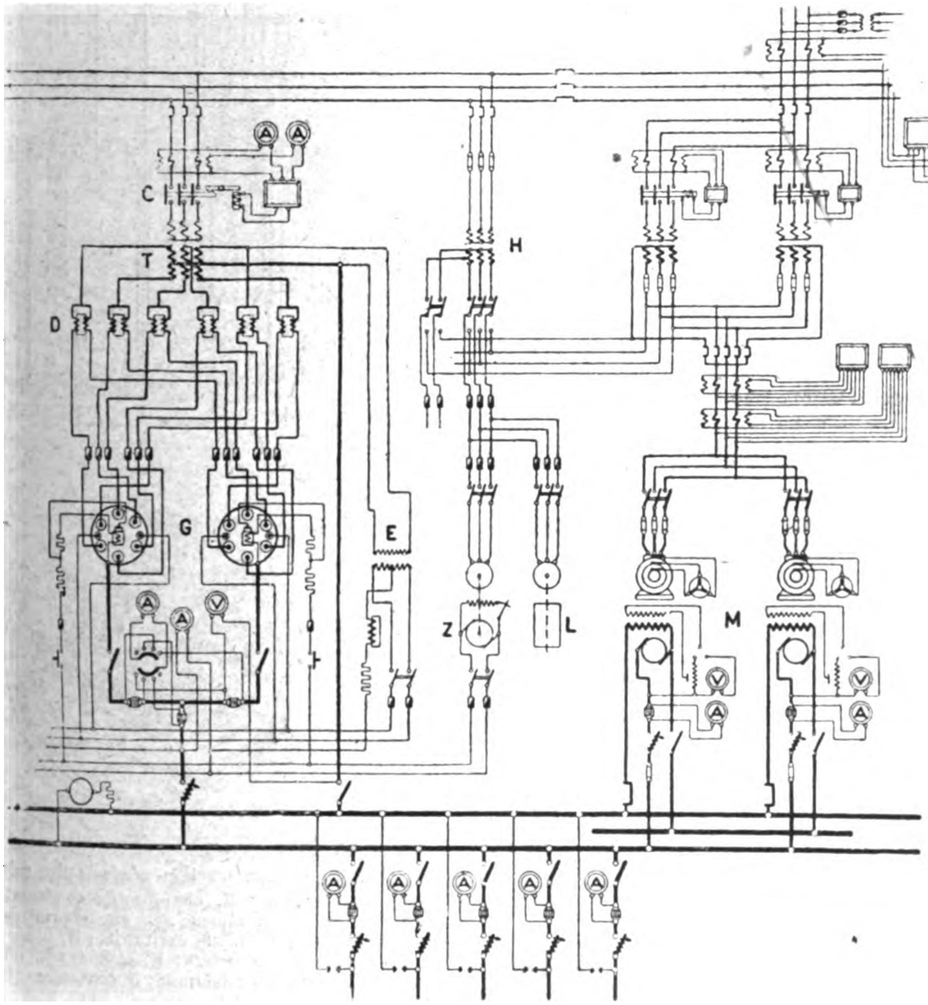


Fig. 1. — agramme des connexions (Brown-Boveri).

A, ampèremètre; C, disjoncteur à maxima; D, bobines de self; E, transformateur d'excitation; C, redresseur; H, transformateur auxiliaire; L, pompe à air; M, commutatrice (moteur-générateur); T, transformateur principal; V, voltmètre; Z, machine pour le démarrage de l'arc.

way de la vallée de Limmat a commencé à marcher avec une installation de redresseur à mercure, de 300 kw, donnant du courant à 600 v. La longueur totale de la ligne est 12 km; il y a ordinairement quatre voitures sur la ligne, mais le dimanche ce nombre est porté à sept ou huit. Avant l'installation des redresseurs, la station comprenait deux

[1] *Electrician*, 13 avril 1917, t. LXXVIII, p. 71-72, 800 mots, 2 fig.

groupes moteurs-générateurs, donnant chacun 80 kw et réunis en parallèle. Deux redresseurs ont été installés qui donnent chacun 150 kw en service continu et 240 kw pendant de courtes périodes. L'un d'eux est suffisant pour supporter la charge totale à tout instant. Les redresseurs présentent de plus l'avantage d'être moins encombrants que les groupes moteurs-générateurs qu'ils ont remplacés. Les connexions sont indiquées sur la figure 1.

Du courant triphasé à 6 000 v et 50 p : sec est fourni, au moyen d'un transformateur, au redresseur, sous forme de courant à 6 phases et sous une tension convenable. La tension en phase au secondaire du transformateur est 530 v et, entre deux anodes du redresseur, 1 060 v. Les deux redresseurs sont montés sur une plate-forme ; chacun d'eux est muni de six anodes, non refroidies par l'eau.

Les récipients vides sont refroidis à leur sommet par circulation d'eau. Afin de maintenir l'appareil en action continue, la cathode du redresseur est excitée séparément au moyen d'un transformateur de 0,5 kw. Ainsi, que le courant soit pris ou non par le circuit extérieur, un arc auxiliaire est continuellement maintenu, qui consomme environ 5 A. Les deux redresseurs sont excités d'une manière indépendante et peuvent fonctionner séparément ou en parallèle. Le démarrage s'effectue très simplement au moyen d'un transformateur de 1 kw. La seule manœuvre requise est de presser un bouton sur le tableau de distribution, qui commande l'excitation séparée ; l'installation est alors en mesure de fournir du courant.

Une machine à faire le vide a été maintenue en fonction pendant les deux premiers mois, mais ceci n'a pas été reconnu nécessaire, à cause du vide élevé, provenant de la construction de l'appareil et du pouvoir absorbant de l'arc pour les gaz. Ce point est très important, le succès de ce type d'appareil dépendant grandement de la possibilité de le faire fonctionner sans accessoire rotatif ou en mouvement. Le refroidissement s'effectue également sans précautions particulières.

Les tracés de l'oscillographe montrent que la tension varie d'une manière périodique entre 600 et 750. Mais le courant est remarquablement stable, caractéristique qui est sans doute due au coefficient d'induction élevé du réseau, lequel comprend une série de moteurs en tension. Le rendement de l'installation de la pleine charge à la demi-charge est 93,2 pour 100. La chute de tension dans le redresseur est indépendante de la charge ; le rendement dépend essentiellement de celui du transformateur, et est tout à fait satisfaisant, même aux faibles charges.

Les essais effectués pendant un laps de temps assez long montrent que les nouveaux redresseurs sont 20 à 26 pour 100 plus économiques que ne l'étaient les groupes moteurs-générateurs. La chute de tension entre la pleine charge et la marche à vide dans ces groupes est de 14 pour 100, y compris celle des transformateurs ; avec les redresseurs, elle varie de 5 à 17 pour 100 et dépend beaucoup des transformateurs.

Un deuxième exemple de ce genre d'installation est fourni par les tramways de Deuben, près de Dresde. La ligne a été mise en service au début de cette année ; sa longueur totale est de 16 km. L'énergie fournie par le redresseur est de 400 kw sous 520 v. Du courant diphasé est fourni au primaire, et passe ensuite dans deux transformateurs monophasés, pour être amené dans les deux redresseurs cylindriques sous forme de courant à quatre phases. Chaque cylindre porte quatre anodes principales et deux anodes auxiliaires pour l'excitation séparée. Les diverses anodes principales sont munies chacune d'un radiateur en fer rempli d'eau de manière à refroidir le récipient contenant le mercure aux points où se trouvent les connexions avec les anodes. Chaque cylindre est prévu pour donner une puissance normale de 200 kw sous 520 v ; un ou deux cylindres sont maintenus en fonctionnement suivant les

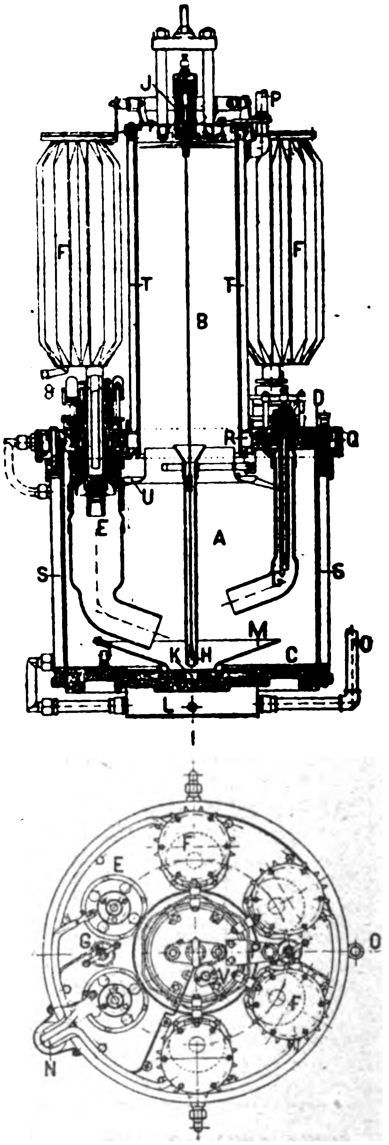


Fig. 2. — Construction générale du redresseur.

A, espace de travail ; B, chambre de condensation ; C, plate-forme ; D, anode en anneau ; E, anode principale ; F, réfrigérant de l'anode ; G, anode excitatrice ; H, anode de démarrage ; J, solénoïde de démarrage ; K, cathode ; L, réfrigérant de la cathode ; M, champ cathodique ; N connexions ; O,P, connexions aux condensateurs ; Q,R, tubes réfrigérants de l'anneau anodique ; S,T, espaces réfrigérants pour l'eau ; U, récepteur à mercure ; V, connexions pour le vide.

nécessités ; le troisième cylindre est considéré comme cylindre de secours. Ils sont disposés en parallèle au moyen de bobines de self-induction. La chute de tension due aux bobines de self-induction est de 5 pour 100 à pleine charge. La construction générale du redresseur est indiquée sur la figure 2.

Digitized by Google

Si le cylindre d'un redresseur doit être branché sur le réseau du tramway, on effectue tout d'abord la connexion au moyen d'une résistance ohmique laissant passer un courant de 100 A. Ceci, afin d'assurer la marche en parallèle avec un des autres cylindres ou avec un des turbo-générateurs.

Les deux phases primaires à haute tension ont leur tension altérée au maximum de 10 pour 100, dans le courant de la journée, ce que l'on corrige en insérant un régulateur à induction monophasé sur la phase secondaire, qui permet de régler la tension des phases prises sur le redresseur.

Le démarrage du redresseur s'effectue au moyen d'un groupe moteur-générateur de 1 kw. Les trois cylindres redresseurs sont reliés à une pompe à vide, un robinet permettant d'intercepter la communication entre la pompe et chacun des cylindres. Mais, ici encore, on a constaté qu'il était inutile de maintenir la pompe continuellement en service. Le redresseur fonctionne en parallèle avec une batterie-tampon et avec d'autres générateurs, ce qu'on réalise au moyen des bobines de self-induction déjà mentionnées. A pleine charge le rendement est 92 pour 100. Dans l'installation indiquée, les redresseurs ont fourni jusqu'ici 430 000 kw-h sans aucune détérioration visible des électrodes ou de toute autre partie. L'installation fonctionne actuellement et donne toute satisfaction.

A. B.

Etablissement d'un réseau électrique secondaire en aluminium sur les monts de Lutry (1).

La commune de Lutry, par suite du manque de pétrole, a été obligée d'avoir recours au courant électrique pour l'éclairage de ses habitants. Les conditions étaient particulièrement défavorables pour l'établissement d'un réseau, la surface du territoire étant grande et le nombre d'habitations très restreint, de plus le cuivre est très cher et difficile à se procurer ; aussi la commune de Lutry a-t-elle décidé d'établir son réseau avec des conducteurs en aluminium.

La longueur du réseau est de 13 km, il a nécessité l'implantation de 350 poteaux distants de 40 m les uns des autres, et la longueur totale des conducteurs en aluminium, de 5 à 7 mm de diamètre, est d'environ 51 km.

Jusqu'ici une certaine méfiance régnait vis-à-vis de l'emploi des conducteurs massifs en aluminium, auxquels on préférait conducteurs câblés. Cela résultait sans doute d'expériences les faites en Amérique, dans de mauvaises conditions, alors que les procédés de fabrication et de montage des fils laissaient à désirer. Les résultats obtenus par la commune de Lutry montrent que cette défiance était injustifiée. En effet, dans le courant de décembre 1916 et au mois de janvier 1917, de fortes chutes de neige ont fait subir aux fils des surcharges extraordinaires qu'ils ont supportées victorieusement à certains endroits ; le manchon de neige autour des fils avait atteint 15 cm et la surcharge était telle qu'à plusieurs endroits les isolateurs ont été arrachés avec les moellons des murs auxquels ils étaient scellés, sans que les conducteurs eux-mêmes aient subi aucun dommage. Enfin, un fort ouragan qui a sévi le 30 mars 1917 et au cours duquel on a enregistré des vitesses du vent de 90 km : h n'a brisé aucun fil, ni causé aucun enchevêtrement, ni produit de court-circuit. Le seul accident qui s'est produit a été provoqué par la chute d'un sapin de 17 m de hauteur qui est tombé sur une ligne de raccordement composée de deux fils de 5 mm de diamètre; les poteaux ont tourné de 45° sur eux-mêmes sous l'effort, les isolateurs fixés à une maison à une centaine de mètres du lieu de l'accident ont été arrachés avec leurs ferrures, mais les fils n'ont été brisés que sous le sapin, après avoir subi une élongation d'environ 10 mm et avoir eu leur section réduite au tiers de la section primitive.

Ces résultats sont donc excellents, on peut les attribuer au soin extrême avec lequel la ligne a été montée ; pendant le déroulage on coupait tout tronçon présentant la moindre imperfection, et évitait que le fil ne vînt en contact avec le sol ou les ferrures des isolateurs ; le réglage des flèches fut exécuté suivant les normes de l'Association suisse des Electriciens en tenant compte de la température de l'air ambiant.

La fixation aux isolateurs fut faite au moyen de colliers spéciaux en aluminium. Aucun outil métallique, sauf les pinces à couper, ne fut utilisé pour le montage, et toutes les ligatures furent faites à la main.

Enfin toute soudure fut prohibée, et les jonctions de fils faites au moyen de manchons en aluminium d'un type particulier qui, par l'emploi de mâchoires spéciales, permettait d'exercer sur les extrémités du manchon des efforts de torsion de sens contraires grâce auxquels les bouts de fils se moulaient les uns sur les autres ainsi que sur la surface intérieure du manchon. Les jonctions ainsi obtenues ont été parfaites à tous les points de vue.

H. C.

(1) G. Keann. *Bulletin technique de la Suisse romande*, 24 mars et 2 juin 1917, t. XLIII, p. 54-56 et 109-111, 2 200 mots.

Une centrale doit-elle faire l'installation intérieure des habitations ? (1)

C'est le résultat d'une enquête entreprise par l'auteur auprès d'un grand nombre de centrales réparties dans tous les États de l'Union. Le fait que tant de centrales continuent à installer les habitations en concurrence avec les entrepreneurs locaux montre que la question n'est pas encore résolue; des centrales se refusent énergiquement à entreprendre ce service. Qui a raison ?

Les avocats de l'affirmative sont catégoriques. Une Compagnie de l'Indiania dit : « Avant que nous n'établissions ce département, très peu de maisons neuves étaient électrifiées; les anciennes étaient un minimum; cela était dû au fait que les entrepreneurs, n'ayant pas de concurrence, exigeaient des prix exorbitants. Depuis, tout a changé ». Une Compagnie de Wisconsin écrit : « Nous devons rechercher énergiquement ce travail, et maintenir une organisation à cette fin, pour la même raison que, dans l'exploitation de notre usine à gaz, nous sollicitons la pose des tuyaux dans les maisons en concurrence avec les plombiers. Probablement agiterons-nous quelques rumeurs, mais l'utilité est garante des résultats, et pour cette raison, sinon pour d'autres, nous devons maintenir ce « business ». Une autre station de l'Ouest croit que ce service est essentiel jusqu'à ce que la contrée soit saturée, mais non plus au delà ; elle dit : « Nous connaissons une ville où nous fûmes forcés d'installer les maisons ; les entrepreneurs avaient établi un prix très élevé et tous nos efforts avaient été vains pour les amener à plus d'honnêteté. Nous avons donc établi un département spécial ; nous installons à bas prix, ne prenant que 15 à 20 pour 100 de bénéfice. En deux ans, nous avons

(1) Earl-E. Whitehorne. *Electrical World*, 24 mars 1917, t. LXIX, p. 548.

Digitized by Google

installé et connecté à nos lignes plus de 600 maisons. D'autre part, nous pourrions citer d'autres villes de notre secteur où nous n'installons pas et où le développement est très lent. Par conséquent, notre conclusion est qu'il faut maintenir ce service jusqu'à ce que les lignes soient saturées. »

En contradiction avec ce point de vue, un ingénieur d'une centrale du Far-West dit : « Je crois qu'une Compagnie peut accroître le nombre de ses clients sans faire d'installations aussi bien qu'en en faisant. Lorsque la saturation est atteinte, cependant, quand les nouveaux clients deviennent rares, la centrale ne doit pas hésiter à s'engager dans l'affaire, car elle est la seule personne morale qui puisse le faire dans les meilleures conditions financières pour elle et pour le public. » Voici une raison toute différente : « Dans notre situation, écrit un ingénieur commercial, nous considérons comme profitable et nécessaire de continuer ce service. Il y a ici un grand nombre de petites maisons d'un étage occupées la plupart par l'élément étranger; nous avons mis en usage un tarif uniforme qui permet à nos représentants de coter le prix d'installation de ces maisons sans estimation préalable; l'entrepreneur local n'essaye même pas d'obtenir ces installations pour la raison qu'il n'y trouverait qu'un profit dérisoire. Notre accroissement a été, l'année dernière, d'environ 700 m et nous estimons que 150 m furent posés dans ces petites maisons. Si nous arrêtions ce service, j'estime que nous perdrions au moins cent nouveaux clients par an. Par conséquent, quoique nous fassions concurrence aux entrepreneurs locaux, c'est une concurrence loyale et les meilleures relations existent entre les entrepreneurs et la centrale. »

Cette situation est celle d'un bon nombre de villes et semble avoir provoqué la création du service spécial dont il s'agit ici, dans beaucoup de centrales. Dans quelques cas, on donne, pour raison de l'affirmative, l'active concurrence des Compagnies de gaz. Beaucoup de centrales sont unanimes à déclarer qu'en tout cas la concurrence de la centrale protège la standardisation du travail dans une ville donnée. Un ingénieur dit, en particulier :

« Nous soumissionnons pour tous travaux intérieurs, mais nous ne sommes pas déçus quand des entrepreneurs obtiennent les contrats. Dans beaucoup de cas, nous avons pu constater que notre concurrence provoquait une salutaire émulation au point de vue de la bonne exécution du travail; les entrepreneurs ne nous détestent pas; ils savent, d'ailleurs, que nous ne sous-enchérissons pas. » Dans une ville du Komsos, on explique autrement la même façon de faire. « D'après moi, tout ce travail devrait être adressé aux entrepreneurs, pourvu qu'ils soient membres d'une association professionnelle et reconnus aptes à travailler proprement. La centrale doit coopérer avec eux s'ils désirent travailler avec elle; nous retirerons beaucoup de profits en leur fournissant le travail tout en maintenant les prix ». Voici encore un argument semblable; c'est un directeur de centrale de l'Arkansas qui dit : « Mon expérience me montre qu'il est absurde pour une centrale d'installer les habitations car elle peut coopérer avec les entrepreneurs, s'assurer que des prix exorbitants ne sont pas exigés et que le travail est bien fait. Et il est très utile d'avoir de bons et actifs entrepreneurs ; un entrepreneur actif est aussi appréciable, sinon plus, qu'un représentant de la centrale. Encouragez-le, il vous amènera des clients. »

Certaines centrales prétextent la mauvaise influence qu'exerce sur l'opinion publique un manque d'harmonie dans la famille électrique locale. Une opinion parmi plusieurs : « Une centrale doit vivre en étroite harmonie avec le public aussi bien qu'avec toutes les branches des affaires; elle ne doit pas donner l'impression qu'elle essaye de monopoliser. » Une autre : « Une centrale qui installe les intérieurs s'aliène la bonne volonté des entrepreneurs ; elle crée une concurrence fausse et un préjudice au public. » Voici encore une réponse curieuse : « Notre principale raison de cesser l'installation des intérieurs fut la difficulté que nous rencontrions de la part du public au moment du payement. Le public paie sa note de consommation sans mot dire, mais il a tendance à chicaner sur le montant de l'installation; pour éviter toute complication, la centrale accorde des réductions et a ainsi travaillé sinon à perte, du moins à bénéfice dérisoire. »

Pour terminer, voici deux raisons qui semblent résumer toutes les autres ; c'est un « manager » qui écrit : « Je crois que deux causes peuvent forcer une centrale à installer : 1° si elle trouve qu'il lui est impossible d'accroître ses bénéfices sans le faire, qu'elle le fasse sans s'occuper des entrepreneurs; 2° s'il devient nécessaire, pour accroître le nombre de clients, d'installer à crédit avec paiements mensuels, la centrale peut être amenée à le faire; souvent, dans les petites villes, les entrepreneurs ayant peu ou pas de concurrence, maintiennent des prix élevés, ce qui réduit au minimum le nombre de nouveaux clients. Dans ce cas, la centrale n'hésitera pas. Au contraire, si la ville comprend beaucoup d'entrepreneurs en active concurrence, la centrale n'a pas de raison d'entrer dans ce service. Je doute qu'une centrale y ait pu jamais gagner de l'argent. Aussi dirai-je aux centrales : Tenez-vous en dehors de ce travail et de la fourniture du matériel, si possible; s'il devient absolument nécessaire pour vous d'installer et de fournir, sous-commandez aux entrepreneurs par voie d'adjudication. »

La lecture de toutes ces réponses semble montrer que les spécialistes sont fermement divisés. Théoriquement et en pratique, il vaut mieux laisser le travail d'installation aux entrepreneurs, pourvu que les conditions soient satisfaisantes. Chacun a reconnu que les bons entrepreneurs sont une puissance; ils amènent de nouveaux clients aux circuits et trouvent des débouchés pour des accessoires qui, autrement, n'auraient jamais été vendus. Les avocats de l'affirmative admettent en général que ce furent des conditions défectueuses qui les amenèrent à installer. En un mot, disons : la première et la plus importante des choses, c'est de créer des conditions convenables et de les maintenir. Et qui peut dire que si les centrales actuellement engagées dans ce service avaient dépensé la même somme d'ingéniosité, de temps et d'argent qu'elles en ont dépensé pour entretenir ce service, à perfectionner dans ces conditions, elles n'auraient pas amené l'organisation d'un corps d'entrepreneurs de valeur beaucoup plus productif pour elles ? En somme, la meilleure réponse est peut-être la suivante : Que les centrales cultivent les véritables conditions; elles pourront se tenir en dehors de l'installation, excepté dans certaines conditions tout à fait temporaires.

P. V.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société Nantaise d'Eclairage et de Force par l'électricité.

Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917.

La production de la centrale a augmenté dans une large proportion au cours de l'exercice 1916.

Les recettes ont atteint 4012098 fr. en plus-value de 1412188 fr, mais les circonstances n'ont pas permis une augmentation proportionnelle de bénéfices.

Le compte Profits et pertes présente un solde disponible de 1375513 fr, qui a permis de distribuer un dividende de 4 pour 100 au capital versé et d'attribuer une somme de 100 000 fr au fonds de renouvellement.

757727 fr ont été reportés à nouveau.

La Société a augmenté la capacité de production et la puissance de réserve de sa centrale en installant quatre nouvelles chaudières et en faisant l'acquisition de deux nouveaux groupes de 5000 kw.

Elle a également pris des dispositions pour s'assurer un stock de combustible avant l'entrée de l'hiver.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Actionnaires	3 750 000 »
Concession, premier établissement, installations et divers (amortissements déduits)	16 946 046,53
Approvisionnements divers	1 076 843,80
Débiteurs divers	2 573 151,52
Disponibilités. Caisses et banques	762 845,26
Portefeuille	302 500 »
	25 411 387,11

Passif.

	fr
Capital :	
60 000 actions de 250 fr	15 000 000 »
30 000 parts bénéficiaires	Mémoire
Réserve légale	138 751,44
Fonds de renouvellement	150 000 »
Créditeurs divers	7 714 700,84
Dividende des exercices 1913-1914	1 032 221,60
Profits et pertes	1 375 513,23
	25 411 387,11

Revues, analyses et informations

L'économie industrielle de la Suisse.

Sous ce titre, M. Gaston Valran publie dans le « Bulletin mensuel de la Chambre de Commerce française de Genève », du 20 juillet 1917, l'article suivant où sont exposées les mesures que prennent dès actuellement nos voisins en prévision de l'après-guerre.

La Suisse se prépare à la concurrence que suscitera la reprise des affaires lorsque la paix aura rétabli dans la société des nations un ordre normal et un équilibre stable. L'attention de ses publicistes, l'effort de ses groupements économiques se tournent et se concentrent sur le pivot d'une politique que dictent au pays ses aptitudes géographiques, les conditions de son marché et les tendances de certains de ses voisins. Le pivot de l'activité économique est, de ce côté du Jura, l'*industrie*. Transformer, manufacturer, c'est la fonction vitale du peuple helvète; pour la satisfaire, il n'est aucune distinction de cantons, de langues, de religions, il n'est aucune considération particulière qui puisse prévaloir contre un intérêt qui est plus que général, puisqu'il devient national et puisque la conscience de cette utilité supérieure crée l'union et qu'elle la maintiendra en face de tout danger menaçant pour le salut public.

C'est que l'industrie de transformation apparaît à tous comme la ressource première dans un pays à qui la nature a parcimonieusement imparti les aptitudes à l'agriculture, ne lui attribuant que des ressources précaires pour répondre aux besoins de sa consommation en denrées alimentaires. Par une nécessité impérieuse, la Suisse est dans l'obligation de demander à l'excédent de l'industrie sur la consommation nationale et à l'exportation de ses marques manufacturées l'or qui lui permet de se pourvoir de ces denrées alimentaires et aussi de ces matières premières ou combustibles que son sol et son sous-sol ou lui refusent ou ne lui rendent qu'en quantités insuffisantes. Pour elle, le problème industriel se complique de difficultés qui pèsent lourdement sur ses initiatives et contrarient ses progrès : sous l'emprise de ces difficultés, elle est astreinte à canaliser ses forces de production dans une direction rigoureusement déterminée par la fatalité des caractères de sa constitution physique. N'est-elle pas dépourvue des matières premières, telles que minerais et fibres, que d'autres nations plus favorisées tirent de la métropole ou de leurs colonies ? N'est-elle point située en dehors des alignements géologiques qui présentent les éléments précieux d'une industrie naturelle ? N'est-elle point privée d'un contact direct avec la mer qui ouvre à des privilégiés la route vers les continents complémentaires ? Dès lors, elle ne peut posséder qu'une industrie *artificielle*, celle pour les besoins de laquelle il faut que le génie de l'homme, suppléant aux libéralités de la nature, crée tous les organes, mette tout à pied d'œuvre et assouplisse toutes les méthodes. Transformatrice par ses origines et sa destination, l'industrie suisse commande à l'économie nationale toute sa politique, comme en France l'agriculture imprime au gouvernement et au pays leur logique orientation.

C'est aux fins de s'harmoniser avec les indices de cette origine et de cette destination que la Suisse se montre si judicieusement soucieuse des intérêts de son réseau fluvial et ferroviaire, qu'elle étudie avec une sollicitude patriotique,

Digitized by Google

dans la région alémanique comme dans la région romande, la coordination des voies par eau et leur jonction avec les bassins des pays les plus respectueux de son indépendance, qu'elle s'applique à ranimer et à intensifier, dans tous les cantons, la production par le perfectionnement de l'outillage, l'organisation d'une propagande propice à son expansion, sous la menace d'inquiétantes tactiques. Par une habile et prompte politique de canaux, elle sera en mesure de pourvoir ses usines de matières premières avec une diminution importante de ses frais de transport, qui aura sa répercussion bienfaisante sur ses prix de revient, outre qu'en s'infléchissant plus à l'Ouest elle assurera sa sécurité contre toute hégémonie qui tenterait de l'englober dans la « Mittel Europa ». Par un système à double effet, en se couvrant d'un réseau de canaux qui desservent ses entrepôts et entretiennent ses stocks à proximité de ses installations de transformation, la Suisse leur procure, par l'aménagement des réservoirs d'énergie hydro-électrique, la force motrice, la précieuse houille blanche qui remplace ou complète l'autre dans une proportion des plus notables. Ainsi, on comprend pourquoi, de l'Ouest à l'Est, un même courant entraîne les Comités dans une commune action pour exécuter un programme de canaux qui garantisse à un réseau rhodanorhénan son maximum de rendement. Cette entente est inspirée par l'intelligence claire de l'avenir de l'industrie suisse, et c'est la confiance dans une prévoyante économie industrielle qui nourrit l'*Union économique* de la République helvétique, l'union qui doit la rendre inexpugnable devant l'assaut du pangermanisme.

N'est-ce pas cette conscience qui se manifeste dans l'impulsion que, en plus d'un canton, reçoit l'industrie locale, stimulée par les représentants des pouvoirs publics et secondée par des organisations privées? A l'appui de cette observation générale, nous recueillons quelques faits consignés par notre distingué confrère, *La Suisse économique :*

Dans le canton de Fribourg, c'est la fabrication des crayons; dans le canton de Berne, c'est l'industrie de la dentelle, de la vannerie, des jouets; dans la partie de langue française, on encourage la fabrication de rasoirs, de piles pour lampes électriques, d'avertisseurs pour vélos, de boutons à pression; dans le canton de Genève, c'est l'industrie des bracelets extensibles, celle des appareils d'éclairage électrique, des appareils de chauffage et de réfrigération, celle des jouets, sur laquelle nous nous proposons de revenir. Ainsi s'affirme un caractère général, une *reviviscence* de l'industrie.

Ces manifestations offrent pour la plupart un trait commun. Nous ne dirons point que ce sont petites industries, ce serait une interprétation désuète d'un fait qui acquiert, dans les circonstances nouvelles de la production, un sens tout différent; leur vrai caractère est tout autre, il participe de l'atelier familial et de l'industrie associée.

L'atelier familial manufacture l'organe, et l'usine ajuste les pièces; c'est la division, la répartition et la spécialisation du travail, d'une part, et, d'autre part, mais demeurant en liaison, la coordination et la concentration par l'institution de sociétés. Méthode sûre et féconde, cette conception est d'une réalisation que rendent faciles et désirables les conditions mêmes de la vie sociale et du marché financier, ainsi que les progrès de la science. L'atelier familier n'est-il point dans son cadre lorsque, pendant l'hiver, la froidure retient au foyer ceux que le printemps et l'été rappelleront aux champs ou à la prairie? N'est-il pas dans des conditions favorables, si le courant d'énergie électrique lui apporte une force auxiliaire pour actionner sa pédale ou sa manivelle, activer son tour, ou sa meule, ou sa scie à découper. Enfin, l'ingéniosité, ainsi que l'expérience des industriels suisses et les capitaux dont dispose la banque suisse ne se trouvent-ils pas réunis dans un concours de circonstances favorables à la naissance et au développement des grandes usines? Ici apparaît la puissance de l'association, qui nous semble être une des vertus du peuple suisse et qui lui vaudra sa prospérité.

Cet esprit d'association, nous l'avons noté dans la constitution des syndicats pour l'amélioration des voies navigables; nous le remarquons avec la même vitalité dans les groupements qui s'imposent pour tâche l'expansion commerciale du pays. Elles revêtent des formes différentes, elles s'assignent des buts plus ou moins précis et rapprochés; toutes procèdent du même principe : « solidarité nationale ». Ce sont ces groupements qui, chacun dans sa sphère, créent des institutions ou prennent ces initiatives qui soutiennent les initiatives individuelles ou collectives en vue de la production et de l'exportation. Ce sont foires et expositions; ce sont comptoirs et offices; ce sont mêmes préoccupations, quelle que soit la diversité des moyens, et ce sont mêmes aspirations. Bâle, Fribourg, avec leurs foires; Lausanne, avec son comptoir vaudois d'échantillons; Genève, avec son musée permanent, doivent être citées à raison de leur activité. C'est dans des institutions de ce genre que réside la puissance nécessaire à la nation, au peuple et à son gouvernement, pour suivre, malgré la tempête, l'exécution de son programme d'économie nationale.

La tâche de la Suisse de demain, ses publicistes le déclarent, n'est pas seulement d'adapter son industrie à un plan moderne, c'est de la défendre comme partie intégrante de son patrimoine. Elle entend créer et sauvegarder ses « Marques nationales »; elle entend conserver intacte sa réputation d'honorabilité dans les négociations de tout objet avec les autres peuples et à la face du monde; à ces fins, elle entend observer une attitude nette et conforme à la loyauté de ses intentions; elle répugne à l'idée que sa neutralité puisse un seul instant, aux yeux de la société des nations, l'abriter, elle, et abriter des comparses pour remplir un rôle équivoque. Les esprits droits qui dirigent chez elle l'opinion déclarent hautement qu'il ne lui convient point de devenir un marché international où puissent se rencontrer des belligérants que la haine encore récente pour un ennemi empêche de se visiter l'un chez l'autre. Ils n'hésitent point à signaler le danger que présenterait d'ailleurs ce rôle; ils comprennent et dévoilent d'ores et déjà la manœuvre qui contient la menace pour l'après-guerre. Les faits qu'ils rapportent se passent de commentaires. A Bâle, lorsque se tenait la Foire *suisse* d'échantillons, vis-à-vis, les Allemands ouvraient une Exposition *allemande*. A Berne, dans la capitale fédérale, auprès du siège de sa Légation, l'Allemagne prépare une manifestation de son industrie dans un « Kolossal palais d'Exposition ».

La France agricole et la Suisse industrielle pour l'après-guerre sentent qu'elles ont entre elles des intérêts réciproques, c'est la raison de leur solidarité. Il faut à cette solidarité une garantie : c'est une législation qui arrache les faux masques de nationalité. Tel est le sens du vœu qui, sur la proposition de son dévoué Président, M. Mazuy, a été émis à l'unanimité par la Chambre de commerce française de Genève. Par les considérations et les témoignages qui précèdent, on est autorisé à affirmer qu'il règne une entière concorde entre les deux peuples, également épris de vérité et de liberté.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Domaine public : Établissement des tramways électriques et des conducteurs d'énergie

A l'occasion d'un procès soulevé par une Compagnie de chemins de fer contre une Compagnie de tramways qui l'avait déférée au jury d'expropriation et prétendait l'expulser de son terrain, en vertu d'une déclaration d'utilité publique, l'auteur examine, à l'usage des électriciens, les règles à suivre pour l'occupation du domaine public.

L'injonction brutale que le langage vulgaire exprime de la façon suivante : « Ote-toi de là pour que je m'y mette » est, beaucoup plus souvent qu'on ne le croit, employée dans les relations administratives, ou, plus exactement, par les différentes administrations qui, à divers titres, ont à occuper le domaine public. Nous en avons vu de fréquents exemples, soit en ce qui concerne l'établissement des tramways électriques, soit en ce qui concerne les poteaux des distributions que les chemins de fer tendent à expulser de leur situation de premier occupant.

Nous voudrions préciser, dans l'intérêt de ceux qui se heurtent à ces difficultés quotidiennes, certaines règles générales, susceptibles de leur être utiles.

I. — Jurisprudence de la Cour de cassation. — Une entreprise déclarée d'utilité publique peut-elle exproprier une partie du domaine de l'Etat? Une Compagnie de tramways, par exemple, qui emprunte la minime partie d'un domaine d'une Compagnie de chemins de fer, peut-elle expulser cette Compagnie de ce domaine et lui offrir de l'indemniser, suivant décision à intervenir du jury d'expropriation, comme il y aurait lieu pour elle de le faire, si elle avait devant elle la propriété d'un particulier? A cela, la Cour de cassation répond catégoriquement par la négative, son dernier arrêt est tout récent : il a été rendu à la date du 18 janvier 1916 contre la Compagnie du chemin de fer à voie étroite et des tramways électriques du Tarn, à la requête de la Compagnie des chemins de fer du Midi qui paraissait fort courroucée qu'une simple Société de tramways l'eût traînée devant le jury. La théorie de la Cour suprême est la suivante : le domaine public est unique; plus exactement et pour parler un langage plus juridique il est « un »; cela veut dire que, dans son essence, dans sa nature intime, il est toujours le même, quelle que soit la dénomination sous laquelle on l'envisage, et ces diverses dénominations ne servent qu'à préciser des affectations; il existe une partie du domaine public confiée à la commune, au département, à l'Etat; sa gestion, c'est-à-dire sa garde, sa conservation, sa *surintendance* (le mot est fréquemment employé dans la doctrine) peut varier suivant que c'est l'une ou l'autre des administrations qui assume la responsabilité et les obligations pécuniaires de l'entretien; mais le classement dans le domaine public rend inaliénable et imprescriptible toute parcelle sur laquelle la collectivité des citoyens a seule des droits; si bien que, l'incompétence du jury d'expropriation étant d'ordre public, le consentement même des parties ne saurait habiliter cette juridiction à prononcer une décision qui serait d'une nullité radicale. Si donc une déclaration d'utilité publique est promulguée par décret, il faudra obligatoirement que les administrations s'entendent entre elles pour que les abandons nécessaires interviennent, sans jury d'expropriation et sans indemnité donnée à titre de dépossession [1].

Toutefois, une autre indemnité ne saurait-elle être réclamée à un titre différent, par l'administration qui a la surintendance de la voie publique et à laquelle appartient la parcelle qui passe à une autre administration?

La Cour de cassation n'hésite pas à l'admettre, en ayant soin de bien préciser que ce ne sera jamais au titre d'une propriété perdue, mais simplement d'une gêne possible, d'une dépréciation consécutive à un travail publié. Ce sera alors le Tribunal administratif qui sera compétent : « Attendu qu'en admettant qu'une indemnité puisse être réclamée à raison des modifications de cette nature, dit un arrêt du 9 juillet 1895, affaire Département de la Charente-Inférieure contre l'Etat, D., 1898, I, 197, l'appréciation des difficultés se rattachant à ces modifications et aux conditions dans lesquelles elles ont été autorisées, rentre dans les cas prévus par l'article 4 de la loi du 28 pluviôse, an VIII. »

II. — Jurisprudence du Conseil d'État et du Tribunal des conflits. — Telle n'a pas été, au moins dans la plus grande partie du siècle dernier, la théorie du

(1) Voir les divers arrêts cités dans le « Journal de l'enregistrement », 1911, p. 113; conclusion de Teyssier, instance du 16 juillet 1909, Compagnie des chemins de fer d'Orléans et ville de Paris contre ministère des Travaux publics. Le plus important de ces arrêts cités est celui du 20 décembre 1897, D., 1899, 1, 257.

Digitized by Google

Conseil d'Etat et surtout du Tribunal des conflits; ces deux juridictions ont formellement admis une diversité dans le domaine public, la domanialité ne faisant pas obstacle à la propriété qui, en quelque sorte, demeure subjacente, *mais est certaine pour chaque catégorie.*

Si une parcelle du domaine public change d'affectation, il y a dépossession et par conséquent *expropriation possible avec indemnité* au profit de la catégorie dépossédée, Etat, commune, département. On ne saurait s'exprimer plus clairement que le Tribunal des conflits dans sa décision du 28 janvier 1899 (Leb., p. 72). Un sieur Lacoste, entrepreneur (pour le compte du département) de travaux à effectuer sur la place de Francheville, à Périgueux, avait pris possession de cette place, sans prévenir la ville, si bien que le maire, devant cette voie de fait que n'avait précédé aucun acte régulier ou jugement d'expropriation, s'était pourvu devant le Président du Tribunal, siégeant en référé, pour la faire cesser. A cette demande, le Préfet de la Dordogne avait opposé un déclinatoire fondé sur ce que les travaux, dont se plaignait le maire de Périgueux, avaient été entrepris en vertu du décret du 25 mai 1897 déclarant d'utilité publique l'établissement d'une gare à la place Francheville; il en concluait que l'autorité judiciaire était manifestement incompétente pour ordonner la cessation desdits travaux, parce que l'acte administratif avait eu pour effet d'incorporer les terrains formant l'assiette des travaux, à la gare déjà construite en 1887 sur la place de Francheville, c'est-à-dire au domaine public de l'Etat.

Mais le Tribunal des conflits d'une façon très formelle, a donné tort au Préfet en disant : « L'autorité judiciaire est seule compétente pour reconnaître le droit de propriété invoqué devant elle, et aucun des actes administratifs intervenus ne pouvant être considéré comme ayant eu pour effet d'incorporer lesdits terrains au domaine public de l'Etat, il appartient au Président du Tribunal, comme juge des référés, de statuer sur la demande tendant à faire surseoir à l'exécution des travaux irrégulièrement entrepris sur le domaine public communal; dans ces circonstances c'est à tort que le Préfet a élevé le conflit. »

Antérieurement à cet arrêt, qui n'est point ancien, on pourrait en citer plusieurs autres, et même en assez grande quantité, qui ont déclaré qu'il existe, dans notre législation métropolitaine, trois domaines publics absolument distincts, le domaine public *national, départemental*, *communal*, et que les dépendances de ces domaines publics, si elles restent publiques et inaliénables, tant que l'ouvrage public demeure classé comme tel, n'en sont pas moins la propriété propre des personnes administratives qui les ont acquises et gèrent l'ouvrage; d'où on conclut que ces dépendances peuvent passer d'un domaine public dans un autre, mais seulement après une entente entre les personnes morales propriétaires du fonds, et, à défaut d'entente, après le déclassement régulier qui fait sortir toute parcelle du domaine public et la classe dans le domaine privé : ce qui conduit à une expropriation prononcée par le Tribunal judiciaire et à une indemnité fixée par le jury. « Nous estimons, dit M. le commissaire du gouvernement Marguerie dans ses conclusions sur l'affaire Eglise Saint-Nicolas-des-Champs, 21 novembre 1884, Lebon, p. 804, que la procédure d'expropriation n'est pas applicable à des biens faisant partie du domaine public, tant que ces biens n'ont pas perdu leur caractère d'indisponibilité absolue par l'effet d'un déclassement et d'une affectation. »

A priori, la thèse du Tribunal des conflits et de la jurisprudence administrative apparaît comme beaucoup plus juridique que celle de la Cour de cassation. La distinction des trois catégories, qui dans leur ensemble embrassent tout le domaine public (national, départemental, communal), n'est pas une simple question d'étiquette et correspond au contraire à des idées très réelles dont on se rend très bien compte, quand on examine comment se créent des biens publics et ce qu'ils deviennent quand disparaît leur affectation spéciale.

Pour établir une route desservant des besoins publics, la commune doit acheter le terrain nécessaire, en devenir par conséquent réellement propriétaire et y faire les travaux indispensables pour que le « but public » soit atteint. Dans la suite, quand il y a déclassement, le sol, à l'état de terrain purement privé, reste la propriété de la commune. Si l'opération est faite par l'État, pour une route nationale, un canal, une voie ferrée, la situation juridique est absolument la même : pourquoi donc, pendant que dure l'affectation à l'usage public, la propriété communale, nationale, départementale, serait-elle suspendue ?

Le seul reproche que l'on puisse faire en pratique à cette théorie absolument impeccable consiste dans une complication qui pourrait, au moins théoriquement, aboutir, dans certains cas, à une impossibilité pratique : il faut, avons-nous dit, qu'un déclassement officiel intervienne avant toute opération, pour permettre l'expropriation de la parcelle communale, avec attribution d'une indemnité à la commune : mais tout déclassement suppose une délibération d'un Conseil municipal, et même d'un autre corps constitué, (Conseil général, Commission départementale), sur lequel le pouvoir central n'a aucune action : que se passerait-il dans le cas d'un refus systématique et absolu de leur part ? Telle est probablement la source, (non point juridique assurément, mais humaine parce qu'elle est plus pratique) de la conception d'un domaine public unique, avec répartition en diverses catégories, ressortissant chacune d'une autorité différente.

III. — Jurisprudence de conciliation. — Un arrêt du Conseil d'État du 16 juillet 1909, Compagnie des chemins de fer d'Orléans contre ministère des Travaux publics et ville de Paris (*Journal de l'Enregistrement*, an. 1911, p. 113) paraît bien constituer d'une manière non équivoque la tentative d'une conciliation entre les principes de la juridiction judiciaire et ceux de la juridiction administrative.

A ce titre, il est profondément intéressant. Indiquons de suite, pour plus de clarté, à quelle solution le Conseil d'État s'est arrêté : il ne renonce pas à la théorie du

Digitized by Google

droit de propriété réel appartenant à l'administration chargée de la « surintendance » de la route : au contraire, il la consacre à nouveau : car il constate que si, pour une entreprise qui le regarde, l'État englobe matériellement dans le domaine public une parcelle qu'il paraît absorber bien qu'elle dépende de la commune, il ne crée en cela aucune mutation de propriété : la commune reste propriétaire de la parcelle qu'elle retrouvera plus tard intégralement, son assiette, sa surface, seront rendues à l'autorité municipale, dès que viendra à disparaître la mainmise de l'État : ce que la commune perd, c'est seulement l'affectation qui est modifiée et transmise à un autre service.

Si cette modification fait subir un dommage à la ville, si notamment elle la force à se constituer d'autres voies, si elle lui supprime des redevances de voirie, etc.., il y a, juridiquement parlant, une conséquence dommageable d'un travail public; d'où indemnité à chiffrer par le Conseil de préfecture : car la juridiction administrative du premier degré est seule compétente, à l'exclusion de toute autre.

Cet arrêt du Conseil d'État est intervenu dans une affaire qui a donné lieu aux instances les plus variées, et nous allons indiquer les circonstances qui ont amené cette véritable éclosion de procédures.

Vers 1885, l'État avait décidé de prolonger la voie ferrée jusqu'au carrefour Médicis, au lieu de laisser le point terminus à la place Denfert-Rochereau. Des avant-projets furent dressés qui indiquaient le passage en souterrain des voies ferrées à établir sous la rue Denfert, et à la jonction de l'avenue de l'Observatoire et du boulevard Port-Royal : ces avant-projets furent soumis à l'enquête réglementaire et le Conseil municipal consulté à leur sujet émit un avis favorable, sans toutefois rien convenir au sujet de la propriété des terrains ; si bien que, le 14 décembre 1889, un décret approuvant d'une façon définitive les plans officiels, prononçait la déclaration d'utilité publique. Plus tard, des conférences entre les services intéressés s'ouvrirent, au cours desquels on tomba d'accord sur le principe qu'il y aurait une indemnité donnée à la Ville de Paris pour toutes les tranchées à ciel ouvert supprimant des voies normales de la circulation; mais pour l'emprunt du sous-sol pour les voies souterraines, les ingénieurs du contrôle et le représentant de la Compagnie persistèrent d'une façon irréductible à ne vouloir donner aucune indemnité ; c'est dans ces conditions que la Compagnie d'Orléans prit possession d'une superficie de 1 400 m² au boulevard Port-Royal et de 926 m² à la place Denfert-Rochereau.

La Ville de Paris réclama alors à la Compagnie d'Orléans une indemnité et, se la voyant refuser, procéda dans la forme de l'article 14, § 5 de la loi du 3 mai 1841 demandant la désignation d'un magistrat-directeur et la réunion du jury ; cette juridiction, par décision du 7 août 1895 fixa à 835 000 fr l'indemnité due par la Compagnie à la Ville, pour les deux emprises précitées.

Cette attribution était faite à titre hypothétique, c'est-à-dire dans le cas où la juridiction de droit commun qui était saisie approuverait la compétence de l'autorité judiciaire.

Ce fut le contraire qui advint, la Cour de cassation par arrêt du 20 décembre 1897 (Dal. 1889, 1 257) et le tribunal de Melun auquel la Cour suprême avait renvoyé l'affaire, déclarèrent que la réunion d'un jury était illégale et, par conséquent, impossible pour évaluer la valeur d'une parcelle du domaine public à la suite d'un simple changement de catégorie de cette parcelle.

Après cet échec, quelle voie s'ouvrait à la ville de Paris ? elle pouvait hésiter entre deux voies, l'une simple, l'autre plus compliquée : la *première* consistait à accepter un des motifs du tribunal civil de Melun et à dire : il y a certainement pour la Ville une gêne non équivoque provoquée par l'excavation profonde que l'on peut voir aux endroits précités ; nous allons aller au Conseil de préfecture qui statuera sur cette conséquence du travail public ; la *seconde* pouvait être la suivante : provoquer une décision du ministre des Travaux publics en lui demandant catégoriquement des dommages-intérêts à raison du préjudice causé par un acte administratif et selon le caractère négatif ou affirmatif de la réponse, saisir ou ne pas saisir le Conseil d'État d'un recours pour excès de pouvoir.

Afin d'être bien sûr de n'en laisser échapper aucun, la ville entreprit ces deux recours simultanément ; mais, laissant en sommeil l'instance au Conseil de préfecture, elle s'attaqua devant le Conseil d'État à la décision du ministre, qui, comme on pouvait s'y attendre, se rangeant à l'avis du contrôle des chemins de fer, avait répondu ce qui suit : 1° la Ville de Paris n'a droit à aucune indemnité représentant la valeur des terrains occupés par des ciels ouverts de la ligne de Paris-Luxembourg à Sceaux ; 2° dans le cas ou la privation de ces terrains lui aurait occasionné des dépenses ou une perte de revenu, la Ville de Paris a droit à une indemnité ; 3° cette indemnité lui sera donnée, non point par l'État mais par la Compagnie d'Orléans ; 4° pour le cas où l'arrangement amiable serait impossible entre les deux administrations, la juridiction compétente pour trancher le différend serait le Conseil de préfecture de la Seine.

Cette décision fut l'objet d'un double pourvoi, tant de la part de la Ville que de la Compagnie des chemins de fer d'Orléans.

Le Conseil d'État eut tout d'abord à statuer sur la recevabilité des deux recours, question qui, au premier abord, n'était point absolument simple; la lettre du ministre ne semblait-elle point constituer seulement un simple document de correspondance administrative entre le ministre et le préfet, contenant une pure consultation, une manifestation d'opinion, sans faire obstacle aux droits des parties de saisir la juridiction compétente? Le Conseil a admis que le ministre avait, en réalité, décliné sa propre compétence, et, par conséquent, avait rendu une décision susceptible d'un recours pour excès de pouvoir. En conséquence, il a abordé la solution au fond et comme nous l'avons déjà exposé, il a consacré la thèse de la compétence de la juridiction administrative pour évaluer les dommages dus au titre

Digitized by Google

d'une conséquence d'un travail public, si la partie qui se dit lésée prouve la réalité du préjudice.

Concluons : tous ceux qui s'occupent de tramways électriques et qui, à ce titre, pourront avoir des difficultés avec les puissantes administrations des chemins de fer pourront méditer les principes ci-dessus exprimés. Ils en tireront cette conclusion utile que, pour s'éviter des fausses démarches, ils devront toujours se préoccuper dans le cours des enquêtes et des conférences de la question suivante : « Empruntant une parcelle du domaine de l'État, faisons-nous un préjudice au propriétaire de la voie ? Si oui, nous devons une indemnité, mais telle qu'on la comprend dans le domaine administratif ; c'est-à-dire mesurée rigoureusement au préjudice prouvé ; mais on ne doit point faire intervenir l'idée de déssaisissement de la propriété ; car cette idée est cantonnée dans la sphère des discussions avec les particuliers qui, évidemment, ont droit à une indemnité, alors même qu'on leur supprime un droit de propriété inutile et complètement inutilisable » ; ne voyons-nous pas, par exemple, dans l'expropriation relative aux tunnels, les Compagnies de chemins de fer offrir au propriétaire de la surface la classique somme d'un franc pour compenser la dépossession d'un tréfonds ?

IV. — Cas spécial des poteaux de lignes électriques. — Nous en arrivons maintenant à la question relative aux poteaux électriques ; elle s'est posée dernièrement dans les circonstances que voici.

Le chemin de fer de Nice à la frontière d'Italie, qui est actuellement en construction, traverse diverses lignes de transport d'énergie appartenant à la Société d'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, et situées en bordure d'une route nationale que le tracé du nouveau chemin de fer fait déplacer ; le 30 mars 1909, le ministre déclara que le déplacement des conducteurs d'électricité appartenant à cette importante Société de distribution serait porté au compte de la voie en construction. Nous n'avons point à nous étendre sur les conférences nombreuses et compliquées qui intervinrent entre l'Administration du contrôle et la direction de la Société du Littoral ; bornons-nous à dire que, non seulement, comme il a été dit plus haut, le ministre avait admis en principe que l'État serait responsable des frais de déplacement, mais encore que la somme avait été fixée à 36 500 fr pour le compte de l'État.

Sur ces entrefaites, le ministre, par décision du 27 octobre 1911, visant le projet de travaux qui lui avait été soumis, reconnut que le transfert de la ligne électrique aurait l'avantage évident de supprimer un voisinage gênant pour le chemin de fer ; mais, par une décision bien inattendue, il déclara que tous les frais de la modification devaient rester à la charge exclusive de la Société de distribution.

La Société d'Énergie électrique du Littoral se pourvut immédiatement contre cette décision ; il ne nous est pas permis d'envisager la solution qu'aurait reçue ce pourvoi, puisque, par suite d'une transaction, il a été abandonné ; nous ferons simplement remarquer que la Compagnie avait émis l'idée de soulever la question de la précarité des autorisations données par l'État sur les routes dépendant du domaine public.

Mais cet argument nous paraît particulièrement inopérant : sans doute, le domaine public n'est susceptible de recevoir que des occupations dites précaires et révocables : mais s'il peut supprimer sans indemnité les autorisations qu'il a accordées, quand la conservation de son domaine n'est assurée qu'à ce prix, il ne s'ensuit pas que les tiers puissent à l'égard de l'occupant se conduire avec cette suprême désinvolture.

En effet, il a déjà été jugé par le Conseil d'État, suivant arrêt du 20 mars 1905 (Leb. p. 405), que le permissionnaire qui a élevé une construction sur la voie publique, pour l'exercice de son commerce, est recevable à réclamer des dommages-intérêts à une Compagnie de chemins de fer qui bouleverse l'état antérieur de la voirie, sur lequel il pouvait compter : ainsi jugé, sur le recours d'un sieur François propriétaire d'un chalet installé sur la place Valhubert, côté Seine : la Compagnie des chemins de fer d'Orléans poussant jusqu'au quai d'Orsay l'établissement de sa voie ferrée, avait simplement opposé au sieur François qu'elle faisait des travaux de voirie et que sa modeste permission révocable ne saurait lui donner le droit de s'insurger contre les travaux entrepris. A cela François répondit victorieusement que, si l'on peut qualifier de travaux de voirie l'établissement d'une voie ferrée, lesdits travaux ne concernaient pas la même voie que celle sur laquelle, en temps que permissionnaire, il était établi.

Enfin, on peut se demander si la voie du recours dans laquelle la Société du Littoral avait décidé de s'engager, aurait abouti au but direct que tout demandeur en annulation se propose, c'est-à-dire la suppression juridique de la décision ministérielle. Le Conseil aurait-il annulé cette décision, ou au contraire, pour décider qu'il était sans intérêt de la maintenir ou de la supprimer, n'aurait-il pas simplement répondu qu'elle ne faisait aucun obstacle à ce que la Société s'adressât directement au Conseil de préfecture, la nouvelle voie constituant un travail public et le déplacement des poteaux en étant la conséquence directe.

En pratique, chacune de ces deux solutions serait arrivée au même point : la décision supprimée aurait laissé le champ libre à la Société de l'Énergie pour intenter une instance au Conseil de préfecture ; mais si, en la maintenant, le Conseil d'État avait déclaré qu'elle ne devait créer pour la demanderesse aucun inconvénient ni obstacle au procès en dommages-intérêts devant le juge du premier degré, celle-ci n'en aurait eu que plus de force pour l'intenter, car, devant cette nouvelle juridiction, elle n'aurait pas eu à redouter cette sorte de préjugé désagréable que crée toujours devant un juge, un avis ministériel que l'on n'a point au préalable expulsé du débat.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 9. — 1er SEPTEMBRE 1917.

Chronique. — La réforme de la visserie dans l'Administration des Postes et Télégraphes. — A propos de la crise du charbon, p. 321 et 322.

Section scientifique et technique. — Etude sur les pertes supplémentaires dans les barres câblées, par Edouard ROTH, p. 323. — Revues, analyses et informations : La réluctivité, p. 337 ; Notes sur la variation de résistance de quelques substances sous l'action de la lumière, p. 340.

Section industrielle. — Facteurs déterminant les prix de revient de l'énergie électrique produite sur place et de l'énergie électrique achetée, par G.-P. ROUX, p. 341. — Revues, analyses et informations : Equipement électrique des charbonnages de Zanckerode, près de Dresde, p. 344 ; L'Industrie électrique en Allemagne, par F. LOPPÉ, p. 348 ; Nouvelle ligne de traction à grande vitesse entre Buffalo et Niagara Falls, p. 350 ; L'Exposition de l'enseignement technique français à Lyon, p. 351.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité, p. 353 ; Compagnie Electromécanique, p. 353 ; Société versaillaise de Tramways électriques et de Distribution électrique, p. 354 ; L'Energie industrielle, p. 354.

Section de législation. — La nouvelle loi fiscale du 31 juillet 1917 et les usines électriques, par Paul BOUGAULT, p. 359. — Législation, jurisprudence, réglementation : Proposition de résolution tendant à l'interdiction des boissons alcooliques, p. 359 ; Arrêté portant ouverture d'un concours pour l'admission à l'Ecole supérieure des Postes et des Télégraphes, p. 360 ; Décret prohibant la sortie de divers produits, p. 360.

La réforme de la visserie dans l'administration des Postes et Télégraphes. — Ainsi qu'on a pu le constater par la publication que nous avons faite dans notre numéro du 14 juillet, t. II, p. 80, de l'arrêté du 3 juillet du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, la question de l'unification des pas de vis vient d'être définitivement réglée en ce qui concerne l'administration des Postes et Télégraphes. Cet arrêté, publié au « Journal officiel » du 5 juillet 1917, décide qu'à dater de ce jour, le système de visserie dit « international » et ses prolongements (série de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale) sera admis dans toutes les fournitures d'appareils télégraphiques et téléphoniques, et deviendra obligatoire à partir du 1er juillet 1918. Cette question prend en ce moment une importance toute particulière, étant donnée la grande quantité d'appareils et de matériel qui vont être nécessaires pour la réorganisation des régions envahies ; il n'est donc pas sans intérêt d'en rappeler en quelques mots les origines.

Pendant de nombreuses années, chaque constructeur établissait sa visserie au mieux de ses préférences personnelles, de ses besoins ou de ses moyens d'action ; le matériel télégraphique a été constitué, de la sorte, par l'apport d'appareils de provenances diverses, qui furent adoptés avec les vis qu'ils avaient reçues de leurs constructeurs. Cette multiplicité des pas de vis n'était pas sans apporter une gêne considérable, tant au point de vue de l'interchangeabilité qu'à celui des facilités d'approvisionnement ; aussi, en 1891, au moment du développement de la téléphonie, l'administration des Postes et Télégraphes fut-elle amenée à adopter un système de visserie, qui reçut le nom de « pas des P. T. T. » et fut appliqué aux appareils Baudot et au téléphone, tandis que les appareils Hughes et Morse conservaient leur ancienne visserie.

L'administration des Postes et Télégraphes n'était pas la seule intéressée dans cette question ; l'industrie en général souffrait grandement de cette diversité ; et, comme aucune série ne se recommandait de façon spéciale, soit par la loi des pas en fonction des diamètres, soit par toute autre qualité, chacun continuait à fabriquer sa visserie particulière sans souci des autres systèmes.

C'est dans ces conditions que la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale entreprit, en 1891, à l'instigation de M. Sauvage, inspecteur général des mines, l'œuvre nécessaire de l'unification. Une première série, comprenant les vis de la *grosse mécanique*, dont le diamètre est égal ou supérieur à 6 mm, fut adoptée, en 1898, par un Congrès international tenu à Zurich, et prit le nom de *Système international*.

En 1903, le Syndicat professionnel des industries électriques de France entreprit d'étendre aux vis de la

Digitized by Google

petite mécanique les principes qui servent de base au système international ; ses études aboutirent à la création d'une série qui fut adoptée dans une assemblée de techniciens tenue au siège de la Société d'encouragement, le 22 juin 1905.

Enfin, en 1909, sur l'initiative de M. Maurice Picard, de la maison « les Fils de Henri Picard et Cie », la Société d'encouragement fut amenée à proposer une série, comprenant les vis de très petit diamètre (jusqu'à 0,4 mm) et reposant sur le même principe que les deux premières, dont elle forme le prolongement extrême, et qui reçut le nom de *série horlogère*.

Ces différentes séries furent adoptées successivement par un grand nombre d'industriels, par les Compagnies de chemins de fer, les administrations de la Guerre et de la Marine, etc. ; l'adhésion de l'administration des Postes et Télégraphes contribuera puissamment à la généralisation du système, et il y a tout lieu d'espérer que, lorsque les circonstances le permettront, les deux dernières séries obtiendront l'internationalisation acquise par la première.

Ajoutons, pour ceux de nos lecteurs qui désireraient des détails sur la construction des vis du système international, qu'ils les trouveront dans le « Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale », notamment dans le numéro de décembre 1915, t. CXXIV, p. 550-568, qui contient un historique de la question, et dans les numéros de janvier-février et de mars-avril 1917, t. CXXVII, qui renferment quelques indications complémentaires. « La Revue électrique » a également publié des renseignements sur cette unification dans les numéros du 10 février 1911, t. XV, p. 140-142 et décembre 1916, t. XXVI, p. 386-387.

A propos de la crise du charbon. — Il est aujourd'hui peu d'industriels qui soient assurés d'avoir du combustible pour plusieurs semaines ; aussi croyons-nous utile de reproduire ci-dessous, à leur intention et à titre documentaire, le rapport que M. René Chénesseau, membre de la Chambre de Commerce d'Orléans, a présenté à cette Compagnie dans sa séance du 6 juillet dernier et qui a été adopté à l'unanimité :

A notre séance du 4 mai dernier, je vous soumettais un rapport sur la crise du charbon, que vous avez bien voulu adopter. Je vous signalais une de nos premières maisons de charbon obligée de fermer ses usines de concassage parce qu'il lui était impossible d'obtenir des licences d'importation. Je voudrais aujourd'hui, par un exemple, vous montrer la conséquence de cette manière de procéder, c'est-à-dire la place laissée libre à des gens qui se sont substitués au commerce régulier au grand dommage de ceux que le manque de combustible force à recourir à leur intermédiaire. Je vous demande pardon si je me mets personnellement en cause : c'est une manière d'agir qui a comme contre-partie une documentation absolument certaine.

Le 2 mars dernier, j'achetais ferme à la Société X..., de Paris, un wagon d'anthracite anglais 15 × 25 pour moteur, au prix de 186,50 fr la tonne rendue à Orléans, livrable sur mars-avril, à condition de verser le montant de la facture à la commande et de fournir une note d'achat visée par le service des Forges. Le chèque était envoyé le lendemain et la note soumise au contrôle des Forges. Elle revint visée et fut envoyée le 16.

En accusant réception la Société X... fit valoir que, depuis le 2, les prix avaient augmenté et qu'elle ne pouvait livrer qu'à 225,50 fr. — Nouveau prix accepté dans l'espérance d'une prompte livraison.

Le 3 mai, n'ayant aucune nouvelle de mon wagon, j'adresse une réclamation. On me répond que l'on ne peut expédier faute de wagon de 10 t, que l'on trouverait plus facilement un wagon de 20 t ; mais qu'il faudrait porter le prix à 255 fr et fournir une nouvelle autorisation du service des Forges ; — malgré l'audacieuse affirmation concernant les wagons de 20 t, on accepte les nouvelles conditions.

Le 25 mai, nouvelle réclamation à laquelle il est répondu que l'on est désolé, mais qu'on ne pourra livrer que dans un mois par suite de l'obligation imposée par le ministre des Travaux publics de livrer la totalité du chargement du vapeur qui vient d'arriver à deux usines désignées dans une copie de la lettre du ministre que l'on m'envoie, l'une à Argenteuil pour 1 000 t, l'autre à Epinal pour 1 000 autres tonnes.

Malheureusement pour la Société X..., l'usine d'Argenteuil est de ma clientèle, aussi m'est-il facile d'avoir des renseignements desquels il résulte : que cette usine a fait obtenir à la Société X... une licence d'importation de 2 000 t, qu'elle a versé provision pour 1 000 t ; mais que, malgré les efforts réitérés, elle n'a pas reçu un kilogramme de charbon et que, très inquiète, elle s'occupe de faire rentrer les fonds avancés.

Je partage, en ce qui me concerne, l'inquiétude de mon client, et je vais me décider à réclamer mon argent, malgré mes besoins d'anthracite de plus en plus urgents, lorsque je reçois une nouvelle lettre du 9 juin, m'annonçant que, pour toutes sortes de raisons, il me faut subir une majoration de 20 pour 100, ce qui porte le prix de mon anthracite à 306 fr au lieu de 186,50 fr, prix du début. — A noter que cette lettre est imprimée et qu'il reste simplement à mettre à la machine à écrire la date, l'adresse et le quantum de la majoration. Cela montre bien qu'elle est d'un usage courant et destinée à de nombreuses dupes.

Naturellement, ma patience étant à bout, j'ai envoyé une sommation d'avoir à me retourner mon argent, menaçant, si je ne l'avais par retour du courrier, de déposer une plainte en escroquerie.

Deux jours après, je recevais un chèque, avec regrets, excuses et espérance d'être plus heureux une autre fois.

Cette mansuétude ne saurait étonner, car en résumé la Société X... avait eu de moi tout ce qu'elle espérait : un visa du service des Forges pour lui permettre d'obtenir une licence d'importation et la jouissance gratuite pendant trois mois de mes capitaux pour payer l'achat de l'anthracite et les frais divers de transports. — Quant aux bénéfices réalisés, ils ne peuvent être que fort coquets, car il est douteux qu'à 306 fr, j'aurais enfin pu recevoir quelque chose, il est au contraire certain que mes 20 t d'anthracite ont été vendues à de ces prix fantastiques que nous lisons dans les journaux.

Tel est, Messieurs, le simple récit d'un cas particulier qui se répète journellement à un nombre considérable d'exemplaires. Il m'a semblé utile de le soumettre à notre Chambre de commerce, pour nous permettre de protester contre l'assimilation faite continuellement entre le commerce régulier et honnête que nous représentons et la génération spontanée d'aigrefins amenée par le régime trop développé de restrictions, réglementations, réquisitions et taxations, si en faveur de nos jours.

J'ajouterai que j'ai employé l'anonymat vis-à-vis de la Chambre de Commerce ; mais que je compte bien mettre les noms à la disposition de ceux, y compris le service de ravitaillement, que cela pourra intéresser.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Etude sur les pertes supplémentaires dans les barres câblées

Il est d'un usage courant de placer des barres câblées dans les entailles des machines à courant alternatif, dans le but de réduire à un minimum les pertes dues aux courants de Foucault produits par le champ induit. L'auteur expose dans cet article une méthode de calcul permettant de déterminer ces pertes dans les barres câblées. Des essais entrepris par la Société Alsacienne de Constructions mécaniques ont prouvé l'exactitude de la théorie.

La détermination des pertes supplémentaires dans les barres massives logées dans les entailles des machines à courant alternatif a fait l'objet de plusieurs études. Dans un travail devenu classique, A.-B. Field [1] a donné le premier la solution complète de ce problème; il se préoccupe aussi bien des barres massives que des barres subdivisées, ses formules et courbes sont facilement applicables.

Plusieurs auteurs, tels que Emde, Rusch et Rogowski [2] ont abordé depuis le même sujet. Leurs études n'ont modifié en rien les résultats trouvés par Field.

Récemment M. Rikli [3] a exposé dans un travail très intéressant les résultats d'essais faits pour prouver l'exactitude des formules de Rogowski. Il a en outre comparé entre elles les pertes additionnelles dans des barres massives et câblées.

Des essais analogues ont été faits il y a quelque temps par la Société alsacienne de Constructions mécaniques, qui utilise des barres câblées depuis de nombreuses années pour les enroulements de ses machines électriques.

Ces essais avaient été entrepris pour contrôler les résultats d'une étude que nous avons faite pour la prédétermination des pertes supplémentaires dans les barres câblées logées dans les entailles des machines à courant alternatif et que nous allons exposer dans la suite.

Equations générales. — Nous entendons par barre câblée un conducteur câblé creux et laminé. Les fils unitaires dont ces barres sont constituées peuvent être des conducteurs massifs ou des torons formés de fils fins. Nous donnons dans la figure 1 une photographie de ces deux sortes de barres.

Nous examinerons en premier lieu les barres câblées

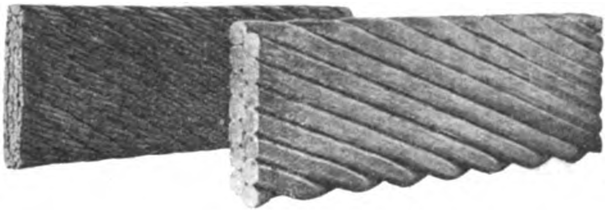


Fig. 1. — Barres câblées constituées, l'une par des conducteurs massifs, l'autre par des torons de fils fins.

à fils unitaires massifs; il sera facile, par la suite, d'étendre les résultats de notre étude à celles formées par des torons de fils fins.

Dans la pratique, les fils unitaires sont des fils ronds qui, par le laminage, prennent des sections de formes irrégulières. Nous admettons que cette section est un rectangle de hauteur c et de largeur a. L'épaisseur totale de la barre est par conséquent $2a$.

La figure 2 donne le conducteur en vue; la figure 3 est une coupe axonométrique par la cannelure.

Remarquons que la figure 2 contient une impossibilité géométrique en ce sens que le coude réunissant les parties montantes et descendantes des fils unitaires pénétrerait dans les parties montantes ou descendantes des fils voisins. Dans la pratique, les choses s'arrangent toutes seules grâce à la ductilité du cuivre. Nous nous sommes contenté de cette façon simple de représentation, car elle ne nuit en aucune façon à l'exactitude de nos développements.

Il ressort de la figure 3 que la barre câblée est présumée être placée près de l'entrefer et que nous envisageons principalement l'étude d'une cannelure à deux conducteurs. Pour plus de généralité nous admettons toutefois que la barre envisagée est la $m^{ième}$ en comptant les barres depuis le fond de la cannelure.

Ces m conducteurs seront montés en série, de sorte que chacun d'eux est parcouru axialement par un cou-

[1] A.-B. Field; Eddy currents in large slot-wound conductors. *Transactions of the A. I. E. E.*, 1905, p. 761.

A.-B. Field; Sur les courants parasites. *L'Éclairage électrique*, 18 août 1906, p. 266.

[2] F. Emde : *Electrotechnik und Maschinenbau*, 1908, p. 703.

F. Rusch. *Electrotechnik und Maschinenbau*, 1910, p. 7?.

W. Rogowski. *Archiv. für Electrotechnik*, 1913 p. 81.

[3] H. Rikli. De la détermination des pertes additionnelles dans le cuivre des machines à courant alternatif. *Revue générale de l'Électricité*, 12 mai 1917, t. 1, p. 727.

Digitized by Google

rant I. De plus, chacun des n fils unitaires dont la barre câblée est constituée conduit par raison de symétrie le même courant unitaire I_u qui est donné par la formule

$$I_u = \frac{I}{n} \tag{1}$$

Nous désignons par α l'angle d'inclinaison des fils unitaires par rapport à l'axe de la cannelure et admettons qu'il est le même dans les coudes que dans les parties montantes et descendantes. Soit de plus h la hauteur du conducteur et b l'ouverture de la cannelure.

Disposons un système de trois axes de coordonnées OX, OY, OZ, de la façon indiquée par les figures 2 et 3 et qui est telle que le plan XY coïncide avec une des

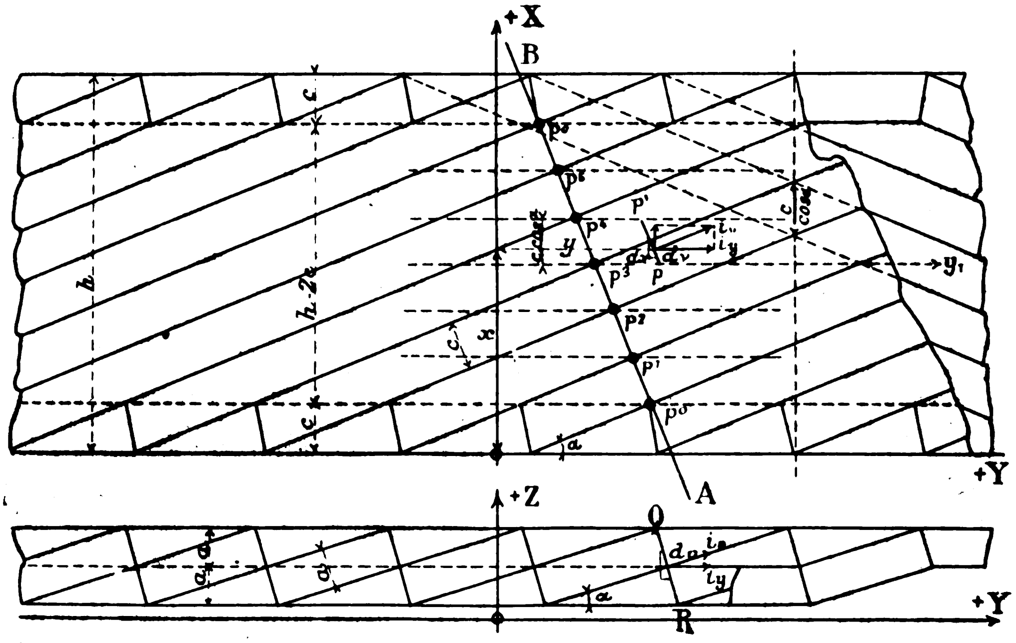


Fig. 2. — Vue du conducteur câblé.

parois de l'entaille et le plan YZ avec la face inférieure du conducteur envisagé. Le plan XZ est perpendiculaire

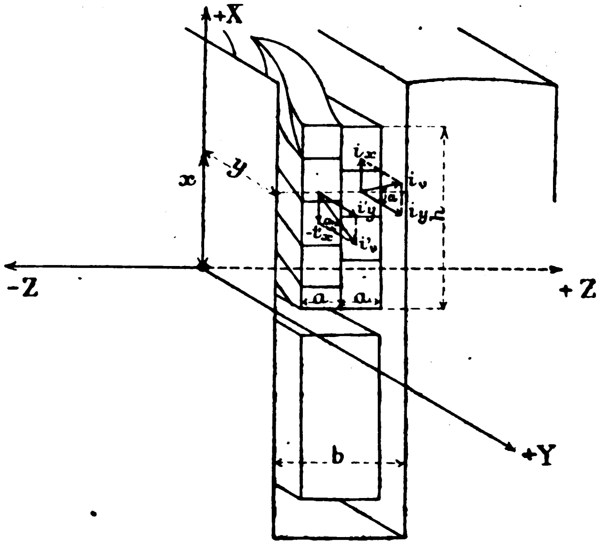


Fig. 3. — Coupe axonométrique par la cannelure.

à l'axe de la cannelure et est situé à distances égales des deux extrémités de la cannelure ou à une distance suffisante d'une extrémité quelconque pour que l'influence des champs irréguliers à la sortie des cannelures puisse être négligée.

Nous désignons par i_x, i_y et i_z les composantes du vecteur de la densité de courant i_v dirigé parallèlement à l'axe du conducteur unitaire, par H_x, H_y, H_z celles du vecteur de l'intensité du champ H en un point P (x, y, z) quelconque, par λ la conductibilité de la matière du conducteur, par μ la perméabilité et par t le temps.

Nous écrivons les deux systèmes d'équations de Maxwell que nous aurons à adapter par la suite aux données de notre problème

$$\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} = 4\pi i_x, \tag{2a}$$

$$\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} = 4\pi i_y, \tag{2b}$$

$$\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} = 4\pi i_z, \tag{2c}$$

$$\frac{\partial i_z}{\partial y} - \frac{\partial i_y}{\partial z} = -\lambda \frac{\partial (\mu H_x)}{\partial t}, \tag{3a}$$

Digitized by Google

(3b) $$\frac{\partial i_x}{\partial z} - \frac{\partial i_z}{\partial x} = -\lambda \frac{\partial (\mu H_y)}{\partial t},$$

(3c) $$\frac{\partial i_y}{\partial x} - \frac{\partial i_x}{\partial y} = -\lambda \frac{\partial (\mu H_z)}{\partial t}.$$

Comme tous les auteurs qui se sont occupés de problèmes de ce genre nous apporterons quelques simplifications à ces équations.

En premier lieu nous négligeons le chemin parcouru par les lignes de force dans le fer de sorte que

$$\mu = 1.$$

Ensuite nous admettons que les composantes i_x et i_y ne subissent pas de variations sur la largeur du conducteur dans la direction Z:

(4) $$\frac{\partial i_x}{\partial z} = \frac{\partial i_y}{\partial z} = 0.$$

Nous admettons de plus que les lignes de force dans l'air sont des droites entrant perpendiculairement dans les parois de la cannelure, ce qui veut dire que H n'a pas de composantes dans les directions x ou y :

(5) $$H_x = H_y = 0.$$

Cette équation donne en combinaison avec (2c)

(6) $$i_z = 0.$$

En tenant compte de (4) et (5) nous voyons que les équations (2a), (2b) et (3c) sont seules à considérer.

Une modification est toutefois à apporter aux deux premières par suite des données spéciales de notre problème.

Nous désignerons par H la composante unique H_z de l'intensité du champ, par i, (composantes i_x et i_y) la densité de courant dans les parties montantes et i', (composantes i'_x et i'_y) celle dans les parties descendantes (fig. 3).

En nous reportant à la figure 4 (qui représente une coupe par la cannelure vue dans le sens positif des y) nous pouvons écrire en tenant compte de ce que le courant traversant perpendiculairement l'élément d'épaisseur dx a la valeur $a\,(i_y + i'_y)\,dx$

$$bH - b\left(H + \frac{\partial H}{\partial x}dx\right) = 4\pi a\,(i_y + i'_y)\,dx$$

et

(7) $$-\frac{\partial H}{\partial x} = 4\pi\frac{a}{b}(i_y + i'_y).$$

De même nous obtenons de la figure 5 (coupe longitudinale par la cannelure vue dans le sens des x positifs).

$$-bH + b\left(H + \frac{\partial H}{\partial y}\partial y\right) = 4\pi a\,(i_x + i'_x)\,dy$$

ou bien

(8) $$\frac{\partial H}{\partial y} = 4\pi\frac{a}{b}(i_x + i'_x).$$

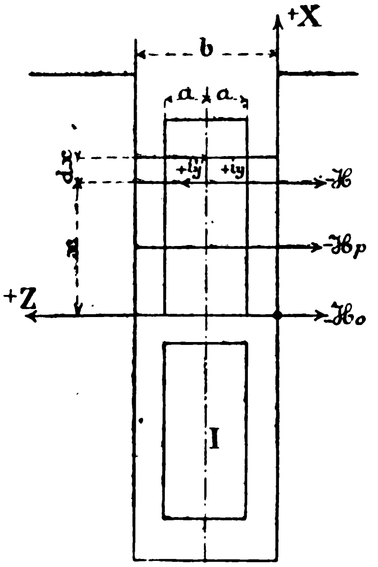


Fig. 4. — Coupe par la cannelure vue dans le sens positif des y.

L'équation générale (3c) donne directement

$$\frac{\partial i_y}{\partial x} - \frac{\partial i_x}{\partial y} = \frac{\partial i'_y}{\partial x} - \frac{\partial i'_x}{\partial y} = -\lambda\frac{\partial H}{\partial t},$$

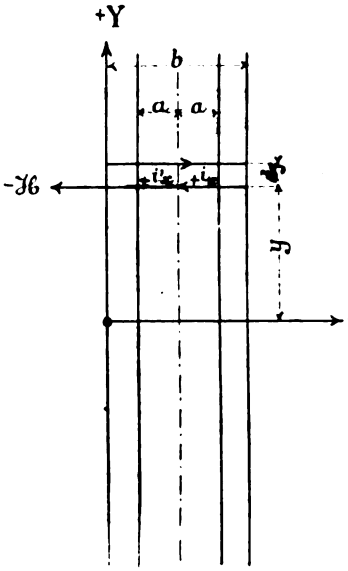


Fig. 5. — Coupe longitudinale par la cannelure vue dans le sens des x positifs.

ou bien

(9) $$-2\lambda\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial (i_y + i'_y)}{\partial x} - \frac{\partial (i_x + i'_x)}{\partial y}.$$

Digitized by Google

Les équations de Maxwell sont donc dans notre cas représentées par le système d'équations suivant :

$$(7) \qquad -\frac{\partial H}{\partial x} = 4\pi\frac{a}{b}(i_y + i'_y),$$

$$(8) \qquad \frac{\partial H}{\partial y} = 4\pi\frac{a}{b}(i_x + i'_x),$$

$$(9) \qquad -2\lambda\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{\partial(i_y + i'_y)}{\partial x} - \frac{\partial(i_x + i'_x)}{\partial y}.$$

On a de (7) et (8)

$$\frac{\partial(i_y + i'_y)}{\partial x} = -\frac{1}{4\pi}\frac{b}{a}\frac{\partial^2 H}{\partial x^2},$$

$$\frac{\partial(i_x + i'_x)}{\partial y} = \frac{1}{4\pi}\frac{b}{a}\frac{\partial^2 H}{\partial y^2},$$

ce qui introduit en (9) donne

$$(10) \qquad \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{1}{4\pi\lambda}\frac{b}{2a}\left(\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2}\right).$$

Nous admettons que le courant I qui parcourt tous les conducteurs de l'entaille suit une loi harmonique ; il en sera de même pour la densité de courant et ses composantes ainsi que pour celles de l'intensité du champ en un endroit x, y quelconque. En employant les notions imaginaires et en désignant par $\overline{H}$ la valeur maximum de H en x, y on a, ω étant la pulsation du courant alternatif,

$$(11) \qquad H = \overline{H}e^{j\omega t}$$

où $\overline{H}$ est uniquement fonction de x et de y.

Nous avons par conséquent

$$\frac{\partial H}{\partial t} = j\omega\overline{H}e^{j\omega t},$$

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} = e^{j\omega t}\frac{\partial^2\overline{H}}{\partial x^2},$$

$$\frac{\partial^2 H}{\partial y^2} = e^{j\omega t}\frac{\partial^2\overline{H}}{\partial y^2}$$

et l'équation (10) devient

$$j\omega\overline{H} = \frac{1}{4\pi\lambda}\frac{b}{2a}\left(\frac{\partial^2\overline{H}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\overline{H}}{\partial y^2}\right),$$

d'où

$$(12) \qquad 4\pi j\omega\lambda\frac{2a}{b}\overline{H} = \frac{\partial^2\overline{H}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\overline{H}}{\partial y^2},$$

ou en posant

$$(12a) \qquad \beta^2 = 4\pi j\omega\lambda\frac{2a}{b},$$

$$(12b) \qquad \beta^2\overline{H} = \frac{\partial^2\overline{H}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\overline{H}}{\partial y^2}.$$

Posons

$$\overline{H} = \varphi(x) + \psi(y),$$

où $\varphi(x)$ et $\psi(y)$ ne sont respectivement que des fonctions de x ou de y. Nous avons

$$\frac{\partial^2\overline{H}}{\partial x^2} = \frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2},$$

$$\frac{\partial^2\overline{H}}{\partial y^2} = \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2},$$

ce qui porté en (12b) donne

$$\beta^2\varphi(x) + \beta^2\psi(y) = \frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2},$$

équation qui se décompose dans les deux suivantes en égalisant de part et d'autre les termes qui sont uniquement fonction de x ou de y

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} - \beta^2\varphi = 0,$$

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} - \beta^2\psi = 0.$$

et dont les intégrales sont respectivement

$$\varphi(x) = C_1e^{\beta x} + C_2e^{-\beta x},$$

$$\psi(y) = C_3e^{\beta y} + C_4e^{-\beta y},$$

ce qui donne pour $\overline{H}$

$$(13') \qquad \overline{H} = C_1e^{\beta x} + C_2e^{-\beta x} + C_3e^{\beta y} + C_4e^{-\beta y}.$$

Les constantes C_3 et C_4 peuvent être déterminées dès à présent. Remarquons que l'intensité du champ H_0 le long de la face inférieure du conducteur considéré ($x = 0$) provient de l'action magnétisante du courant traversant les $(m - 1)$ barres inférieures. Nous avons donc

$$\overline{H}_0 = C_1 + C_2 + C_3e^{\beta y} + C_4e^{-\beta y}.$$

Il est évident que cette intensité de champ ne subit aucune variation dans la direction des y ; $\overline{H}_0$ est par conséquence indépendant de y de sorte que

$$C_3 = C_4 = 0,$$

et que

$$(14) \qquad \frac{\partial H}{\partial y} = 0.$$

Digitized by Google

Nous obtenons donc finalement pour $\bar{H}$:

(13) $$\bar{H} = C_1 e^{\beta x} + C_2 e^{-\beta x},$$

équation générale (1) qui se retrouve dans tous les problèmes concernant les courants de Foucault.

ÉQUATIONS SPÉCIALES DES BARRES CABLÉES. — Nous avons dit plus haut que les barres câblées sont caractérisées par le fait que chaque fil unitaire conduit un courant I_u défini par la formule (1). Ce courant est dirigé dans le sens des fils unitaires dont le nombre n est donné par (fig. 2) :

(15) $$n = 2\frac{h}{\frac{c}{\cos\alpha}} = 2\frac{h\cos\alpha}{c}.$$

Nous avons donc

(16) $$I_u = \frac{I}{n} = \frac{I}{2}\frac{c}{h\cos\alpha}.$$

Une section AB quelconque perpendiculaire par exemple aux parties montantes des fils unitaires, découpe sur ceux-ci des sections P_0P_1, P_1P_2, etc., et on a

(17) $$a\int_{P_0}^{P_1}\bar{i}_v\,dv = a\int_{P_1}^{P_2}\bar{i}_v\,dv = \ldots\ldots = I_u\sqrt{2},$$

en désignant par dv l'élément de longueur selon AB et par $\bar{i}_v$ la valeur maximum de la densité de courant.

Par suite de (14) les phénomènes sont entièrement indépendants de y ; l'équation (17) est par conséquent valable pour une section PP' quelconque, pourvu qu'elle soit perpendiculaire aux fils unitaires et cela sans égard à la coupure produite dans la section par la séparation entre les fils.

Pratiquons des tranches de hauteur $c\cos\alpha$ par des plans parallèles au plan YZ, passant par les points P_0, P_1.

Le nombre de tranches, à l'exclusion des coudes, est

(18) $$\frac{n'}{2} = \frac{h-2c}{c\cos\alpha} = \frac{1}{\cos^2\alpha}\left(\frac{n}{2} - 2\cos\alpha\right).$$

Faisons coïncider un nouveau plan YZ avec la face intérieure de la $p^{ième}$ tranche par exemple. En passant de P à P' la variation de v est égale à c, la variation correspondante de x est $c\cos\alpha$. On a donc

$$\frac{x}{v} = \frac{c\cos\alpha}{c}, \quad \text{et} \quad x = v\cos\alpha,$$

$$dx = dv\cos\alpha,$$

et puisque par définition

$$i_y = i_v\cos\alpha,$$

on a

$$\bar{i}_v\,dv = \frac{\bar{i}_y\,dx}{\cos^2\alpha},$$

et par conséquent (formule 17) :

$$I_u\sqrt{2} = \frac{a}{\cos^2\alpha}\int_0^{c\cos\alpha}\bar{i}_y\,dx.$$

Le courant parcourant axialement la tranche pratiquée dans les parties montantes des fils unitaires a la valeur

(19') $$a\int_0^{c\cos\alpha}\bar{i}_y\,dx = I_u\sqrt{2}\cos^2\alpha.$$

Quant aux parties descendantes nous tirons de (8) et (14)

$$i_x = -i'_x,$$

et puisque (fig. 3)

$$i_x = i_v\sin\alpha,$$

et

$$-i'_x = i'_v\sin\alpha,$$

on a

$$i_v = i'_v,$$

et

$$i_y = i'_y.$$

Nous pouvons donc étendre la tranche sur la largeur total $2a$ du conducteur de sorte que la composante du courant dans le sens de la tranche a la valeur

(19) $$2a\int_0^{c\cos\alpha}\bar{i}_y\,dx = 2I_u\sqrt{2}\cos^2\alpha.$$

En ce qui concerne les coudes nous tirons de la figure 2

$$2I_u\sqrt{2} = \int_R^Q\int_0^c\bar{i}_v\,dv\,dx = 2a\int_0^c\frac{\bar{i}_y}{\cos\alpha}\,dx,$$

ce qui donne pour la composante axiale du courant dans les coudes :

(20) $$2a\int_0^c\bar{i}_y\,dx = 2I_u\sqrt{2}\cos\alpha.$$

(1) R.-V. Picou, Les courants de Foucault. *L'Industrie électrique*, 1915, p. 5 — J.-J. Thomson. *La Lumière électrique*, 1 juin 1892, p. 491.

Digitized by Google

L'intensité du champ le long d'une face d'une tranche est donc parfaitement définie. Celle $\overline{H}_p$ par exemple le long de la face supérieure de la $p^{\text{ième}}$ tranche, passant par le point P′ est due à l'action magnétisante des p tranches précédentes augmentée de celle des coudes inférieures et de celle des $(m-1)$ barres dans le fond de la cannelure. Elle est par conséquent due au courant total

$$2pI_u\sqrt{2}\cos^2\alpha + 2I_u\sqrt{2}\cos\alpha + (m-1)I\sqrt{2},$$

ce qui donne d'après (16)

$$(21)\qquad = I\sqrt{2}\left[\frac{c}{h}(p\cos\alpha + 1) + m - 1\right],$$

où $p = 0$ correspond à la face supérieure de la tranche formée par les coudes inférieurs et $p = \frac{n'}{2}$ à la face inférieure de celle des coudes supérieurs.

On a donc pour la $p^{\text{ième}}$ tranche (fig. 4):

$$(22)\qquad -\overline{H}_p = \frac{4\pi}{b}I\sqrt{2}\left[\frac{c}{h}(p\cos\alpha+1)+m-1\right] = \frac{4\pi}{b}r_pI\sqrt{2},$$

$$(22a)\qquad \begin{aligned} -\overline{H}_{p-1} &= \frac{4\pi}{b}I\sqrt{2}\left\{\frac{c}{h}[(p-1)\cos\alpha+1]+m-1\right\} \\ &= \frac{4\pi}{b}r_{p-1}I\sqrt{2}. \end{aligned}$$

Le signe — provient de ce que les H sont dirigés dans le sens négatif des Z si les courants sont dirigés dans le sens positif des y.

Nous avons (formule 13)

$$\overline{H} = C_1e^{\beta x} + C_2e^{-\beta x},$$

où, pour $x = 0$, $\overline{H} = \overline{H}_{p-1}$ et, pour $x = c\cos\alpha$, $\overline{H} = \overline{H}_p$; il s'ensuit que

$$\begin{aligned} \overline{H}_{p-1} &= C_1 + C_2, \\ \overline{H}_p &= C_1e^{\beta c'} + C_2e^{-\beta c'}, \end{aligned}$$

en posant

$$c' = c\cos\alpha.$$

On obtient facilement

$$C_1 = \frac{\overline{H}_p - \overline{H}_{p-1}e^{-\beta c'}}{e^{\beta c'} - e^{-\beta c'}},$$

$$C_2 = -\frac{\overline{H}_p - \overline{H}_{p-1}e^{\beta c'}}{e^{\beta c'} - e^{-\beta c'}},$$

et en tenant compte de (22)

$$(23)\qquad C_1 = -\frac{4\pi}{b}I\sqrt{2}\frac{r_p - r_{p-1}e^{-\beta c'}}{e^{\beta c'} - e^{-\beta c'}},$$

$$(23a)\qquad C_2 = \frac{4\pi}{b}I\sqrt{2}\frac{r_p - r_{p-1}e^{\beta c'}}{e^{\beta c'} - e^{-\beta c'}},$$

ce qui porté en (13) donne :

$$(24)\qquad \overline{H} = -\frac{4\pi}{b}I\sqrt{2}\frac{(r_p - r_{p-1}e^{-\beta c'})e^{\beta x} - (r_p - r_{p-1}e^{\beta c'})e^{-\beta x}}{e^{\beta c'} - e^{-\beta c'}}.$$

Nous avons de (7) en tenant compte de ce que $i_y = i_y'$

$$-\frac{\partial H}{\partial x} = 4\pi\frac{2a}{b}i_y$$

et

$$\overline{i}_y = -\frac{1}{4\pi}\frac{b}{2a}\frac{\partial\overline{H}}{\partial x},$$

ce qui, appliqué à (24) donne, en désignant par i la valeur efficace de i_y,

$$(25')\qquad i = \frac{\beta}{2a}\frac{Ir_p(e^{\beta x} + e^{-\beta x}) - r_{p-1}[e^{\beta(c'-x)} + e^{-\beta(c'-x)}]}{e^{\beta c'} - e^{-\beta c'}},$$

formule dans laquelle r_p et r_{p-1} ont les valeurs

$$(26)\qquad \left\{\begin{aligned} r_p &= \frac{c}{h}(p\cos\alpha + 1) + m - 1, \\ r_{p-1} &= \frac{c}{h}[(p-1)\cos\alpha + 1] + m - 1, \end{aligned}\right.$$

et où p varie de 1 à $\frac{n'}{2}$ (formule 18).

Pour les parties coudées la formule (25) est encore valable. Il y a toutefois lieu de remplacer c par c' et de poser :

pour les coudes inférieurs

$$(26a)\qquad r_p = \frac{c}{h} + m - 1,\quad r_{p-1} = m - 1,$$

et pour les coudes supérieurs

$$(26b)\qquad \left\{\begin{aligned} r_p &= m, \\ r_{p-1} &= \frac{c}{h}\left(\frac{n'}{2}\cos\alpha + 1\right) + m - 1 = m - \frac{c}{h}. \end{aligned}\right.$$

De (12a) nous tirons :

$$\beta = \sqrt{j}\sqrt{4\pi\omega\lambda\frac{2a}{h}},$$

Or, on a, en valeur absolue :

$$\sqrt{j} = \frac{1 + j}{\sqrt{2}},$$

ce qui donne

$$\beta = \gamma(1 + j).$$

Digitized by Google

en posant

$$(27)\quad \gamma = \sqrt{2\pi\omega\lambda\,\frac{2a}{b}} = 2\pi\sqrt{f\lambda\,\frac{2a}{b}} = 2\pi\sqrt{\frac{f}{\rho}\,\frac{2a}{b}},$$

si f est la fréquence du courant et ρ la résistivité de la matière du conducteur.

La valeur de β introduite en (25') donne :

$$(25)\quad i = \frac{\gamma(1+j)I}{2a} \times$$
$$\frac{r_p\left[e^{\gamma(1+j)x} + e^{-\gamma(1+j)x}\right] - r_{p-1}\left[e^{\gamma(1+j)(c'-x)} + e^{-\gamma(1+j)(c'-x)}\right]}{e^{\gamma(1+j)c'} - e^{-\gamma(1+j)c'}}$$

pour la valeur efficace de la composante axiale de la densité de courant, à une distance x comptée à partir de la face inférieure de la $p^{\text{ième}}$ tranche.

Détermination des pertes. — Examinons une des tranches et une des barres montantes qui la traverse et

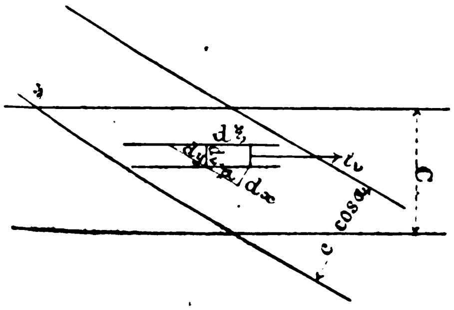


Fig. 6.

prenons un élément dans le sens de cette barre (fig. 6).

La résistance de cet élément est :

$$\frac{1}{\lambda}\,\frac{\text{longueur}}{\text{section}} = \frac{1}{\lambda}\,\frac{d\xi}{a\,dv}.$$

Or, on a :

$$d\xi = \frac{dx}{\sin\alpha}$$
$$dv = dy\sin\alpha,$$

ce qui donne pour la résistance de l'élément

$$\frac{1}{\lambda}\,\frac{dx}{a\,dy\,\sin^2\alpha}.$$

Le courant qui passe dans cet élément a la valeur

$$a\,i_v\,dv = a\,\frac{i_y}{\cos\alpha}\,dy\,\sin\alpha,$$

ce qui donne pour la perte dans l'élément

$$\frac{1}{\lambda}\,\frac{dx}{a\,dy\,\sin^2\alpha}\,\frac{a^2 i^2 dy^2 \sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{1}{\lambda}\,\frac{a}{\cos^2\alpha}\,i^2\,dx\,dy$$

où i est, comme on sait, la valeur efficace de i_y.

Le long de la tranche, à une hauteur x, les densités de courant i_v et i_y sont constantes, de sorte que la perte totale dans la tranche devient :

$$P_p = \frac{1}{\lambda}\,\frac{a}{\cos^2\alpha}\int_0^{c'}\int_L i^2\,dx\,dy.$$

L'intégrale $\int_L dy$ est la longueur L de la barre câblée considérée.

On a par conséquent :

$$(28)\qquad P_p = \frac{2}{\lambda}\,\frac{aL}{\cos^2\alpha}\int_0^{c'} i^2\,dx.$$

Le facteur 2 a été introduit pour tenir compte de la perte égale dans la tranche équivalente du côté des parties descendantes de la barre.

Pour les coudes on peut faire un raisonnement analogue.

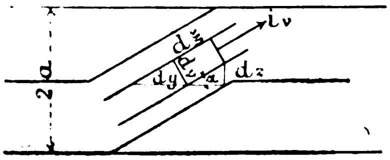


Fig. 7.

Dans une tranche horizontale de hauteur dx on a, pour la résistance de l'élément (fig. 7),

$$\frac{1}{\lambda}\,\frac{d\xi}{dv\,dx} = \frac{1}{\lambda}\,\frac{dz}{\sin\alpha}\,\frac{1}{dy\,\sin\alpha\,dx},$$

et pour le courant,

$$i_v\,dv\,dx = \frac{i_y}{\cos\alpha}\,dy\,\sin\alpha\,dx.$$

La perte dans l'élément est par conséquent :

$$\frac{1}{\lambda}\,\frac{dz}{dx\,dy\,\sin^2\alpha}\,\frac{i^2}{\cos^2\alpha}\,dy^2\sin^2\alpha\,dx^2 = \frac{1}{\lambda\cos^2\alpha}\,i^2\,dx\,dy\,dz$$

et la perte totale dans la partie coudée,

$$(28')\qquad \frac{2}{\lambda}\,\frac{aL}{\cos^2\alpha}\int^{c} i^2\,dx,$$

formule tout à fait analogue à (28).

La perte totale dans la barre est la somme des pertes dans toutes les tranches, y compris les coudes.

Nous avons donc à déterminer l'intégrale :

$$\int_0^{c'} i^2\,dx.$$

Pour trouver la partie réelle de i^2 nous avons à multiplier la valeur de i donnée par la formule (25) par sa valeur conjuguée que l'on obtient en remplaçant partout $+j$ par $-j$.

Digitized by Google

On a :

$$(1+j)\ (1-j) = 2,$$

ce qui donne, pour le carré du facteur,

$$(29) \qquad \frac{\gamma^2}{2a^2} I^2,$$

et pour le dénominateur,

$$(30) \qquad \begin{aligned} &[e^{\gamma(1+j)c'} - e^{-\gamma(1+j)c'}]\,[e^{\gamma(1-j)c'} - e^{-\gamma(1-j)c'}] \\ &= (e^{2\gamma c'} + e^{-2\gamma c'}) - (e^{2j\gamma c'} + e^{-2j\gamma c'}) \\ &= 2\,(\cosh 2\gamma c' - \cos 2\gamma c'). \end{aligned}$$

Nous pouvons faire une transformation analogue pour le numérateur.

Nous avons à multiplier :

$$r_p[e^{\gamma(1+j)x} + e^{-\gamma(1+j)x}] - r_{p-1}[e^{\gamma(1+j)(c'-x)} + e^{-\gamma(1+j)(c'-x)}]$$

par :

$$r_p[e^{\gamma(1-j)x} + e^{-\gamma(1-j)x}] - r_{p-1}[e^{\gamma(1-j)(c'-x)} + e^{-\gamma(1-j)(c'-x)}]$$

ce qui donne, toutes opérations faites,

$$\begin{aligned} &2r^2(\cosh 2\gamma x + \cos 2\gamma x) + 2r^2_{p-1}[\cosh 2\gamma(c'-x) + \cos 2\gamma(c'-x)] \\ &- 4r_p r_{p-1}[\cosh \gamma c' \cos\gamma(2x-c') + \cos\gamma c' \cosh\gamma(2x-c')]. \end{aligned}$$

Nous obtenons, pour l'intégrale du numérateur,

$$(31) \qquad \begin{aligned} &\frac{r^2}{\gamma}\Big[\sinh 2\gamma x + \sin 2\gamma x\Big]_0^{c'} + \frac{r^2_{p-1}}{\gamma}\Big[\sinh 2\gamma(c'-x) + \sin 2\gamma(c'-x)\Big]_0^{c'} \\ &- \frac{2r_p r_{p-1}}{\gamma}\Big[\cosh\gamma c' \sin\gamma(2x-c') + \cos\gamma c' + \sinh\gamma(2x-c')\Big]_0^{c'} \\ &= \frac{1}{\gamma}(r_p^2 + r^2_{p-1})(\sinh 2\gamma c' + \sin 2\gamma c') - \frac{4}{\gamma} r_p r_{p-1}(\cosh\gamma c' \sin\gamma c' + \cos\gamma c' \sinh\gamma c'), \end{aligned}$$

ce qui donne, par conséquent, pour la perte dans la $p^{\text{ième}}$ tranche, par les formules (28) à (31) :

$$(32') \quad P_p = \frac{\gamma}{\lambda} \frac{L}{2a\cos^2\alpha} I^2 \frac{(r^2_p + r^2_{p-1})(\sinh 2\gamma c' + \sin 2\gamma c') - 4r_p r_{p-1}(\cosh\gamma c' \sin\gamma c' + \cos\gamma c' \sinh\gamma c')}{\cosh 2\gamma c' - \cos 2\gamma c'}.$$

On a de (26) à (26b) :

$$\left.\begin{aligned} r_{p-1} &= r_p - \frac{c}{p}\cos\alpha \\ &= r_p - \frac{c'}{h} \end{aligned}\right\} \text{pour les parties montantes et descendantes.}$$

et :

$$r_{p-1} = r_p - \frac{c}{h}, \qquad \text{pour les coudes.}$$

Par conséquent

$$\begin{aligned} r_p^2 + r_{p-1}^2 &= r_p^2 + r_p^2 - 2r_p\frac{c'}{h} + \frac{c'^2}{h^2} \\ &= 2r_p\left(r_p - \frac{c'}{h}\right) + \frac{c'^2}{h^2} \\ &= 2r_p r_{p-1} + \frac{c'^2}{h^2}, \end{aligned}$$

ce qui donne pour le numérateur :

$$\begin{aligned} &\frac{c'^2}{h^2}(\sinh 2\gamma c' + \sin 2\gamma c') + 2r_p r_{p-1}[(\sinh 2\gamma c' + \sin 2\gamma c') - 2(\cosh\gamma c' \sin\gamma c' + \cos\gamma c' \sinh\gamma c')] \\ &= \frac{c'^2}{h^2}(\sinh 2\gamma c' + \sin 2\gamma c') + 4r_p r_{p-1}(\cosh\gamma c' - \cos\gamma c')(\sinh\gamma c' - \sin\gamma c'). \end{aligned}$$

Nous avons donc

$$P_p = \frac{\gamma}{\lambda} \frac{LI^2}{2a\cos^2\alpha}\left[\frac{c'^2}{h^2}\frac{\sinh 2\gamma c' + \sin 2\gamma c'}{\cosh 2\gamma c' - \cos 2\gamma c'} + 4r_p r_{p-1}\frac{(\cosh\gamma c' - \cos\gamma c')(\sinh\gamma c' - \sin\gamma c')}{\cosh 2\gamma c' - \cos 2\gamma c'}\right].$$

Le dénominateur du deuxième terme peut s'écrire

$$\cosh 2\gamma c' - \cos 2\gamma c' = 2(\cosh\gamma c' - \cos\gamma c')(\cosh\gamma c' + \cos\gamma c')$$

ce qui, introduit dans l'expression de P_p, donne

$$(32) \qquad P_p = \frac{\gamma}{\lambda} \frac{L}{2a\cos^2\alpha} I^2\left[\frac{c'^2}{h^2}\frac{\sinh 2\gamma c' + \sin 2\gamma c'}{\cosh 2\gamma c' - \cos 2\gamma c'} + 2r_p r_{p-1}\frac{\sinh\gamma c' - \sin\gamma c'}{\cosh\gamma c' + \cos\gamma c'}\right].$$

Digitized by Google

Pour la perte totale nous avons à établir la sommation pour les parties montantes et descendantes pour p de 1 à $\frac{n'}{2}$ et à ajouter la part provenant des coudes.

La sommation du premier terme de la parenthèse est facile à établir. Il faut multiplier ce terme qui ne contient pas p par $\frac{n'}{2}$ pour les parties obliques et par 2 pour les coudes, en remplaçant pour ces derniers c' par c.

Or, on a de (26)

$$r_p r_{p-1} = r_p\left(r_p - \frac{c'}{h}\right) = r_p^2 - \frac{c'}{h} r_p$$

$$= p^2\frac{c'^2}{h^2} + \left(m - 1 + \frac{c}{h}\right)^2 + 2p\frac{c'}{h}\left(m - 1 + \frac{c}{h}\right) - p\frac{c'^2}{h^2} - \left(m - 1 + \frac{c}{h}\right)\frac{c'}{h}$$

$$= p^2\frac{c'^2}{h^2} + p\frac{c'}{h}\left[2\left(m - 1 + \frac{c}{h}\right) - \frac{c'}{h}\right] + \left(m - 1 + \frac{c}{h}\right)\left(m - 1 + \frac{c}{h} - \frac{c'}{h}\right),$$

ou en posant

$$s = m - 1 + \frac{c}{h},$$

$$r_p r_{p-1} = p^2\frac{c'^2}{h^2} + p\frac{c'}{h}\left(2s - \frac{c'}{h}\right) + s\left(s - \frac{c'}{h}\right),$$

et la sommation est à faire pour p de 1 à $\frac{n'}{2}$.

Le troisième terme indépendant de p est simplement à multiplier par $\frac{n'}{2}$. Quant aux deux autres termes on sait que l'on a

$$\sum_1^{q=\frac{n'}{2}} p^2 = \frac{q(q+1)(2q+1)}{6} = \frac{n'(n'+1)(n'+2)}{24},$$

et

$$\sum_1^{q=\frac{n'}{2}} p = \frac{q(q+1)}{2} = \frac{n'(n'+2)}{8},$$

de sorte que le deuxième terme de la parenthèse de 32 est à multiplier par

$$(33) \quad N_1 = \frac{n'(n'+1)(n'+2)}{24}\frac{c'^2}{h^2} + \frac{n'(n'+2)}{8}\frac{c'}{h}\left(2s - \frac{c'}{h}\right) + \frac{n'}{2}s\left(s - \frac{c'}{h}\right).$$

Pour les coudes inférieurs, nous avons de (26a)

$$r_p r_{p-1} = (m-1)\left(m - 1 + \frac{c}{h}\right),$$

et pour les coudes supérieurs

$$r_p r_{p-1} = m\left(m - \frac{c}{h}\right).$$

Les deux termes sont à ajouter, ce qui donne pour le nombre par lequel il faut multiplier le deuxième terme pour tenir compte des parties coudées.

$$N_2 = (m-1)\left(m - 1 + \frac{c}{h}\right) + m\left(m - \frac{c}{h}\right),$$

$$(32\,a) \qquad N_2 = 1 + 2m(m-1) - \frac{c}{h}.$$

Nous obtenons donc pour la perte totale dans la barre câblée considérée

$$(34 \quad P = \frac{\gamma}{} \frac{L}{2a\cos^2\alpha} I^2\left[\frac{n'}{2}\frac{c'^2}{h^2}\frac{\sinh 2\gamma c' + \sin 2\gamma c'}{\cosh 2\gamma c' - \cos 2\gamma c'} + 2N_1\frac{\sinh\gamma c' - \sin\gamma c'}{\cosh\gamma c' + \cos\gamma c'} + 2\frac{c^2}{h^2}\frac{\sinh 2\gamma c + \sin 2\gamma c}{\cosh 2\gamma c - \cos 2\gamma c} + 2N_2\frac{\sinh\gamma c - \sin\gamma c}{\cosh\gamma c + \cos\gamma c}\right]$$

ce qui donne en posant

$$\frac{\sinh 2u + \sin 2u}{\cosh 2u - \cos 2u} = f_1(u) \qquad \frac{\sinh u - \sin u}{\cosh u + \cos u} = f_2(u),$$

$$(34\,a) \qquad P = \frac{\gamma}{\lambda}\frac{L}{2a\cos^2\alpha} I^2\left[\frac{n'}{2}\frac{c'^2}{h^2} f_1(\gamma c') + 2N_1 f_2(\gamma c') + 2\frac{c^2}{h^2} f_1(\gamma c) + 2 \; f(\gamma)\right]$$

Nous comparons la perte dans cette barre à celle que l'on aurait dans une barre massive, de longueur L, de hauteur h et d'épaisseur $2a$ parcourue par un courant continu I.

Cette perte a la valeur

$$(35) \qquad P_c = \frac{1}{\lambda}\frac{L}{2ah} I^2.$$

Le rapport des pertes en courant alternatif à celles en courant continu est, par conséquent, donné par

$$(35\,a) \qquad K = \frac{P}{P_c}.$$

Nous obtenons

$$(36) K = \frac{2\gamma h}{\cos^2\alpha}\left[\frac{n'}{4}\frac{c'^2}{h^2} f_1(\gamma c') + N_1 f_2(\gamma c') + \frac{c^2}{h^2} f_1(\gamma c) + N_2 f_2(\gamma c)\right].$$

$$K = \frac{2\gamma h}{\cos^2\alpha} F.$$

Digitized by Google

Nous avons tracé les deux fonctions $f_1(u)$ et $f_2(u)$ dans la figure 8, ce qui rend l'application de la formule (36) très facile [1].

Barres cablées a torons de fils fins. — La formule (36) est directement applicable aux barres câblées à torons de fils fins. Nous n'avons qu'à déterminer le nombre de tranches $\frac{n'}{2}$ donné par la formule (18) en y introduisant pour $\frac{n}{2}$ la valeur donnée par (15) dans laquelle c est la hauteur du fil fin.

Nous calculons, par conséquent, comme si la barre était formée par n fils de hauteur c et de largeur a. Le nombre n n'est, par conséquent, pas à confondre avec le nombre de fils unitaires dont la barre est réellement constituée.

Nous pouvons toutefois faire une simplification dans ce cas, en développant en séries les numérateurs et dénominateurs des fonctions f_1 et f_2. Nous obtenons, toutes opérations faites

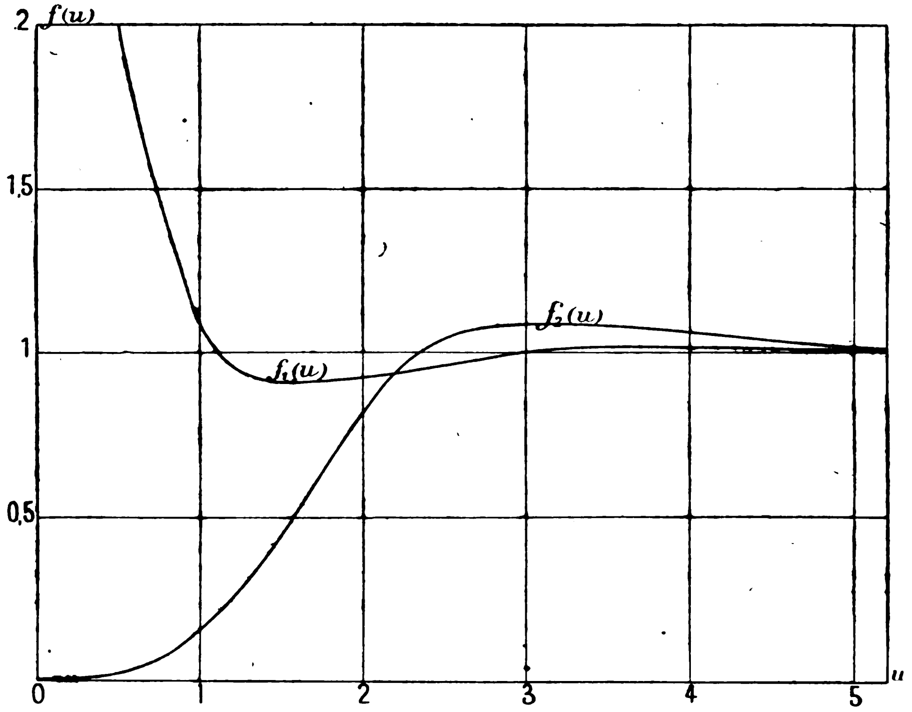


Fig. 8.

(37)
$$f_1(u) = \frac{1 + \frac{(2u)^4}{5!} + \ldots\ldots}{u + \frac{(2u)^5}{6!} + \ldots\ldots},$$
$$f_2(u) = \frac{\frac{u^3}{3!} + \frac{u^7}{7!} + \ldots\ldots}{1 + \frac{u^4}{4!} + \ldots\ldots}.$$

Pour des valeurs faibles de u, on a

(37 a)
$$f_1(u) = \frac{1}{u} \quad \text{pour } u \text{ de 0 à 0,5},$$
$$f_2(u) = \frac{u^3}{6} \quad \text{pour } u \text{ de 0 à 1}.$$

[1] Pour les faibles valeurs de u, voir le chapitre suivant.

La formule (36) devient, en utilisant ces valeurs

$$K = \frac{2\gamma h}{\cos^2\alpha}\frac{n'}{4}\frac{c'^2}{h^2}\frac{1}{\gamma c'} + 2N_1\frac{\gamma h}{\cos^2\alpha}\frac{(\gamma c')^3}{6} + \frac{2\gamma h}{\cos^2\alpha}\frac{c^2}{h^2}\frac{1}{\gamma c} + 2N_2\frac{\gamma h}{\cos^2\alpha}\frac{(\gamma c)^3}{6}$$
$$= \frac{n'}{2\cos^2\alpha}\frac{c'}{h} + \frac{2}{\cos^2\alpha}\frac{c}{h} + \frac{\gamma^4 h}{3\cos^2\alpha}(N_1 c'^3 + N_2 c^3),$$

$$(38) \quad K = \frac{1}{\cos^2\alpha}\left[\frac{c}{h}\left(\frac{n'}{2}\cos\alpha + 2\right) + \frac{\gamma^4 h c^3}{3}(N_1\cos^3\alpha + N_2)\right].$$

Barres massives. — Il est facile, d'après ce que nous venons d'expliquer, de déduire les formules pour les barres massives. Il suffit, pour cela, de se figurer que la barre massive est formée par les coudes inférieurs pour lesquels l'angle α est devenu zéro ; la hauteur c des coudes devient la hauteur h de la barre.

La perte dans la tranche formée par les coudes inférieurs est (formule 32) :

$$P_p = \frac{\gamma}{\lambda}\frac{L}{2a\cos^2\alpha}I^2\left[\frac{c^2}{h^2}\frac{\sinh 2\gamma c + \sin 2\gamma c}{\cosh 2\gamma c - \cos 2\gamma c} + 2r_p r_{p-1}\frac{\sinh\gamma c' - \sin\gamma c}{\cosh\gamma c' - \cos\gamma c'}\right]$$

Digitized by Google

dans laquelle on avait (formule 26*a*) :

$$r_p r_{p-1} = \left(m - 1 + \frac{c'}{h}\right)(m - 1).$$

Pour appliquer cette formule à la barre massive, il y a lieu de poser d'après ce que nous venons de dire,

$$\cos\alpha = 1, \quad c = h, \quad r_p r_{p-1} = m(m-1),$$

ce qui donne :

$$P = \frac{\gamma}{\lambda}\frac{L}{2a} I^2 \left[\frac{\sinh 2\gamma h + \sin 2\gamma h}{\cosh 2\gamma h - \cos 2\gamma h} + 2m(m-1)\frac{\sinh\gamma h - \sin\gamma h}{\cosh\gamma h + \cos\gamma h}\right]$$

et nous obtenons pour K d'après (35) et (35*a*) :

$$(39)\quad K = \gamma h\left[\frac{\sinh 2\gamma h + \sin 2\gamma h}{\cosh 2\gamma h - \cos 2\gamma h} + 2m(m-1)\frac{\sinh\gamma h - \sin\gamma h}{\cosh\gamma h + \cos\gamma h}\right]$$

ce qui est la formule de Field à quelques transformations près [1].

Nous pouvons encore écrire :

$$(39a)\quad K = \gamma h\, f_1(\gamma h) + 2m(m-1)\,\gamma h\, f_2(\gamma h),$$

formule dont l'application est rendue très facile par l'emploi des courbes (fig. 8).

En posant :

$$\gamma h\, f_1(\gamma h) = \varphi(\gamma h),$$
$$2\gamma h\, f_2(\gamma h) = \psi(\gamma h),$$

nous obtenons la formule de Emde :

$$K = \varphi(\gamma h) + m(m-1)\,\psi(\gamma h).$$

Notons que Emde introduit le nombre m' de conducteurs se trouvant entre la barre considérée et le fond de l'entaille.

On a :

$$m = m' + 1,$$

ce qui donne :

$$K = \varphi(\gamma h) + m'(m'+1)\,\psi(\gamma h),$$

conforme à la formule 20'; *Loc. cit.*, p. 730).

Notations et récapitulation des formules. — α, angle d'inclinaison des fils unitaires ($\cos\alpha$ compris entre 0,92 et 0,95) ;

$2a$, largeur totale de la barre en centimètres ;

h, hauteur de la barre en centimètres ;

b, ouverture de la cannelure en centimètres ;

c, hauteur des fils unitaires en centimètres ;

$c' = c\cos\alpha$;

m, numéro d'ordre de la barre considérée, compté depuis le fond de la cannelure ;

f, fréquence du courant alternatif, périodes par seconde ;

ρ, résistivité de la matière du conducteur en c. g. s. (ρ, environ 2000 pour du cuivre à 65°).

On calcule (formule 27) :

$$\gamma = 2\pi\sqrt{\frac{f}{\rho}\frac{2a}{b}} \quad \text{et} \quad \frac{2\gamma h}{\cos^2\alpha},$$

ensuite le nombre de fils unitaires (formule 15) :

$$\frac{n}{2} = \frac{h\cos\alpha}{c},$$

et le nombre de tranches (formule 18) :

$$\frac{n'}{2} = \frac{1}{\cos^2\alpha}\left(\frac{n}{2} - 2\cos\alpha\right),$$

pour lequel nous prenons le nombre entier immédiatement supérieur.

On calcule de plus :

$$\frac{c}{h} \quad \text{et} \quad \frac{c'}{h},$$
$$\left(\frac{c}{h}\right)^2 \quad \text{et} \quad \left(\frac{c'}{h}\right)^2,$$

et :

$$s = \left(m - 1 + \frac{c}{h}\right),$$

de même (formule 33) :

$$N_1 = \frac{n'(n'+1)(n'+2)}{24}\left(\frac{c'}{h}\right)^2 + \frac{n'(n'+2)}{8}\frac{c'}{h}\left(2s - \frac{c'}{h}\right) + \frac{n'}{2}s\left(s - \frac{c'}{h}\right),$$

et (formule 33*a*) :

$$N_2 = 1 + 2m(m-1) - \frac{c}{h}.$$

On cherche sur la figure (8) :

$$f_1(\gamma c'), \quad f_2(\gamma c'), \quad f_1(\gamma c) \quad \text{et} \quad f_2(\gamma c).$$

Ces valeurs permettent de calculer F (formule 36) :

$$F = \frac{n'}{4}\left(\frac{c'}{h}\right)^2 f_1(\gamma c') + N_1 f_2(\gamma c') + \left(\frac{c}{h}\right)^2 f_1(\gamma c) + N_2 f_2(\gamma c)$$

et on a finalement (formule 36) :

$$K = \frac{2\gamma h}{\cos^2\alpha}F.$$

[1] *L'Eclairage Electrique*, 25 août 1906, p. 306, formule 9, et *Transactions A. I. E. E.*, 1905, p. 783, formule 12.

Digitized by Google

Pour des valeurs de γc inférieures à 0,5, ce qui est le cas presque général pour des barres câblées, on a (formule 38) :

$$K = \frac{1}{\cos^2\alpha}\left[\frac{c}{h}\left(\frac{n'}{2}\cos\alpha + 2\right) + \frac{\gamma^4 hc^3}{3}(N_1\cos^3\alpha + N_2)\right],$$

et pour les barres massives (formule 39*a*),

$$K = \gamma h f_1(\gamma h) + 2m(m-1)\gamma h_2(f\gamma h),$$

où les valeurs de f_1 et f_2 sont à prendre sur la figure 8.

Exemples. — Nous choisirons comme exemples les barres sur lesquelles nous avons fait les essais dont nous avons parlé plus haut et dont nous donnerons les résultats dans le chapitre suivant; ce sont une barre massive, une barre câblée en fils unitaires massifs et une autre en torons de fils fins. Ces deux dernières barres sont représentées par la figure 1.

Dans tous les cas une seule barre a été logée dans une cannelure ce qui donne :

$$m = 1.$$

L'ouverture de la cannelure était $b = 1{,}8$ cm.

La fréquence du courant $f = 50$ périodes par seconde.

La matière employée était du cuivre.

L'angle d'inclinaison des barres câblées correspondait à $\cos\alpha = 0{,}95$.

a) *Barre massive.* — Les températures lors de l'essai étaient :

Température ambiante, 15°.

Augmentation de température mesurée, 34° (fig. 8).

Température de la barre 49°, ce qui correspond à :

$$\rho = 1\,900,$$

$$2a = 1 \text{ cm}. \qquad h = 4{,}5 \text{ cm}.$$

$$\gamma = 2\pi\sqrt{\frac{50}{1\,900}\,\frac{1}{1{,}8}} = 0{,}76,$$

$$\gamma h = 0{,}76 \times 4{,}5 = 3{,}42,$$

$$f_1(\gamma h) = 1{,}02,$$

$$K = \gamma h_1(f\gamma h) = 3{,}42 \times 1{,}02 = 3{,}45.$$

b) *Barre câblée à fils unitaires massifs.* — La barre a été formée par 14 fils ronds d'un diamètre de 5,5 mm,

$$2a = 0{,}9 \text{ cm} \qquad h = 4 \text{ cm}.$$

Par le laminage les fils ont été écrasés à

$$\frac{0{,}9}{2} = 0{,}45 \text{ cm}.$$

On en déduit, puisque la section est de :

$$\frac{\pi}{4}5{,}5^2 = 23{,}7 \text{ mm}^2,$$

$$c = \frac{23{,}7}{4{,}5} = 5{,}28 \text{ mm} = 0{,}528 \text{ cm}.$$

La température de la barre lors de l'essai était de 63°, ce qui correspond à :

$$\rho = 1\,990.$$

Par conséquent :

$$\gamma = 2\pi\sqrt{\frac{50}{1\,990}\,\frac{0{,}9}{1{,}8}} = 0{,}704,$$

$$\gamma c = 0{,}704 \times 0{,}528 = 0{,}372 < 0{,}5.$$

Nous pouvons, par conséquent, employer la formule (38). On a :

$$\frac{n}{2} = 7,$$

$$\frac{n'}{2} = \frac{1}{0{,}95^2}(7 - 2 \times 0{,}95) = 5{,}65 = 6.$$

On a de plus :

$$\frac{c}{h} = \frac{0{,}528}{4} = 0{,}132,$$

$$\frac{c'}{h} = 0{,}132 \times 0{,}95 = 0{,}126,$$

$$\left(\frac{c'}{h}\right)^2 = 0{,}0157,$$

et :

$$s = \frac{c}{h} = 0{,}132.$$

Cela donne :

$$N_1 = \frac{12\times13\times14}{24}\times0{,}0157 + \frac{12\times14}{8}\times0{,}126(2\times0{,}132 - 0{,}126)$$
$$+ 6 \times 0{,}132\,(0{,}132 - 0{,}126)$$
$$= 1{,}44 + 0{,}365 + 0{,}005,$$

$$N_1 = 1{,}81,$$

et :

$$N_2 = 1 - \frac{c}{h} = 1 - 0{,}132 = 0{,}868.$$

Nous obtenons donc pour K :

$$K = \frac{1}{0{,}95^2}\left[0{,}132(6\times0{,}95+2) + \frac{0{,}704^4\times4\times0{,}528^3}{3}(1{,}81\times0{,}95^3 + 0{,}868)\right]$$
$$= \frac{1}{0{,}95^2}(1{,}06 + 0{,}121),$$

$$K = 1{,}25.$$

c) *Barre câblée à torons de fils fins.* — Cette barre a

Digitized by Google

été constituée par 30 torons de 7 fils de 1,1 mm, d'une section de 0,95 mm² :

$$2a = 0{,}62 \text{ cm}, \quad h = 4 \text{ cm}.$$

En admettant que la section des fils unitaires est devenue carrée par suite du laminage on a :

$$c = \sqrt{0{,}95} = 0{,}98 = 0{,}098 \text{ cm}.$$

La température de la barre lors de l'essai était de 165° ce qui correspond à $\rho = 2620$, et :

$$\gamma = 2\pi\sqrt{\frac{50}{2\,620}\,\frac{0{,}62}{1{,}8}} = 0{,}51,$$

$$\gamma c = 0{,}51 \times 0{,}098 = 0{,}05 < 0{,}5.$$

On a :

$$\frac{n}{2} = \frac{4 \times 0{,}95}{0{,}098} = 39,$$

$$\frac{n'}{2} = \frac{1}{0{,}95^2}(39 - 2 \times 0{,}95) = 41.$$

On a de plus :

$$\frac{c}{h} = \frac{0{,}098}{4} = 0{,}0245, \quad \frac{c'}{h} = 0{,}022,$$

$$\left(\frac{c'}{h}\right)^2 = 4{,}84 \times 10^{-4},$$

et :

$$s = \frac{c}{h} = 0{,}0245.$$

Cela donne :

$$N_1 = \frac{82 \times 83 \times 84}{24} \times 4{,}84 \times 10^{-4}$$

$$+ \frac{82 \times 84}{8} \times 0{,}022\,(2 \times 0{,}0245 - 0{,}022)$$

$$+ 41 \times 0{,}0245\,(0{,}0245 - 0{,}022),$$

$$= 11{,}5 + 0{,}51,$$

$$N_1 = 12{,}01,$$

et :

$$N_2 = 1 - 0{,}025 = 0{,}975,$$

et finalement :

$$K = \frac{1}{0{,}95^2}\left[0{,}0245\,(41 \times 0{,}95 + 2) + \frac{0{,}51^4 \times 4 \times 0{,}098^3}{3}(12{,}01 \times 0{,}95^3 + 0{,}98)\right]$$

$$K = 1{,}11.$$

L'avantage des barres câblées apparaît surtout lorsque d'autres conducteurs sont logés entre elles et le fond de la cannelure. Prenons le cas où la barre est la deuxième, comptée depuis le fond de la cannelure, de sorte que $m = 2$, toutes les autres conditions restant les mêmes.

a) *Barre massive.* — On a pour :

$$\gamma h = 3{,}42, \quad f_2(\gamma h) = 1{,}08,$$

ce qui donne, en appliquant la formule (39*a*) :

$$K = 3{,}45 + 2 \times 2 \times 3{,}42 \times 1{,}08 = 18{,}3.$$

Barres câblées. — Pour les barres câblées, m n'intervient que dans les expressions de N_1 et N_2.

b) *Fils unitaires massifs.*

$$s = 1 + \frac{c}{h} = 1{,}132,$$

$$N_1 = 1{,}44 + \frac{12 \times 14}{8} \times 0{,}126\,(2 \times 1{,}132 - 0{,}126)$$

$$+ 6 \times 1{,}132\,(1{,}132 - 0{,}126),$$

$$= 1{,}44 + 5{,}65 + 6{,}8.$$

$$N_1 = 13{,}9.$$

$$N_2 = 0{,}868 + 4 = 4{,}868.$$

Cela donne :

$$K = \frac{1}{0{,}95^2}\left[1{,}06 + \frac{0{,}704^4 \times 4 \times 0{,}528^3}{3}(13{,}9 \times 0{,}95^3 + 4{,}87)\right]$$

$$= \frac{1}{0{,}95^2}[1{,}06 + 0{,}8],$$

$$K = 2{,}06.$$

c) *Torons à fils fins.*

$$s = 1{,}025,$$

$$N_1 = 11{,}5 + \frac{82 \times 84}{8} \times 0{,}022\,(2 \times 1{,}025 - 0{,}022)$$

$$+ 41 \times 1{,}025\,(1{,}025 - 0{,}022)$$

$$= 11{,}5 + 38{,}5 + 42,$$

$$N_1 = 92,$$

$$N_2 = 0{,}975 + 4 = 4{,}975.$$

Cela donne :

$$K = \frac{1}{0{,}95^2}\left[1 + \frac{0{,}51^4 \times 4 \times 0{,}098^3}{3}(92 \times 0{,}95^3 + 4{,}98)\right]$$

$$= \frac{1}{0{,}95^2}[1 + 0{,}007].$$

$$K = 1{,}11.$$

Les valeurs de K pour les trois barres ont entre elles les rapports.

K_a	:	K_b	:	K_c	
18,3	:	2,06	:	1,11	pour $m = 2$
3,45	:	1,26	:	1,11	pour $m = 1$

Nous constatons que les pertes de la barre c ne sont nullement augmentées, tandis qu'elles deviennent 1,64 fois plus grandes pour la barre b et même 5,3 fois plus grandes pour la barre massive.

Digitized by Google

Résultats d'essais. — Pour déterminer par l'expérience les pertes additionnelles dans les barres massives et câblées nous avons procédé de la façon suivante.

Deux barres câblées, dont nous avons indiqué la constitution dans le chapitre précédent (voir fig. 1) et une barre massive ont été logées dans des cannelures d'un turbo-alternateur non bobiné ; deux couples thermo-électriques ont été placés sous la capote isolante, de part et d'autre de chaque barre. Les trois barres montées en série ont été parcourues successivement par du courant continu et par du courant alternatif à 50 p : sec ; les augmentations de température ont été mesurées pour trois valeurs différentes de courant, 1 000, 1 200 et 1 500 A.

Les échauffements atteints par les barres en fonction du courant sont donnés par les courbes de la figure 9,

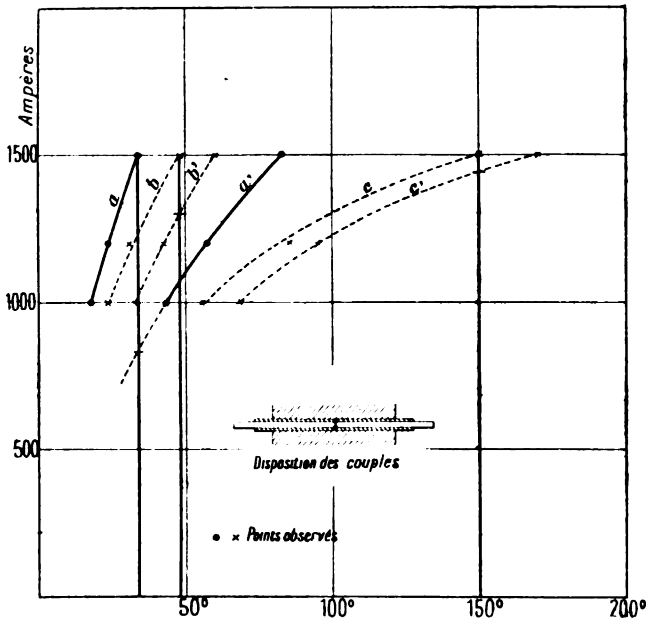


Fig. 9. — Courbes des échauffements en fonction du courant.

où les courbe *a*, *b*, *c*, se rapportent aux esssais en courant contenu, les courbes *a' b' c'*, aux essais en courant alternatif. On a comparé les valeurs de courant continu et alternatif donnant le même échauffement et par conséquent les mêmes pertes. Le rapport des carrés des courants correspondants donne directement la valeur de *K*

a) *Barre massive.*
Augmentations de température observées.

COURANT	1 000 A	1 200 A	1 500 A
Continu......	18,5	22,2	34,5
Alternatif....	43,5	57,5	83

Nous remarquons par les courbes *a* et *a'* que l'échauffement en continu et alternatif est le même par exemple pour 1 500 A et 830 A respectivement. Nous en déduisons.

$$K = \left(\frac{1\,500}{830}\right)^2 = 3{,}26.$$

b) *Barre câblée à fils unitaires massifs.*
Augmentations de température observées.

COURANT	1 000 A	1 200 A	1 500 A
Continu......	24	31	48
Alternatif....	32,5	42,5	60

La comparaison des courbes *b* et *b'* donne.

$$K = \left(\frac{1\,500}{1\,300}\right)^2 = 1{,}33.$$

c) *Barre câblée à torons de fils fins.*
Augmentations de température observées.

COURANT	1 000 A	1 200 A	1 500 A
Continu......	55,5	85,5	150
Alternatif....	68,5	95	o

Par comparaison des courbes *c* et *c'* nous obtenons.

$$K = \left(\frac{1\,500}{1\,440}\right)^2 = 1{,}09.$$

Comparaison entre les résultats du calcul et des essais.

	K calculé	*K* mesuré
Barre massive a.......	3,45	3,26
Barre câblée b........	1,25	1,33
Barre câblée c.........	1,11	1,09

Il y a lieu de remarquer que le contrôle du calcul par les essais n'a rien d'absolu. En effet, les pertes en courant continu sont plus élevées que celles que l'on aurait dans une barre massive de même section par suite de l'allongement du chemin du courant par l'inclinaison des fils et par la perte de section. De leur côté les pertes réelles en courant alternatif sont plus élevées que les pertes théoriques par suite des contacts inévitables entre fils. La comparaison que nous venons de faire permet toutefois de constater que la concordance entre théorie et expérience est très satisfaisante.

Edouard Roth,
Ingénieur à la Société alsacienne.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

La réluctivité [1].

M. C.-P. Steinmetz a publié, dans la « General Electric Review » de février 1917, une note très intéressante et très complète sur la réluctivité ; les divers renseignements concernant cette propriété des matériaux magnétiques étant dispersés dans divers périodiques ou volumes, ce travail d'ensemble présente un intérêt tout particulier ; nous avons donc cru bien faire en présentant aux lecteurs de langue française l'adaptation suivante de la note publiée en anglais [2].

I. Lois de Fröhlich et de Kennelly. — Si l'on compare les phénomènes engendrés dans un circuit magnétique à ceux dont un circuit électrique est le siège, on constate des différences notables, dont les principales sont les suivantes :

a) Pour alimenter un circuit électrique, il faut dépenser de l'énergie ; un circuit magnétique, au contraire, n'absorbe pas d'énergie en dehors de l'époque de sa formation ; il est, de sa nature, rémanent ou permanent.

b) Tous les corps sont des conducteurs assez bons du flux magnétique ; les perméabilités magnétiques sont, sinon du même ordre de grandeur, du moins comparables ; elles varient, suivant les corps, de 1 à quelques milliers, tandis que les conductibilités électriques varient de 1 à 10^{18}. Il en résulte qu'un circuit magnétique est analogue à un circuit électrique plongé dans un milieu assez conducteur, tel que l'eau salée, et qu'il ne peut être transporté, car il se perd bientôt sous forme de « fuites ».

c) Dans un courant électrique, le courant et la force électromotrice sont proportionnels : la résistance est constante et le circuit peut être calculé a priori.

Dans un circuit magnétique, surtout pour les matériaux de haute perméabilité, la relation entre le flux, la force magnétomotrice et l'énergie est purement empirique ; la réluctance ou résistance magnétique varie avec la densité du flux, l'histoire des états antérieurs du corps, etc. L'absence de lois rationnelles rend nécessaire l'usage de courbes et de tableaux.

La seule loi rationnelle à ce sujet est due à Fröhlich (1882) et s'énonce ainsi :

« La perméabilité est proportionnelle à l'augmentation d'induction possible » :

$$\mu = a(S - B) \qquad (1)$$

où B est la densité du flux magnétique (induction) ;

S la densité de saturation (induction maximum) ;

$S - B$ la « magnétisabilité », c'est-à-dire l'accroissement de flux possible, à partir de celui qui existe à l'instant considéré.

On a en outre :

$$\mu = \frac{B}{H}. \qquad (2)$$

De l'équation (1) on tire la relation suivante :

$$B = \frac{H}{\alpha + \sigma H}, \qquad (3)$$

où $\sigma = \frac{1}{S}$ est le coefficient de saturation, c'est-à-dire l'inverse de l'induction maximum, et

$$\alpha = \frac{1}{aS} = \frac{\sigma}{a}.$$

Si $B = 0$, l'équation (1) devient :

$$\mu_0 = aS = \frac{1}{\alpha},$$

d'où :

$$\alpha = \frac{1}{\mu_0}; \qquad (4)$$

α est donc l'inverse de la perméabilité pour une induction nulle.

Kennelly a donné (1893) à cette loi une forme commode en introduisant dans les formules la quantité ρ qui est la réluctivité, ou inverse de la perméabilité.

$$\rho = \frac{1}{\mu} = \frac{H}{B}.$$

L'équation (3) devient alors :

$$\rho = \alpha + \sigma H. \qquad (5)$$

C'est de α que dépend la réluctivité pour de faibles champs magnétisants, et par suite l'ordonnée à l'origine de la courbe de magnétisme, c'est-à-dire la « dureté magnétique » du corps examiné ; on appelle donc α le coefficient de dureté magnétique.

II. Les points critiques et les coudes des courbes de réluctivité des matériaux industriels. — Les recherches faites sur les densités de flux B pour des champs H très élevés ont montré que B ne comporte pas une valeur maximum finie, mais croît indéfiniment ; que cependant :

$$B_0 = B - H \qquad (6)$$

comporte une valeur de saturation finie S qui, pour le fer, est généralement de 20 000 gauss environ ; et que, par suite, la loi de Fröhlich et Kennelly ne s'applique plus à B, mais à B_0. Ce dernier point est dit densité magnétique métallique ou densité ferromagnétique. B_0 peut être considéré comme un flux magnétique transporté par les molécules du corps et s'ajoutant au flux H transporté par l'espace indépendamment de la matière qui occupe ce dernier.

Il semble établi par les meilleures recherches que, dans des corps magnétiques parfaitement homogènes (fer, nickel, cobalt, etc.), la loi linéaire exprimée par les équations (3) et (5)

[1] Ch.-P. Steinmetz, *G. E. R.*, février 1917, t. xx, p. 135-141, 6 fig.

[2] Rappelons qu'il existe en français sur le magnétisme, entre autres ouvrages, un opuscule excellent : Maurain. *Magnétisme du fer*, Coll. Scientia.

Digitized by Google

est parfaitement suivie par l'induction métallique B_0 (sauf pour les champs très faibles).

Toutefois, dans les corps plus ou moins impurs du commerce, la relation entre ρ et H est représentée par une droite avec souvent un et parfois deux coudes.

La figure 1 représente les courbes de magnétisme d'un er type. Les intensités H sont portées en abscisses et les

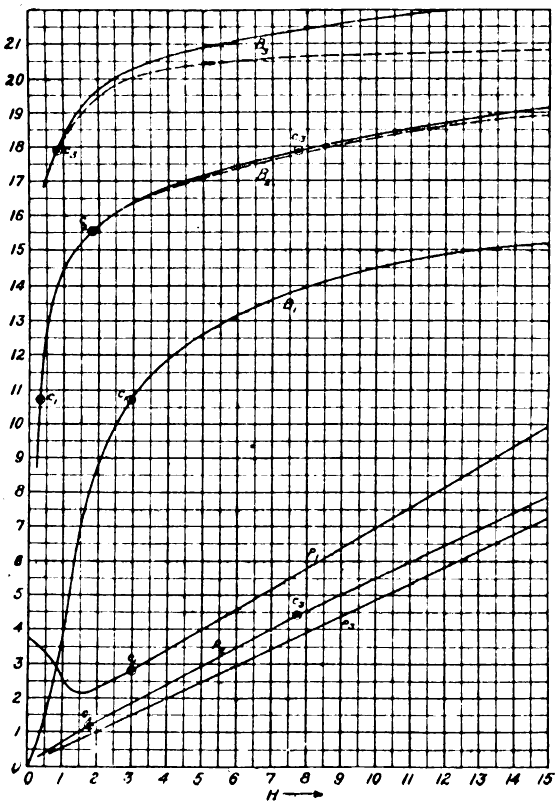


Fig. 1.

inductions en ordonnées. Les inductions totales sont tracées en traits pleins, les inductions métalliques en traits ponctués.

Les ordonnées sont comptées en milliers de gauss, les abscisses en unités pour B_1, en dizaines pour B_2, en centaines pour B_3.

Les courbes de réluctivité sont indiquées par ρ_1, ρ_2, ρ_3, et, pour les graduations en abscisses mentionnées ci-dessus, ont des ordonnées comptées respectivement en dixièmes de milliœrsted, en milliœrsteds et en dizaines de milliœrsteds.

En dessous de $H = 3$, ρ n'est plus une droite; mais au-dessus on a la relation linéaire suivante :

$$\rho_1 = 0{,}102 + 0{,}059\, H, \tag{7}$$

pour H compris entre 3 et 18 donnant une saturation probable de

$$S_1 = 16\,950 \text{ gauss.}$$

Mais pour $H = 18$, un nouveau coude se produit en c_2 et la relation devient :

$$\rho_2 = 0{,}18 + 0{,}0548\, H; \tag{8}$$

pour H compris entre 18 et 80 la saturation probable devient :

$$S_2 = 18\,250 \text{ gauss.}$$

Enfin, un nouveau coude se produit en c_3 pour $H = 80$. On a la relation :

$$\rho_3 = 0{,}70 + 0{,}0477\, H, \tag{9}$$

jusqu'à la saturation dont la valeur vraie est :

$$S = 20\,960 \text{ gauss.}$$

III. — Les impuretés du métal et leur influence sur la réluctivité. — Les points tels que c_1 et c_2 ne semblent pas exister pour les matériaux parfaitement purs ; d'autre part, les changements de direction de la courbe sont, en général, d'autant plus grands que le corps examiné est moins pur ; ce qui semble résulter du manque d'homogénéité que les impuretés déterminent dans le métal ou qui résultent de la présence dans le métal de zones de compositions et de textures différentes, alliages de silicium, cémentite, etc. Ces alliages ont, en effet, individuellement une dureté magnétique bien supérieure à celle du fer ; aux faibles intensités de champ, le corps dur ne transporte aucun flux ; le constituant doux transporte au contraire tout le flux avec une réluctance naturellement très faible. Pour de fortes intensités de champ, le corps doux se sature, le flux doit passer de même à travers les corps durs et la réluctance d'ensemble s'accroît.

M. John D. Ball est d'ailleurs parvenu à introduire artificiellement dans les droites de réluctance de matériaux purs les coudes mentionnés plus haut : deux corps, qui isolément donnent des droites, comportent, si on les juxtapose pour en faire un circuit composé, une ligne de réluctance présentant les coudes caractéristiques.

Naturellement les matériaux très impurs tels que la fonte douce comportent des courbes de réluctance très différentes de la droite.

IV. — Réluctivité pour les champs peu intenses. — Quand le champ est très faible (moins de 3 gauss), la droite de réluctivité arrive dans une région où elle s'incurve sensiblement, et la courbe de l'induction présente une concavité telle que ρ croît quand H décroît.

On établit cette courbe par points, à l'aide du balistique, on augmente H peu à peu et on prend en même temps les mesures de B. On a ainsi une courbe des inductions croissantes.

La première partie de cette courbe est reproduite en B_1 sur la figure 2, les ordonnées étant réduites de moitié et les abscisses doublées en vue de rendre la concavité bien visible.

Si, arrivé au point $B_0 = 13{,}15$ on cesse d'accroître H et qu'on le diminue jusqu'au zéro, on sait que les diverses valeurs de B ne seront plus sur la courbe B_0 mais sur une nouvelle courbe B_1, située au-dessus de la première. De même, quand H repassera par 0, B conservera une valeur positive.

D'ailleurs, quand le circuit magnétique renferme des intervalles d'air, comme dans les inducteurs des génératrices, la caractéristique du magnétisme décroissant est beaucoup plus proche de celle du magnétisme croissant que dans le cas d'un circuit fermé ; les deux courbes coïncident pour les valeurs élevées du champ.

Digitized by Google

Il n'y a pas de raison théorique qui pousse à choisir la courbe montante B_1, plutôt que la courbe descendante B_2 comme courbe représentative de l'induction, sinon qu'elle part de zéro. Dans de nombreuses applications techniques, par exemple le calcul de la chute de tension d'une génératrice quand la charge croît, il est évident, au contraire, que c'est B_1' qui doit venir en considération. Supposons maintenant que l'on continue le tracé de B'_1 pour des valeurs négatives de H, jusqu'au point A_1, où $H = -1{,}5$ et $B = -4$ et que l'on fasse ensuite décroître H en valeur absolue. On

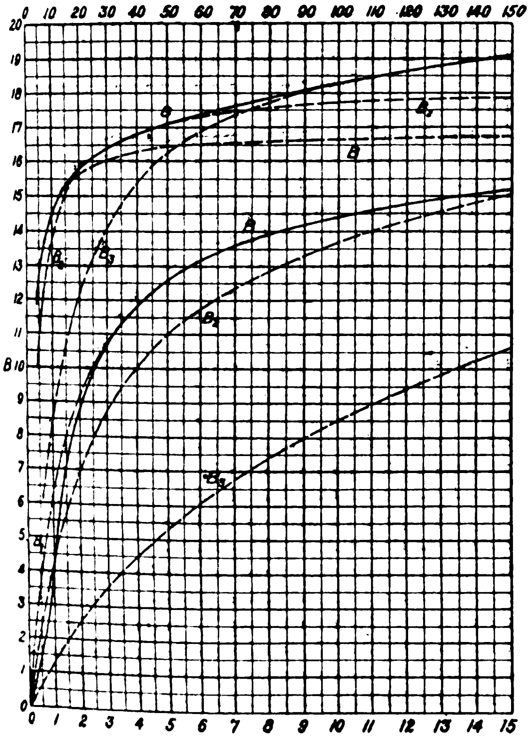


Fig. 2.

obtient une courbe B_1 qui pour un champ nul passe par un point indiquant une induction rémanente négative. Si l'on s'arrête en A_2, où $H = -1{,}12$ et $B = -1{,}0$, la courbe de retour B'' des inductions croissantes passe, pour un champ nul, par un point qui correspond à une induction rémanente positive. Il existe donc, entre A_1 et A_2, un point A_0 tel que la courbe des inductions croissantes B' qui part de ce point, passe par zéro et coïncide ensuite avec B_1.

La courbe B_1 tracée par points peut par suite être considérée comme la branche croissante d'un cycle d'hystérésis limité par les points A_0, B_0, et tel que sa branche croissante passe par zéro.

V. — Conditions d'indétermination de la relation entre B et H. — La forme caractéristique bien connue du cycle d'hystérésis est une boucle fermée à deux pointes, avec un point d'inflexion sur chaque branche.

Dans la boucle dyssymétrique B_0, A_0 de la figure 3, le zéro est très voisin de la pointe A_0, et le point d'inflexion est entre 0 et B_0.

Si l'on cesse de faire croître H au point B''_0, et qu'on le fasse décroître, on décrira une courbe de magnétisme décroissant B''_1, et d'autres courbes à volonté pour d'autres points analogues à B''_0.

Ainsi, la relation entre l'induction B et l'intensité H du champ n'est pas définie, mais pour tout point où l'on cesse d'augmenter H pour le diminuer, il est possible d'avoir une relation entre B et H. B_1 est remarquable parce qu'elle passe par zéro, mais elle n'est pas la seule caractéristique qui puisse passer par ce point. Si nous traversons le cycle d'hystérésis entre les limites dyssymétriques $+A_0$, $-B_0$ (fig. 4), nous aurons une branche décroissante B_3 passant

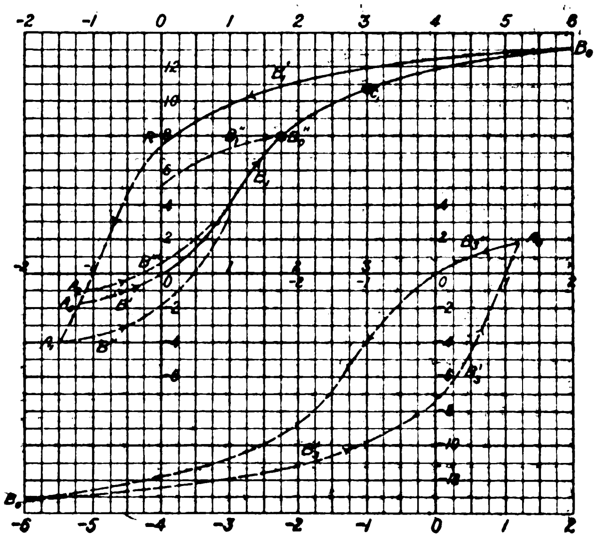


Fig. 3 et 4.

par zéro et de même allure que B_1. Il est intéressant de noter que B_3 ne présente pas de coude et que la courbe de réluctivité correspondante est une droite dans presque toute sa longueur.

Les caractéristiques magnétiques sont généralement déterminées par points, en inversant le sens du champ et en observant au galvanomètre balistique la force électromotrice induite dans un circuit; ou en se servant pour l'excitation du champ d'un courant alternatif et en observant la force électromotrice induite de préférence à l'oscillographe.

La caractéristique d'induction alternative est importante à considérer pour la construction des appareils à courants alternatifs. Elle diffère de la caractéristique des inductions croissantes en ce que, pour une même valeur de H, elle indique une valeur plus faible de B, surtout si H est faible. Le coude de la courbe de réluctivité est plus prononcé également.

Cette courbe n'est pas une branche d'un cycle d'hystérésis ; elle peut être reproduite et ne dépend pas de l'histoire du circuit magnétique, sauf peut-être pour des valeurs extrêmement faibles de H. Elle est d'un usage pratique et fécond en vue des applications industrielles.

Elle a cependant l'inconvénient de représenter une condition instable. La valeur de B relevée pour un champ donné — de faible intensité — ne reste pas constante, mais s'élève graduellement quand le champ reste constant, surtout sous l'influence de vibrations mécaniques ou de pulsations légères dans le courant magnétisant.

Pour les très faibles intensités du champ, l'augmentation de l'induction peut atteindre plusieurs fois la valeur primi-

Digitized by Google

tive ; elle se continue, d'ailleurs, pendant plusieurs minutes pour les matériaux doux et pendant plusieurs années pour les matériaux durs.

Ce phénomène est connu sous le nom de traînage.

C'est pourquoi un circuit magnétique en acier, lequel se trouve dans le champ terrestre ne montre, après son établissement, qu'une faible partie du magnétisme qu'il aura au bout de plusieurs années.

VI. — Surface représentative du magnétisme. Conditions de stabilité des caractéristiques. — En réalité, il serait plus exact, pour représenter la relation entre B et H, d'avoir recours à une surface.

L'aire plane des cycles magnétiques donne, d'ailleurs, déjà d'utiles indications.

On sait notamment que les valeurs de B représentées par les courbes qui limitent le cycle correspondent à des conditions exceptionnelles et sont tout à fait instables.

Les valeurs de B deviennent plus stables si l'on entre dans l'intérieur de l'aire et l'on conçoit qu'il puisse exister une courbe médiane représentant une relation stable et bien définie entre B et H.

Dans un cycle déterminé, on a, par exemple, sur les deux courbes extrêmes, pour $H = 0$ les deux valeurs de B, $-11{,}2$ et $+11{,}2$. La valeur permanente de B est cependant 0. On arrive à obtenir par les mesures ce dernier chiffre par « démagnétisation », en soumettant le corps étudié à l'action d'un champ alternatif puissant et réduisant graduellement le champ jusqu'à 0, décrivant ainsi un grand nombre de cycles d'amplitude décroissante.

On applique le même procédé pour déterminer tout autre point de la courbe. Par exemple, pour $H = 1$, on superposera un champ constant de valeur 1, et un champ alternatif relativement très intense, qu'on fera décroître jusqu'à zéro.

On obtient ainsi une courbe B_0 bien définie. C'est d'après cette courbe que doit être établie la courbe des réluctivités qui est alors une ligne droite.

On peut inférer de ces faits que l'équation de Fröhlich-Kennelly représente la relation permanente et stable entre B et H, c'est-à-dire la caractéristique magnétique vraie jusque $H = 0$, et que le coude présenté par la caractéristique aux faibles intensités représente la persistance d'une condition magnétique instable, comme le magnétisme rémanent et permanent.

On peut également superposer à angle droit un champ alternatif à un champ constant, en faisant passer un courant alternatif le long du corps étudié, c'est-à-dire dans la direction des lignes de forces produites par le champ constant.

Il y a quelque vingt ans, Ewing a ainsi reconnu que, dans ces conditions, la boucle d'hystérésis est supprimée et que la caractéristique magnétique prend la forme B_0 de la courbe médiane du cycle.

On peut donc conclure que, dans un corps magnétique pur et homogène, la relation stable entre l'intensité du champ H et l'induction B est exprimée, de zéro à l'infini, par l'équation linéaire de la réluctivité :

$$\rho = \alpha + \sigma H$$

où ρ s'applique à l'induction métallique magnétique $B - H$.

Dans les corps non homogènes, la forme de la courbe de réluctivité change en un ou plusieurs points critiques, où les lignes de flux se déforment par suite du fait que les parties de plus grande dureté magnétique commencent à transporter le flux.

Pour les faibles intensités, la zone des valeurs instables de B est très étendue et l'on n'approche de la stabilité qu'avec une telle lenteur que la courbe B peut parfois se déformer pendant plusieurs années, suivant les variations du magnétisme rémanent ou permanent.

J. G.

Notes sur la variation de résistance de quelques substances sous l'action de la lumière (1).

L'auteur fait une étude systématique des substances qui présentent une variation de résistance sous l'influence de la lumière.

L'appareil utilisé consiste essentiellement en une lampe à arc et un moteur à vitesse variable entraînant un disque qui porte 15 secteurs libres et permet d'interrompre le faisceau lumineux produit par l'arc et concentré sur la surface à étudier. La substance est reliée à un shunt Ayrton lequel communique avec un audion amplificateur de de Forest permettant d'accroître l'énergie de l'impulsion incidente de 12000 pour 100. Un récepteur à grande résistance relié à l'audion émet un son lorsqu'une action photo-électrique est produite par le rayon de lumière interrompu; la hauteur du son varie proportionnellement au nombre d'interruptions lumineuses par unité de temps. Le contact avec les extrémités du cristal est établi au moyen d'une mince feuille de platine pressée contre le cristal par un ressort de tension variable. Une force électromotrice de 110 v est disposée en série avec le cristal, l'audion et une résistance protectrice. — Environ 180 minéraux ont été étudiés par ce procédé. Parmi ceux qui ont donné un résultat positif citons : la bismuthine (Bi^2S^3), l'argentite (Ag^2S), la galène (PbS), l'acanthite (Ag^2S), la molybdénite (MoS), la péarcéite (Ag^9AsS^6), la miargyrite ($AgSbS^2$), la jamesonite ($Pb^2Sb^2S^5$), la boursonite [$3(Cu^2, Pb)S.Sb^2S^3$], la boulangerite ($Pb^3Sb^2S^6$), la pyrargyrite (Ag^3SbS^3), la stéphanite (Ag^3SbS^4), la polybasite (Ag^9SbS^6), l'iodyrite (AgI), la cuprite (Cu^2O), l'oxyde d'argent en pastilles fraîchement préparées. — Les substances actives ont été, en outre, étudiées relativement aux variations de résistance, à la fatigue, etc. Deux échantillons présentent une action remarquable : ce sont le sulfure de bismuth (bismuthine) et un sulfure double d'antimoine et de plomb. La résistance d'un fragment de ce dernier corps ayant 1 mm sur 10 mm diminue d'environ 5000 pour 100 de sa valeur en passant de l'obscurité à la lumière du soleil sous un potentiel de 110 v. La bismuthine aussi bien que le sulfure double d'antimoine et de plomb donnent de bons résultats quand on les emploie comme transmetteurs dans un photophone utilisant une flamme manométrique pour transformer les modulations de la voix en variations lumineuses. La reproduction de la voix est très claire et très forte. Les échantillons étudiés de sulfure double n'ont présenté aucune trace de retard ni de fatigue. Cette caractéristique, jointe à la grande variation de résistance sous l'influence de faibles variations d'intensité lumineuse, permet d'employer ce cristal pour la construction d'actinomètres très délicats. — A. B.

(1) T.-W. Case. *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. IX, p. 305-311, 900 mots, 1 tab.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Facteurs déterminant les prix de revient de l'énergie électrique produite sur place et de l'énergie électrique achetée

Par suite de l'extension prise par les entreprises de distribution d'électricité, le problème suivant se pose de plus en plus fréquemment : Est-il plus économique pour un industriel de produire lui-même ou d'acheter à une entreprise de distribution l'énergie électrique dont il a besoin? — Pour arriver à une solution rigoureuse, il est indispensable de tenir compte dans l'évaluation des prix de revient de l'énergie produite ou achetée de nombreux facteurs dont quelques-uns sont souvent omis ou évalués incorrectement. Ce sont ces facteurs qui sont envisagés dans l'article ci-dessous.

La question importante du prix de revient de l'énergie en faisant des estimations comparatives entre les prix de revient de la force produite ou achetée, est soulevée journellement, et l'ingénieur et l'homme d'affaires négligent généralement un certain nombre de facteurs économiques tangibles. L'omission de ceux-ci par inadvertance donne peu ou pas de valeur aux chiffres estimés dont on entend faire usage — et malheureusement sur lesquels on se repose souvent — pour décider entre la production de l'énergie électrique dans l'établissement et son achat à une station centrale.

Pour être de quelque valeur, une comparaison doit être complète, vraie et précise. Tous les faits doivent être mis à nu, chacun d'eux étant analysé, et autopsié, et ensuite pesés dans une balance dont on lit le verdict.

Négliger de suivre ce procédé amènera inévitablement à l'usager de la force motrice de coûteuses désillusions, que l'on appelle aussi « expérience », avec nul autre remède que de supporter la perte ou d'adopter des mesures de correction.

Des deux propositions devant être considérées et comparées, l'une, l'énergie fabriquée, demande, dans presque tous les cas, une élaboration compliquée de données pour arriver au prix de revient; l'autre est plus scientifiquement définie par quelques chiffres pour des unités électriques spécifiques.

Énergie fabriquée. — La pratique commune est d'estimer le prix de revient de l'énergie fabriquée sur la base du coût de production y compris les dépenses d'exploitation et d'entretien. A ce coût on ajoute un article prévu pour couvrir les charges fixes dans lesquelles on comprend l'intérêt du capital, l'assurance, les impôts, l'amortissement et la dépréciation, tous facteurs estimés avec des degrés variés de précision.

D'autres facteurs importants sont très rarement pris en considération et même plus généralement entièrement ignorés. Ce sont, par exemple, le revenu du terrain ou propriété immobilière, l'accroissement de l'impôt sur la propriété, la capacité productive de réserve et la capacité productive de bénéfice dans l'installation de force motrice comparées avec le même montant de capital engagé dans l'entreprise régulière. Il existe également d'autres articles de moindre importance que nous nous proposons d'examiner en détail.

Dans le cas d'une installation isolée existante, il y a, en règle générale, des renseignements et des données plus ou moins complètes qui permettent de déterminer le coût de production, celui-ci n'étant valable que si les archives ont été tenues convenablement et avec précision pendant un temps assez long pour représenter les conditions moyennes normales de marche.

Si l'on envisage un nouveau matériel, la tâche de l'ingénieur est plus compliquée, et une connaissance complète des demandes de puissance, suivie d'une étude minutieuse de la situation particulière dans chaque cas, est nécessaire pour établir un devis estimatif du coût de la puissance.

Après avoir soigneusement recherché et analysé tous les éléments ayant directement ou indirectement une influence sur le prix de revient, et gardant en vue les résultats, on peut déterminer le coût de la puissance en deux parties coût de production et charges fixes. A chacun de ces deux articles on doit imputer toutes les dépenses légitimes sans lesquelles l'installation de puissance ne pourrait être conduite convenablement et avec continuité. Cette installation doit être traitée comme une industrie dans une autre industrie c'est-à-dire entièrement par elle-même.

Cout de production. — On doit imputer à ce compte toutes les dépenses qui sont affectées par le débit et qui sont nécessaires pour le fonctionnement et l'entretien, les réparations et la conservation des bâtiments et de l'équipement de l'installation de force, et couvrant les périodes d'arrêt aussi bien que celles de production. Ces dépenses ont généralement trait à :

Combustible. — Y compris transport, charroi et déchargement dans les soutes ou entrepôts. Lorsque, pour des raisons particulières, il y a lieu de conserver un stock de combustible dépassant l'approvisionnement normal, le supplément doit être imputé au compte du capital ou bien une provision doit être prévue pour l'intérêt du capital engagé.

La consommation de combustible doit être estimée en tenant compte exactement du facteur de charge et non pas pour des conditions n'existant que par moments. Elle doit être basée sur les rendements commerciaux et non sur ceux des essais de réception.

En étudiant une installation nouvelle l'ingénieur est fondé dans la plupart des cas à prendre pour les besoins en combustible, les chiffres théoriques ou garantis. Ces valeurs

Digitized by Google

sont certainement vraies et acceptables, mais seulement pour une certaine période, et l'on doit prévoir une réduction de rendement due à l'usure et aux conditions de charge variables.

Cendres. — Leur enlèvement signifie en général une dépense. Si, au contraire, on peut en tirer un bénéfice, il faut en créditer le compte du combustible.

En ce qui concerne les cendres et le combustible, il est important de tenir compte des conditions locales, et si quelque autre branche de l'entreprise industrielle à laquelle on fournit l'énergie peut être gênée d'une manière quelconque par des retards de manutention ou autres causes dues à la fourniture de combustible, ces entraves doivent être évaluées et imputées au coût de production lorsqu'elles sont inévitables.

Eau. — Y compris son traitement lorsqu'il est nécessaire.

Lubrifiants, déchets, ingrédients pour les chaudières, emballages, garnitures, fournitures diverses électriques et mécaniques.

Main-d'œuvre de toute l'installation de force motrice y compris les appointements prévus du pointeur, des employés de bureaux, de l'acheteur, des magasiniers, du veilleur si l'usine est arrêtée la nuit, les frais de surveillance, fournitures de bureau et autres trop souvent négligés.

Assurance contre les accidents du travail.

Services professionnels des ingénieurs-conseils et des experts; analyses et essais d'eau et de combustible, etc.

Matières et main-d'œuvre pour les réparations et pour l'entretien de la machinerie, des appareils, bâtiments et tous accessoires.

Charges fixes. — On doit ranger sous cette dénomination toutes les charges attachées à la mise en fonctionnement de l'installation et toutes les dépenses qui se produisent, que le matériel produise ou non de la puissance.

Ces charges comprennent les catégories suivantes :

Intérêt du placement représenté par le coût total de la main-d'œuvre, des services et matières engagées dans l'achat et l'installation des générateurs, appareils, bâtiments, fondations, terrains et toutes propriétés tangibles requises en tout ou en partie pour la production de force motrice.

Un certain nombre des articles ci-dessus sont très souvent omis dans le prix de revient de l'installation de force motrice et plus spécialement ceux relatifs à : honoraires des conseils et dépenses d'études et d'expériences préliminaires, dépenses des employés et de l'acheteur pendant la construction, surveillance, transports, charrois, agrès, magasinage, pertes de matériel et main-d'œuvre inactive, assurances contre les accidents et intérêt du capital pendant la période constructive; essais, vérifications, et expériences de mise au point de tous appareils et machines jusqu'à ce qu'ils soient dans les conditions normales de fonctionnement. Ces dépenses diverses excèdent parfois 10 pour 100 du coût de l'installation et cependant elles sont traitées à la légère.

Amortissement ou somme à mettre de côté chaque année pour amortir tous les articles entrant dans le coût de l'installation et énumérés ci-dessus, de manière à disposer, au bout de la vie utile de chacun d'eux, d'un capital suffisant pour le remplacer.

Certains articles ne subissent pas de dépréciation, comme la propriété immobilière, les fondations, les remblais et fouilles, et comme ils n'ont pas à être remplacés, il n'y a pas à prévoir de charges d'amortissement.

Les autres catégories doivent être classées suivant la longueur probable de leur vie utile; le coût de remplacement doit être évalué et augmenté d'une somme suffisante pour couvrir les frais d'enlèvement de l'ancien équipement, dont on déduit la valeur récupérée comme vieux matériel. Certains de ces articles, comme le cuivre, ont une valeur de mitraille de 60 pour 100 et plus de leur prix d'origine; d'autres n'ont aucune valeur et occasionnent même des frais pour leur enlèvement.

Si la nature de l'installation de force motrice est telle qu'elle entraîne un arrêt partiel ou complet de la partie industrielle pendant la période de remplacement, il faut prévoir un chapitre compensant cet incident; ce chapitre sera basé par exemple sur la réduction de la capacité productive due à l'inaction forcée pendant le remplacement de l'équipement.

Vieillissement. — C'est une charge qui dépend, dans une large mesure, de la nature, des conditions et autres caractéristiques de l'installation industrielle alimentée en énergie. Si l'apparition de types d'appareils ou de machines plus perfectionnés est susceptible d'influencer la capacité productive de l'entreprise industrielle dans la concurrence, il il est évident que la question de la « désuétude » doit être envisagée sérieusement. D'autre part, si le même résultat économique peut être obtenu par des améliorations au matériel existant, la dépense devient une charge se rapportant au compte du capital et on doit y pourvoir par un accroissement d'intérêt et d'amortissement. C'est le directeur de la section industrielle qui peut le mieux estimer ce point.

En tout cas, il y a lieu d'établir une provision pour cette éventualité ou bien l'amortissement de l'installation doit être chiffré sur la base d'une vie utile plus courte.

Un perfectionnement qui ne paye que pour ses charges fixes n'est pas un perfectionnement au point de vue économique; il doit laisser un bénéfice raisonnable, c'est-à-dire réduire le coût de production.

Taxes. — Cette rubrique est très superficiellement estimée et devrait être étudiée soigneusement. Toutes les taxes devraient être évaluées d'avance, pour l'installation de force motrice et introduites dans les charges fixes, en y comprenant un accroissement possible des impôts sur la partie industrielle. En analysant la question à fond, on trouvera que les charges de la rubrique Taxes sortent du cadre de toute divination spéculative et que malheureusement elles sont très rarement bien réparties.

L'assurance est un autre article qui doit être traité exactement comme les taxes.

Groupe générateur de réserve. — L'auteur n'a jamais eu l'occasion de voir cet article incorporé dans le prix de revient de la puissance. L'omission de ce point important élimine toute possibilité de comparaison entre les chiffres du coût de l'énergie fabriquée et de l'énergie achetée. Dans ce dernier cas, on peut compter sur la puissance de la station centrale parce que la Compagnie assurant ce service public s'est pourvue d'équipements doubles ou de réserve pour assurer la continuité du service au cas d'accident dans une partie quelconque de son système depuis le tas de charbon jusqu'au client. Cette prévision représente une mise de fonds à considérer. La qualité et la continuité du service forment les fondations de toute entreprise de service public : des perfectionnements, des dépenses et des précautions d'une étendue inconnue du public sont réalisés constamment pour ancrer plus fermement l'affaire sur ses fondations.

L'installation particulière de force motrice dont on estime le coût de production doit tenir compte de ce fait, et si elle ne consiste qu'en une seule unité génératrice, on doit évaluer la mise de fonds supplémentaire nécessaire pour une

Digitized by Google

autre unité ayant une capacité suffisante avec tous ses accessoires pour assurer la continuité de la fourniture de puissance, au moins à la partie de l'usine qui souffrirait spécialement si la force motrice produite par l'ensemble unique venait à manquer.

Si l'installation en question comporte plus d'une unité, il y a lieu de faire une évaluation similaire, par exemple pour des groupes plus forts que ceux projetés ou existants, de façon à se munir d'une réserve pour obtenir le même résultat, c'est-à-dire la continuité du service.

Le prix de revient total de la puissance doit alors être chiffré comme si cette provision était réellement faite, en augmentant en proportion le coût de l'exploitation et de l'entretien ainsi que les charges fixes, amortissement, etc.

Bénéfice. — Ce chapitre est entièrement ignoré à la fois par l'ingénieur et par l'homme d'affaires. Il est admis que, si une installation isolée coûte par exemple $ 20 000,00 complète dans tous ses détails, on doit imputer au prix de revient de la force motrice une charge fixe généralement sur la base de 6 pour 100, soit $ 1 200,00 par an, représentant l'intérêt du capital engagé. On pense que cette mise de fonds de $ 20 000,00 constitue une partie de l'industrie tout aussi nécessaire que les bâtiments, la machinerie, le stock ou l'agencement. Cela était vrai dans les premiers jours du développement industriel et encore pas partout, car, si l'on regarde les régions industrielles de la Nouvelle-Angleterre, on voit qu'elles doivent leur développement et leur croissance à la présence de la force motrice hydraulique qui a été utilisée en beaucoup de cas pour fournir la puissance à plusieurs industries.

Depuis lors, les conditions ont changé et l'installation isolée n'est plus une adjonction nécessaire à toute usine, excepté dans quelques cas qui deviennent de plus en plus l'exception. Par conséquent, le coût de l'énergie doit être chiffré en tenant compte des nouvelles conditions existantes maintenant où la station centrale délivre l'usine d'un fardeau supplémentaire, le matériel de force motrice, le cauchemar de beaucoup d'entreprises industrielles.

La somme de $ 20 000,00 ci-dessus n'est qu'une fraction de la mise de fonds totale dans l'installation industrielle pour la construction de laquelle il faut emprunter de l'argent, peu importe de quelle source. Si le capital total engagé peut être réduit de ces $ 20 000,00 en achetant au lieu de produire la force motrice, il est évident que la capacité de gain en pour 100 pour le reste du capital sera augmentée ; et, dans la plupart des cas, ces $ 20 000,00 peuvent être aisément et peut-être plus avantageusement mis en rapport dans le cours naturel de l'affaire, ce qui signifie encore bénéfices accrus et augmentation de la capacité d'emprunt.

Ainsi, sur un placement total de $ 100 000,00 par exemple, nous aurons $ 20 000,00 qui rapporteront arbitrairement 6 pour 100 tandis que le restant, soit $ 80 000,00, ne rapportera probablement pas moins de 16 pour 100, c'est-à-dire 6 pour 100 d'intérêt et 10 pour 100 de bénéfice, au total $ 14 000,00 par an, ce qui correspond à un taux de 15 pour 100 sur l'ensemble du capital engagé.

En supprimant le groupe privé de force motrice et en réduisant le capital à $ 80 000,00, les bénéfices seront sur la base de 16 pour 100 ou, si l'on engage les $ 20 000,00 dans l'entreprise, les bénéfices seront encore sur la base de 16 pour 100 et probablement plus grâce à l'extension devenue possible de l'affaire.

Le facteur Bénéfice sur l'installation de puissance doit être implicitement pris en considération lorsqu'on chiffre le coût de la force motrice fabriquée, à moins qu'il ne puisse être démontré sans conteste qu'il n'influencera en aucune façon les affaires de l'industrie en question ou son pouvoir d'emprunt, ce qui signifie que les $ 20 000,00 de notre exemple devraient autrement être engagées dans quelque entreprise étrangère à un taux qui ne serait pas supérieur.

On attache peu d'importance à la question de l'espace ou du terrain nécessaire pour la marche de l'installation de force motrice et aux pertes de transmission inhérentes à son emplacement. Cette omission ne peut être qualifiée que de grossière négligence, quelles que soient les conditions. On s'apercevra invariablement dans l'avenir — à moins que l'entreprise ne reste stationnaire — que l'extension et le développement de l'installation sont gênés et contrariés d'une façon quelconque par l'emplacement du groupe primitif. Très souvent, un changement d'emplacement devient nécessaire, ou bien on est conduit à une dualité d'installations avec grande incommodité et augmentation du coût de production de l'énergie.

Il y a lieu de prévoir un crédit pour le revenu du sol ou pour la valeur estimée du terrain occupé par l'installation de force motrice et de l'ajouter au prix de revient de la puissance fabriquée. Un autre crédit pour les éventualités citées plus haut doit aussi être envisagé là où des possibilités de cette nature sont susceptibles d'être prévues.

Fonds de roulement. — En plus du capital engagé dans le groupe de force motrice proprement dit, une certaine somme est nécessaire pour son exploitation : pour acheter le combustible et les fournitures, pour payer les salaires et les dépenses diverses. Il est vrai que, pour plusieurs de ces dépenses, on peut obtenir un crédit de 30 jours ou plus, mais cependant il est nécessaire d'avoir un certain capital pour assurer la marche de l'installation. Ce capital doit rapporter sa part d'intérêt et de bénéfice et on doit réserver pour cette rubrique une provision qui sera imputée au coût de l'énergie. Dans le cas d'achat de celle-ci, les factures ne sont adressées qu'après usage de la puissance et plusieurs jours, parfois plusieurs semaines s'écoulent avant que le payement ne soit effectué. Ce caractère avec la remise pour règlement prompt ajoute à la capacité de gain de l'usine, petit détail qui ne devrait pas être oublié.

Énergie achetée. — On doit faire, dans le cas de la puissance achetée, une étude non moins soigneuse des conditions de la puissance et des besoins, dans le but de déterminer son prix basé sur les tarifs cédulaires proposés.

Pratiquement, on doit examiner tous les facteurs qui influent sur le coût de l'énergie fabriquée. Certains articles deviendront des rapports et d'autres des charges.

Le coût de l'énergie, achetée suivant la cédule de la Compagnie de force motrice, proviendra de trois sortes de dépenses : production, charges fixes, frais d'exploitation.

Chacune de ces dépenses sera à son tour influencée par la nature de la courbe de charge du client pour la force motrice et par la position de sa pointe de charge par rapport à la pointe totale à la centrale et aux sous-stations.

Les dépenses de production correspondent au coût de la production à l'installation de force motrice considérée comme une unité avec ses frais d'entretien, ses charges fixes, son amortissement, son vieillissement et ses pertes de ligne et de transformation.

Les charges fixes couvriront toutes les dépenses évaluées de capital engagé, d'amortissement et de vieillissement pour les lignes de transmission et de distribution, l'installation du client, etc., que la Compagnie doit réaliser pour servir le client, depuis les bornes de sortie de la centrale jusqu'au compteur, côté du client.

Digitized by Google

Les frais d'exploitation seront le prorata de toutes les dépenses relatives au fonctionnement et à l'entretien des accessoires énumérés dans le paragraphe « Charges fixes », augmenté des dépenses d'administration et d'inspection nécessaires pour servir le client.

Toutes ces dépenses sont comprises dans le tarif appliqué par la Compagnie de force motrice et correspondent aux charges énumérées pour l'énergie fabriquée, bien que condensées sous une forme qui donne aux clients le bénéfice d'une coopération à la fois d'administration et d'exploitation avec un rendement meilleur.

D'après le tarif de la Compagnie, le prix de la force motrice pour le client doit être chiffré en se rapportant à une base de comparaison avec le coût de l'énergie fabriquée.

Là où il existe un groupe isolé et où il y a de bonnes raisons pour le conserver, le prix de l'énergie achetée doit être majoré du coût de l'entretien et de l'amortissement de ce groupe, calculé à un taux un peu plus élevé. Celui-ci est justifié par le fait qu'un matériel inutilisé se détériore plus rapidement par suite de l'ajournement de l'entretien, car beaucoup de réparations qui auraient été faites si l'installation avait été en marche, sont alors retardées ou même omises.

Si le groupe isolé doit être abandonné et démonté, le coût de l'enlèvement, diminué des sommes récupérées, doit être imputé au solde restant sur l'amortissement (c'est-à-dire au capital engagé primitivement dans l'installation de force, moins le total des annuités d'amortissement) et le solde du capital qui ne subit pas de dépréciation doit être crédité de la valeur du terrain débarrassé, dans le cas où celui-ci peut être employé à quelque autre usage. Le solde net restant doit être imputé à la puissance achetée sur la base d'un juste retour d'intérêt et de bénéfice pour le capital immobilisé involontairement.

Il faut encore considérer la réduction des pertes due à une meilleure distribution de la puissance ainsi que la question d'assurance et de la diminution des risques d'incendie.

Les pertes de transformation, si elles doivent être supportées par le consommateur, doivent être évaluées avec soin en tenant un compte exact du facteur de charge. Elles sont à ajouter au prix de l'énergie achetée.

Si une augmentation de la capacité de l'installation de force motrice coïncide avec la question de l'achat de l'énergie, ce point doit être étudié soigneusement en estimant le prix de l'énergie fabriquée aussi bien que celui de l'énergie achetée.

Comme conclusion, nous ferons ressortir le fait que l'élaboration impartiale des chiffres relatifs au prix de revient de l'énerge fabriquée et de l'énergie achetée doit être présidée par le plus grand soin, une étude approfondie et la connaissance entière des besoins, conditions et caractéristiques de la situation, joints à la considération de tous les facteurs économiques et techniques exposés ici même. Ce travail est du domaine du spécialiste — l'ingénieur — qui pourra épargner au consommateur d'énergie d'importantes sommes d'argent en échange d'une rétribution bien gagnée.

G.-P. Roux,
Ingénieur-conseil à Philadelphie (Pa).

Revues, analyses et informations

Équipement électrique des charbonnages de Zanckerode, près de Dresde [1].

Les charbonnages de Zanckerode ont été les premiers en Allemagne à adopter l'équipement électrique, en 1882. L'installation la plus puissante faite au cours de ces dernières années est la machine d'extraction du puits Carola II.

La description de l'équipement électrique de ces charbonnages donnera une idée du développement pris par les applications de l'électricité aux mines, dont elle constitue en quelque sorte l'histoire.

Dès 1882, alors que la transmission de la puissance électrique sortait à peine du cadre des laboratoires, les charbonnages de Zanckerode adoptèrent le moteur électrique à la commande des machines du fond et particulièrement à la propulsion des trains de wagonnets. La même année, quelques petits ventilateurs électriques étaient installés dans la même mine. Les moyens de transmission d'énergie dont on disposait à cette époque étaient bien primitifs comparés aux procédés modernes. Outre la vapeur à faible pression, dont une partie se condensait dans les conduites avant d'atteindre les machines, et l'air comprimé encore utilisé aujourd'hui dans certaines exploitations où le grisou ou d'autres causes proscrivent l'emploi de l'électricité, les charbonnages ne disposaient guère alors que de l'eau sous pression, particulièrement pour les perforatrices et les pompes et de la traction animale pour le transport des wagonnets. Ces procédés étaient peu économiques, aussi l'introduction de l'électricité dans les mines doit-elle être considérée comme la première amélioration apportée à l'exploitation des charbonnages.

Equipement électrique primitif. — Les charbonnages de Zanckerode sont situés sur la ligne de Chemnitz à Dresde à environ 9 km de cette dernière ville. Les gisements, exploités dès l'année 1542, ont donné, sous les divers régimes et directions, des résultats plus ou moins avantageux. La figure 1 représente le plan d'ensemble actuel des divers puits qui, sauf le puits König Georg, existaient déjà, d'ailleurs, en 1882.

L'exploitation des diverses galeries nécessita de bonne heure l'installation de ventilateurs individuels qui furent successivement à commande à main, puis à air comprimé; en 1882, la commande électrique fut adoptée et la direction arrêta son choix sur un moteur-série à courant continu de la maison Siemens et Halske. Ce moteur était alimenté par une dynamo-série de 150 v accouplée directement à une machine à vapeur à pistons tournants système Dolgorucki. La consommation du ventilateur était de 0,95 kw; la puissance de la machine à vapeur nécessaire, de 1,9 kw, ce qui donnait un rendement net de 51 pour 100. Les canalisations étaient constituées par des fils de cuivre nu d'une section de 40 mm² et l'installation ne comportait pas d'interrupteurs, l'arrêt des ventilateurs étant obtenu par l'arrêt de la

(1) W. Philippi. *E. T. Z.*, 4 et 11 janvier 1917, p. 1-4 et 20-23, 4 500 mots, 12 fig.

Digitized by Google

machine à vapeur. Cette installation fut d'ailleurs bientôt abandonnée.

Une autre innovation plus importante, faite la même année au puits Oppel, est la locomotive électrique.

Depuis longtemps, la direction s'occupait de la diminution du prix de revient du charbon et, dans ce but, du remplacement de la traction animale des trains de wagonnets par la traction mécanique. Or, à ce moment, les locomotives à benzine ou à air comprimé n'existant pas encore, seule l'électricité permettait donc d'exécuter cette transformation et ce fut la maison Siemens et Halske, qui fut chargée de la fourniture de la locomotive électrique.

Les caractéristiques de cette installation sont les suivantes :

Longueur de la ligne	720 m
Nombre de wagons	800
Capacité d'un wagon	5 hl
Vitesse : garantie	2 m : sec
effective	2,35 à 3 m : sec
Nombre de wagons chargés par train :	
garanti	10
effectif	18

Poids brut d'un train (non compris la locomotive), 11 t.

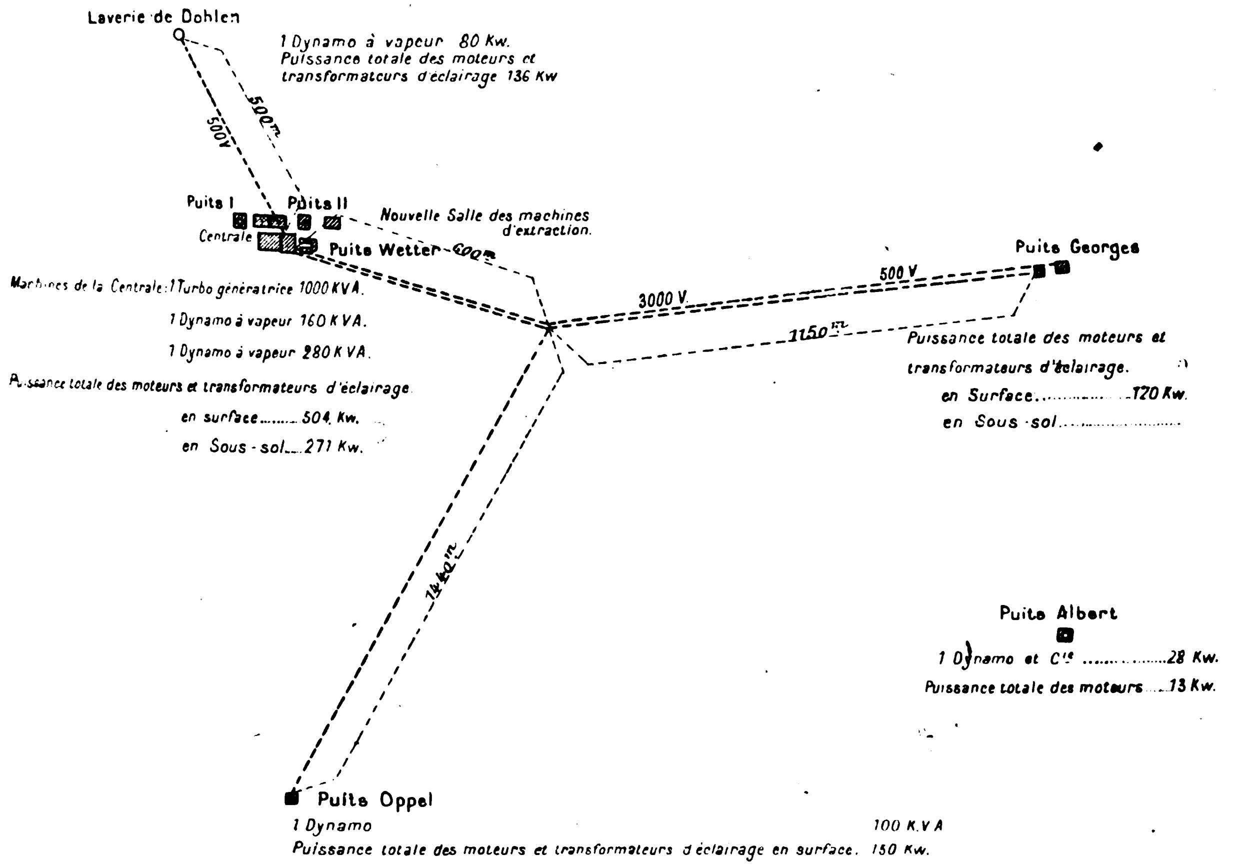


Fig. 1. — Plan des charbonnages de Zanckerode.

La ligne est à double voie mais ne comporte qu'une seule locomotive. Le moteur est alimenté par du courant continu à 150 v produit par une dynamo-série de 70 A entraînée à 700 t : min par machine à vapeur et courroie. Le transport se fait à l'aller aussi bien qu'au retour par câbles armés sous plomb supportés au début par des colliers en fer scellés dans les parois de la galerie, puis plus tard par des isolateurs de porcelaine, et actuellement, l'isolement des câbles étant meilleur, par de simples supports en bois.

Dans la locomotive primitive, le moteur était situé au milieu, son axe étant dans le sens de la voie et les deux essieux moteurs attaqués par engrenages. A chaque extrémité est aménagé un siège pour le conducteur qui n'est pas protégé contre un contact de la canalisation. La prise de courant n'a pas lieu sur le câble mais sur un rail en forme de T renversé sur lequel glisse un chariot. Dans cette locomotive primitive, il reste encore à signaler la forme originale du démarreur composé de baguettes de charbon qui, afin d'éviter leur combustion, étaient disposées dans un récipient rempli d'eau placé au-dessus du moteur. Ce système n'ayant pas donné de résultats heureux a été abandonné par la suite.

Cette locomotive fonctionna, tant bien que mal, jusqu'en 1891, date à laquelle son remplacement s'imposa.

Dans la nouvelle machine, on évita les inconvénients de la première résidant surtout dans le démarreur et dans les engrenages de démultiplication. Le rhéostat de démarrage fut constitué par des fils de fer nickelé sans liquide, et le système de roues dentées fut remplacé par des pignons d'angle (fig. 2) ; quelques dispositions spéciales de sécurité furent prises.

Au point de vue économique, deux locomotives consti-

Digitized by Google

tuaient déjà un avantage appréciable sur la traction animale.

Le rendement de la première était de 41 pour 100, celui de la seconde 56 pour 100, ce qui est déjà un bon résultat, étant donné que la tension ne dépassait pas 150 v.

La partie défectueuse était la machine à vapeur de 11 kw dont la consommation atteignait 34 kg : kw. Les frais d'entretien, qui au début étaient de 1 500 marks par an, passèrent à 200 ou 300 marks.

En évaluant approximativement l'amortissement et l'intérêt du capital à 15 pour 100, le prix de la tonne-kilomètre était de 8,3 pfennings contre 11,8 avec la traction animale. Actuellement, avec les installations de turbines à vapeur ou de moteurs à gaz, ce prix peut descendre au-dessous de 3 pfennings.

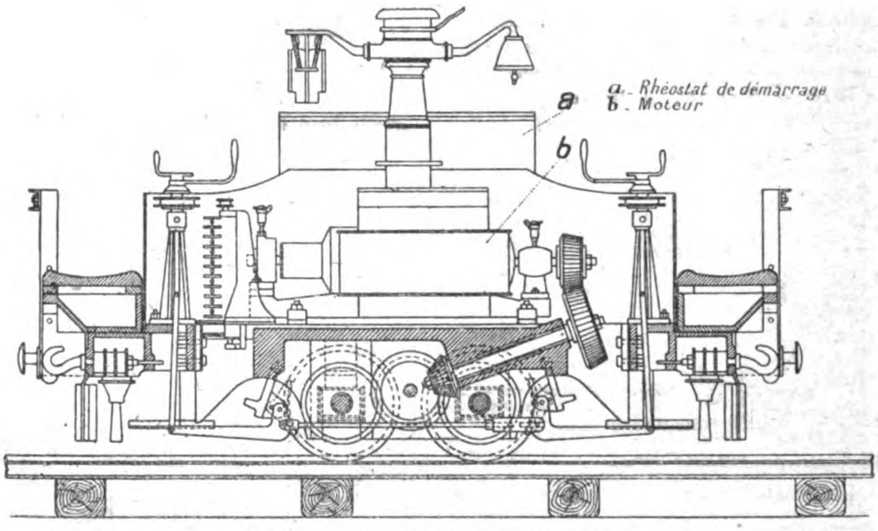


Fig. 2. — Locomotive construite en 1891.

Équipement actuel. — Le courant triphasé à une tension de 500 v d'abord, puis de 3 000 v a remplacé le continu et la machine alternative a fait place à une turbine à vapeur.

La commande électrique a également été appliquée aux machines d'extraction. Chaque puits possède une centrale (fig. 1) dont l'importance est indiquée sur le plan. Les puits Carola et Georg retiendront particulièrement notre attention.

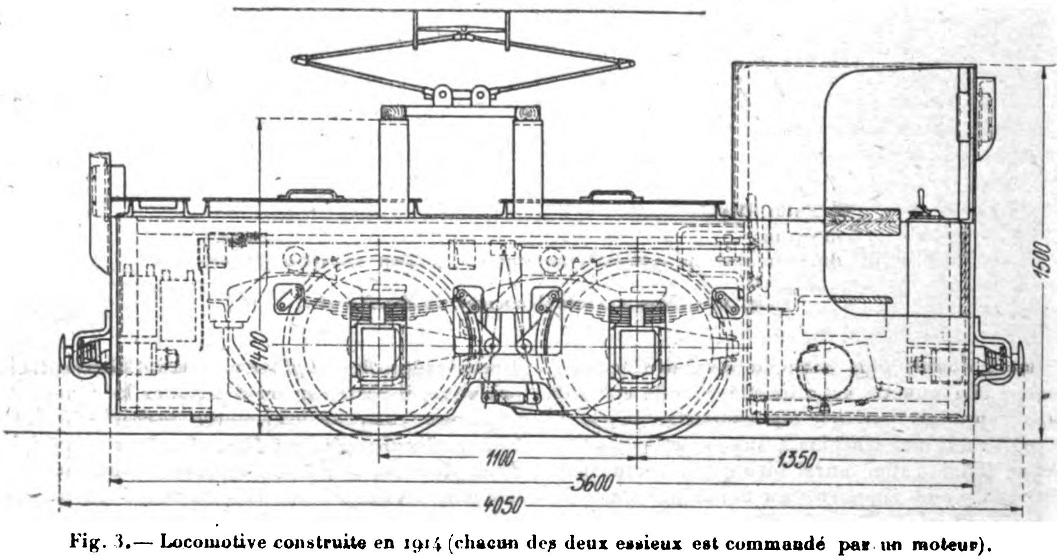


Fig. 3.— Locomotive construite en 1914 (chacun des deux essieux est commandé par un moteur).

Le puits Carola, le plus important actuellement, possède une voie électrique construite en 1914, comportant deux locomotives du poids de 5 000 kg capables de développer un effort de traction de 1 060 kg à la vitesse moyenne de 2,3 m : sec. Les châssis des locomotives, au lieu d'être en fonte, sont en acier forgé beaucoup plus résistant. Chaque essieu est commandé par un moteur à axe parallèle, ce qui simplifie la réduction par engrenages (fig. 3). Des améliorations de détail ont, en outre, été apportées au bâti des

Digitized by Google

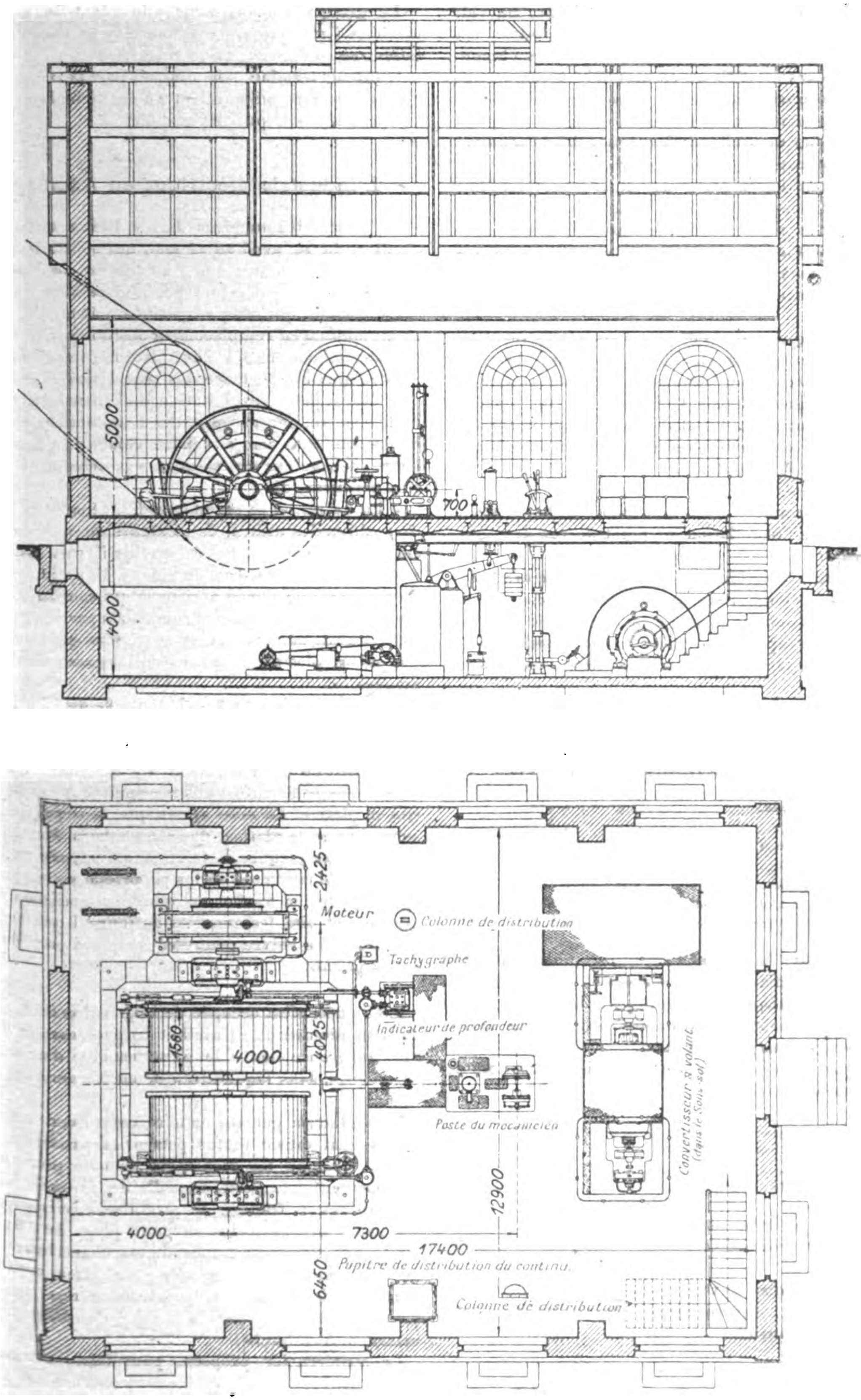


Fig. 4. — Salle d'extraction du puits Carola II.

Digitized by Google

moteurs, ainsi qu'à la protection du mécanicien. La voie est à écartement de 0,56 m, et la puissance totale des moteurs, 26 kw sous 250 v. Le contrôleur permet l'accouplement des moteurs en série ou en parallèle à volonté, ils peuvent, par conséquent, marcher à la moitié de la vitesse normale sans augmentation de la perte ohmique. La prise de courant a lieu par un archet de forme spéciale s'adaptant aux variations continuelles de la hauteur du trolley.

Celui-ci est constitué en partie par du fil de cuivre, mais également en partie par du fil de fer, l'installation s'étant faite au cours de la guerre. Il est alimenté par un groupe convertisseur à courant continu d'une puissance de 60 kw à la vitesse de 1 500 t : min.

Une troisième locomotive est actuellement en construction.

Cette voie électrique ainsi que toutes les autres installations des puits Carola et la machine d'extraction du puits Georg sont alimentées par le turbo-groupe de 1 000 kv-A de la centrale du puits Carola II installé en 1915 par la Gorlitzer Maschinenbau A. G. et composé d'une turbine à vapeur, reliée à la condensation centrale, et d'un alternateur à 500 v à excitation indépendante.

Machine d'extraction. — Cette machine est la partie la plus intéressante de l'installation au point de vue de l'équipement électrique.

La nécessité de l'électrification de l'extraction avait été encore accrue par l'éloignement des batteries de chaudières qui aurait nécessité une longueur de canalisation de 100 m. Le résultat de cette application a été la suppression d'une chaudière, bien que la profondeur d'extraction soit passée de 360 m à 434 m.

Les caractéristiques de cette machine sont les suivantes :

Profondeur d'extraction	435 m
Puissance d'extraction horaire	73 tonnes
Tambour : Diamètre	4 m
Largeur	1,5 m
Charge utile	1,8 tonne
Nombre de bennes d'un trait	4
Réparties sur	2 étages
Nombre de recettes	1
Vitesse maxima d'extraction	10 m : sec
Nombre de traits par heure	40,5

La figure 4 indique la disposition d'ensemble de la salle des machines d'extraction du puits Carola II.

L'auteur décrit le dispositif adopté pour le freinage par l'air comprimé et les divers dispositifs de sécurité et de régulation qui complètent l'installation.

Les caractéristiques du groupe convertisseur à volant sont les suivantes :

Vitesse à vide	1 000 t : m
Puissance du moteur triphasé	175 kw
Poids du volant	5,1 t
Vitesse tangentielle maximum	141,5 m : s

Il est installé dans le sous-sol de la salle des machines d'extraction, ce qui diminue les frais d'installation et de service.

Une deuxième machine d'extraction électrique fonctionne au puits Konig Georg, depuis 1913 ; elle sert uniquement au transport du personnel.

Profondeur	560 m
Vitesse	5 m : sec
Charge utile 10 hommes	750 kgs
Diamètre du tambour	4 m

Le groupe convertisseur alimentant le moteur de la machine d'extraction, étant donnée sa puissance relativement faible, ne comporte pas de volant.

L'auteur termine son exposé par l'examen des divers autres procédés qui auraient pu être employés et conclut à l'avantage des dispositifs adoptés.

L'industrie électrique en Allemagne (¹).

La lecture des numéros de l' « Elektrotechnische Zeitschrift », du 19 avril au 24 mai, qui sont arrivés dernièrement à Paris, montre que l'Allemagne continue à manquer de cuivre ; on dirait même que la crise s'aggrave.

La société, qui offre aux usines d'électricité des bobines en aluminium en remplacement des bobines en cuivre réquisitionnées, continue à faire paraître ses annonces, ce qui montre bien l'importance des réquisitions.

L'Office, pour l'exploitation de l'électricité, du ministère de la Guerre, département des remplacements et du travail de guerre, dans une circulaire relative au manque de personnel des usines centrales et aux démarches à faire pour s'en procurer, dit :

« En outre, on se plaint que des démarches de mise à la disposition des usines, de monteurs chargés de recueillir le cuivre n'ont pas été agréés, quoiqu'il soit d'une nécessité urgente de se procurer du cuivre. Il s'agit principalement de monteurs de lignes aériennes qui sont habiles et expérimentés et ne peuvent être remplacés par d'autres ouvriers. Leur travail doit s'effectuer surtout au printemps, car dans une saison plus avancée les récoltes pourraient être endommagées. »

Dans le numéro du 3 mai, une note du Comité de l'Union des électrotechniciens allemands fait connaître qu'un communiqué, en date du 9 mars 1917, ordonne le recensement, la réquisition et la livraison des installations de paratonnerres des bâtiments publics et privés, y compris les parties en platine. La note ajoute que la réquisition des tiges avec pointes de platine, des conducteurs des toits, des bâtiments et des plaques de terre en cuivre, nécessite leur remplacement dans le cas où les propriétaires veulent être protégés contre la foudre ou que des sociétés d'assurances l'exigent et cite les numéros du journal qui traitent de ces questions. Le cuivre peut être remplacé par du fer, du zinc ou du plomb.

La Société s'est occupée de la question des paratonnerres dans sa réunion du 24 avril et le professeur Ruppel a fait une conférence sur « le paratonnerre dans le projet du bâtiment », dans laquelle il a donné les renseignements suivants :

« Pendant la guerre, on a reconnu avec effroi qu'il faut absolument éviter toutes pertes en produits du sol et en bétail. Comme les dommages causés par la foudre qui représentent une perte annuelle de 12 millions de marks (16 millions de francs), se produisent principalement dans les bâtiments agricoles où pour plus de 11 millions de marks (13 750 000 de francs) de marchandises sont brûlées, on doit prendre des mesures pour éviter ces incendies. En munissant les bâtiments de paratonnerres montés d'après les règles établies par la Société des Électrotechniciens, on arrive à ce but. »

Le conférencier propose, pour faire connaître le plus

(¹) Voir le précédent article, *R. G. E.*, 23 juin 1917, t. I, p. 993.

Digitized by Google

possible ces règles, de former un comité en participation avec la Société des architectes et celle des professionnels de l'industrie du gaz et des distributions d'eau.

A propos des électro-aimants de levage, M. J. Bing dit dans le numéro du 24 mai :

« D'après les résultats acquis aujourd'hui, il n'est plus exact de dire que, par suite du manque de cuivre et d'aluminium, on ne peut plus construire d'électro-aimants de levage, par exemple avec enroulement en zinc, sans un dispositif de refroidissement artificiel. Au contraire, on a constaté, pendant la longue durée de la guerre, que des électro-aimants avec enroulements en zinc se sont très bien comportés. Une grande quantité d'aciéries emploient de tels électros et cela en partie, depuis une année et demie, pour des services chargés, de jour et de nuit, sans qu'il se soit produit la moindre interruption. L'électro-aimant avec ventilateur de refroidissement est, en première ligne, employé pour le transport des matériaux en morceaux comme les copeaux, les déchets de tôle, etc... On l'emploie dans les aciéries, principalement pour la manipulation des blocs chauds; c'est le seul système qui permette le transport de ces blocs d'une manière continue, sans que l'on soit obligé d'avoir recours à des électros de rechange. »

Quoique le zinc ne soit pas rangé dans la série des métaux à économiser [1], qui sont recensés, on ne peut cependant s'en procurer que sous certaines conditions, qui sont indiquées dans le numéro du 26 avril.

Naturellement, on s'occupe toujours beaucoup de la situation économique après la guerre.

Ainsi que l'indique une note parue dans le numéro du 3 mai, le Comité de l'Union des Sociétés techniques scientifiques a décidé de fonder un office qui servira d'intermédiaire entre l'industrie et les instituts scientifiques des universités et des écoles techniques supérieures pour des recherches scientifiques spéciales. Cet office rendra certainement de grands services, particulièrement aux industriels qui ne possèdent pas de laboratoires. Un grand nombre de directeurs de laboratoires des écoles supérieures se sont déclarés prêts à entreprendre des recherches, sur la demande de l'office.

Au sujet d'un opuscule de M. Wichard von Moellendorf, sur l'« Exploitation en commun en Allemagne », M. l'ingénieur diplômé, Carl Weihe, publie dans le numéro du 10 mai, la note suivante :

« Notre science et notre vie économique sont actuellement dans un état de fermentation et de transformation. Avant qu'une complète clarté et un accord général ne soient intervenus, il s'écoulera un temps très long. Mais on s'occupe déjà activement de la question et on fait des propositions à ce sujet, ainsi que le montrent les ouvrages de plus en plus nombreux qui sont publiés. L'opuscule de Moellendorf rentre dans cette catégorie et il est un de ceux qui ne se perdent pas dans les petites choses, mais qui se préoccupent de points de vue concis et à longue portée pour l'avenir de l'industrie allemande.

» En moins d'un demi-siècle, l'Allemagne, un pays pauvre, sans richesses du sous-sol, avec un sol de peu d'apport est devenue un pays florissant jalousé par tout le monde, haï en premier lieu par l'Angleterre qui a vu en elle l'ennemi destructeur de sa souveraineté, consistant dans la tranquille exploitation du monde.

» La guerre éclate, et avec la mobilisation de l'armée et de la marine, l'esprit guerrier se réveille qui, tout droit, sans se tromper, marche vers un but qui ne souffre aucun but secondaire, vers la victoire.

» Il en résulte une nouvelle orientation de la vie économique. Les producteurs mettent à la disposition leur surrichesse (!) de puissance et de volonté technique, mais cependant l'homme d'affaires déraille. Il prévoit la chute du jeu libre des forces, il ne veut pas, avec un danger pour lui, se mêler à une affaire qui ne peut profiter qu'à la collectivité. Mais la nécessité impérieuse de l'époque amène bientôt à reconnaître que l'exploitation en commun est un opposé de l'exploitation privée et mondiale, et cette opinion devient une conviction. L'homme de travail se dresse avec un sens éveillé contre l'homme d'affaires. Et cette reconnaissance de l'avantage de l'exploitation en commun, nous devons la conserver lors de la paix, ce don de soi-même, de ses biens, de son argent à la patrie, doit se continuer sans arrêt. C'est alors seulement que la guerre nous aura justifiés. L'Allemagne, comme l'instrument de la terre, comme soutien du travail noble, ne manquera pas d'aide efficace de l'extérieur, quand son exploitation en commun sera organisée. Le monde aura encore une fois du profit, grâce à la manière d'être allemande.

» Quiconque, peut supporter une critique saine de notre vie économique, devrait consulter le petit livre : Il secoue fortement ce qui est enraciné, mais il secoue également pour entraîner à un nouveau vouloir. »

En Autriche (numéro du 19 avril), un décret impérial prescrit que le titre d'ingénieur ne peut être porté que par des personnes sortant des écoles techniques supérieures et ayant subi avec succès les épreuves de l'examen d'état ou obtenu le diplôme professionnel.

Dans l'assemblée de l'Union des entreprises de distribution d'électricité, qui a eu lieu le 28 avril (numero du 24 mai), on s'est occupé de la répercussion de l'adoption de l'heure d'été sur l'exploitation des centrales. Il a été reconnu que, dans les villes, on a constaté une grande diminution d'énergie fournie pour la lumière, tandis qu'au contraire dans la campagne, on a eu une augmentation de la lumière. Du reste l'agriculture se plaint que le nouvel horaire a fait déplacer le temps d'une manière défavorable pour les travaux; en particulier les entreprises, qui ont du lait à fournir dans les villes, doivent le matin travailler à la lumière, puisque l'heure a été avancée.

Comme, en Allemagne, tout doit se faire par ordre, l'Office de guerre du ministère de la Guerre a fait paraître des règles pour le choix de l'emplacement des nouvelles constructions pour la guerre et l'industrie, qui sont reproduites dans le numéro du 10 mai.

« Les constructions de guerre doivent, autant que possible, être installées sur des rivières navigables ou des canaux.

» Il faut s'assurer si les voies des gares de marchandises, situées à proximité, peuvent être augmentées. L'expérience a montré que, pendant la période de construction d'une usine, les voies de celle-ci sont très chargées, afin d'assuassurer l'arrivée ininterrompue des matériaux de construction L'installation des voies doit autant que possible précéder les autres travaux. Toute question à ce sujet doit être adressée à l'état-major technique de la Guerre à Berlin,

(1) Les métaux à économiser, dont le recensement a été ordonné, sont le cuivre, le plomb, l'étain, l'antimoine, le tungstène, le molybdène, le platine, le zinc épuré, ainsi que le chrome et ses alliages.

Digitized by Google

» Lors de l'étude de constructions de fabriques, on doit s'inquiéter en premier lieu de la question de la force motrice et de la lumière. Il faut pour cela tout d'abord s'adresser à la section El. de la section des matières premières de guerre, à Berlin, afin qu'elle indique comment la fourniture pourra être faite de la manière la plus convenable. On ne peut penser, dans la règle, à l'agrandissement des centrales existantes, car celles-ci ne sont, en général, pas possibles, faute de temps et de matières premières. La question de savoir si les centrales peuvent encore disposer d'une certaine quantité d'énergie doit être résolue par la section El, car les installations peuvent bien être suffisantes, mais le charbon, l'huile, ainsi que le personnel, peuvent manquer.

» Il faut éviter de faire des installations, aux environs de grandes villes où les voies sont déjà surchargées, comme par exemple Berlin et Cologne. »

On continue à débarrasser la langue allemande des termes étrangers; dans le numéro du 3 mai, dans un article bibliographique, à propos d'un livre intitulé « Le surveillant de l'électromoteur » se trouve la phrase suivante :

« Une nouveauté de ce livre est l'emploi strict de termes professionnels allemands, à propos desquels, dans l'annexe, il y a une courte notice ; leur germanisation correspond aux conseils donnés à ce sujet par la société électrotechnique. Aussi longtemps que ces expressions ne se seront pas plus répandues, il y aura dans certains cas des difficultés. »

Il ne faudrait pas cependant conclure de ces faits que l'Allemagne ne daignera plus avoir de relations avec nous, bien au contraire, elle s'apprête, après la conclusion de la paix, à renouer avec nous; la note suivante parue dans le numéro du 17 mai, nous en donne la preuve :

« Société commerciale germano-française. La Société organise pour le 16 mai, une réunion amicale de ses membres, à Berlin, avec l'ordre du jour suivant : 1° vœux au point de vue économique pour le traité de paix avec la France (par le Dr W. Borguis de Berlin); 2° reprise des relations commerciales avec la France, après la conclusion de la paix (par M. Schwartz, directeur de la fabrique de la Société par actions Bing, frères, à Nurenberg).

» Vu l'importance des sujets traités, la Société commerciale germano-française a décidé d'inviter comme hôtes, à cette réunion, un petit nombre de firmes, ne faisant pas partie de la Société qui s'intéressent à ces questions. Les maisons qui voudraient profiter de cet avantage sont priées de se mettre, aussi rapidement que possible, en relations avec l'office de la Société à Berlin W. 9 Köthenerstrasse 28/29. »

F. Loppé.

Nouvelle ligne de traction à grande vitesse entre Buffalo et Niagara Falls (1).

L'International Railway de Buffalo vient d'élaborer un projet de ligne de traction à grande vitesse entre Buffalo et Niagara Falls représentant une longueur d'environ 37 km. La ligne longe la voie du Frontier Electric Railway qui a été racheté, il y a quelque temps, par l'International Railway.

(1) *Electric Railway Journal*, 3 mars 1917, t. XLIX, p. 378-381, 3 000 mots, 11 fig.

La ligne (fig. 1) sera à double voie, la rampe maximum étant de 0,7 pour 100 sur une longueur de 900 m environ.

Sur une certaine partie de son parcours, la ligne sera établie en remblai pour éviter les passages à niveau. La construction des ponts métalliques des passages supérieurs ainsi que des charpentes supportant la ligne aérienne a été confiée à l'American Bridge Company. La voie sera constituée par des rails standard A. S. C. E. de 42 kg : m avec ballast en pierre cassée, joints type Abbot faits par la

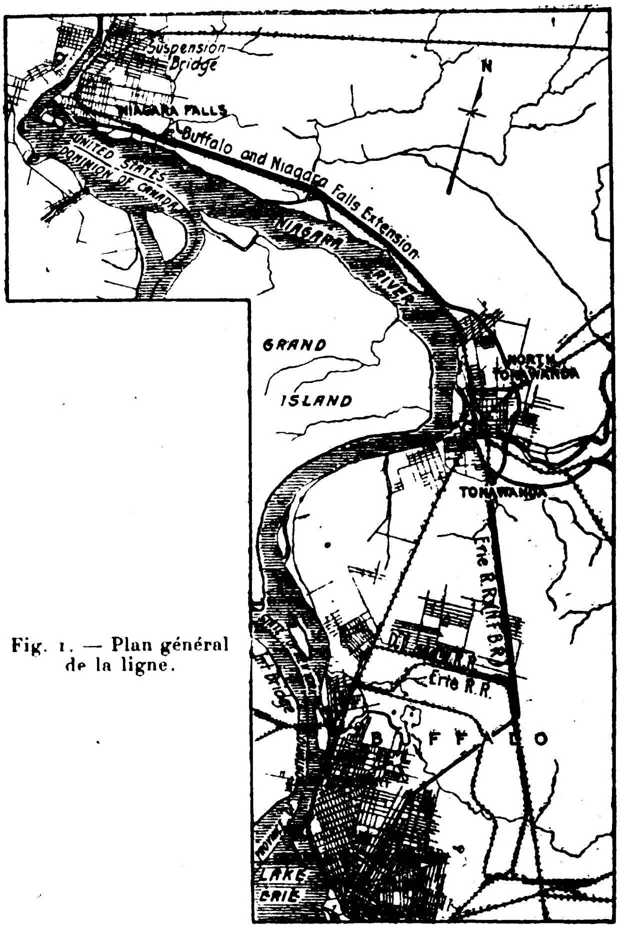


Fig. 1. — Plan général de la ligne.

Lackawanna Steel Company et éclissage électrique de l'Ohio Brass Company.

La ligne aérienne sera à suspension caténaire supportée par des pylônes et portiques en acier espacés en moyenne de 60 m (fig 2). Le fil de travail sera du type rainuré de 11,7 mm de diamètre en cuivre étiré dur et tendu à 6,60 m au-dessus du niveau des rails. Les pendules de suspension seront d'un nouveau type, leur espacement étant de 3 m.

Les trains seront alimentés en courant continu à la tension de 600 v, le transport de l'énergie étant effectué à 11 000 v. L'alimentation sera effectuée partie par la Niagara Falls Power Company et partie par l'usine de la Compagnie à Buffalo.

Le matériel roulant comprendra des voitures construites en partie en acier, à plate-forme centrale, divisées en trois parties : compartiments à bagages, fumeurs et non fumeurs.

Digitized by Google

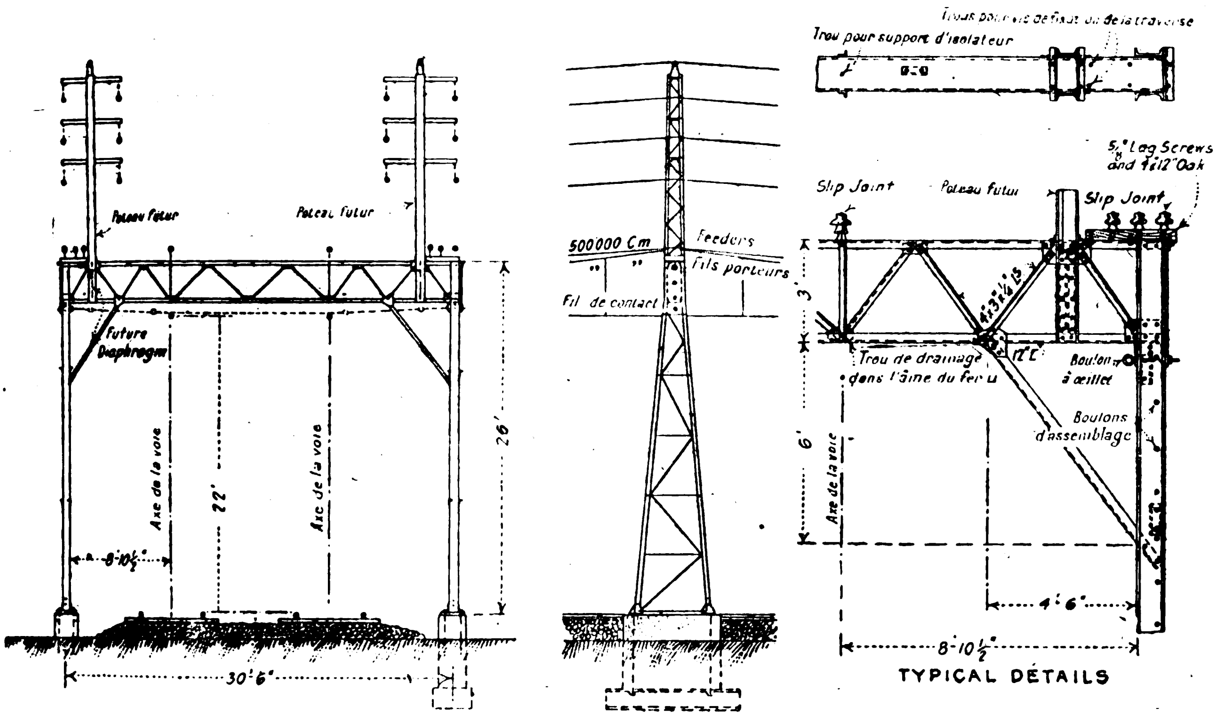


Fig. 2 — Disposition type des portiques de la ligne aérienne.

Les caractéristiques générales de ces voitures seront les suivantes :

Nombre de places assises	63
Poids de la caisse	12 300 kg
Poids des bogies	8 600 kg
Poids des équipements de freins	500 kg
Poids des moteurs et équipement électrique	4 850 kg
Total	26 250 kg
Longueur totale	16,60 m
Distance entre axe des bogies	9,75 m

L'équipement électrique sera constitué par quatre moteurs G. E. 203 P, ventilés, à pôles de commutation, ayant une puissance unihoraire de 50 ch sous 600 v, avec un rapport d'engrenages de 22/62 ou 2,82, régulation par contrôleur type P. C. 5 à arbre à came et contacteurs séparés avec relais d'accélération automatique.

La vitesse maxima sera obtenue par modification du couplage des bobines inductrices à l'aide d'un coupleur spécial distinct du contrôleur et manœuvré par l'air comprimé. Cette vitesse a été évaluée à 97 km : h.

P. S.

L'Exposition de l'enseignement technique français à Lyon.

Dans le compte rendu de la Foire de Lyon, paru dans les numéros de la « R. G. E. » des 14, 31 mars et 14 avril, il ne nous a pas été donné, faute de renseignements détaillés et précis, de décrire l'Exposition de l'enseignement technique français qui était installée dans le Palais municipal des Expositions. La création de ce groupe n'a, du reste, été décidée qu'à la dernière heure, c'est pourquoi seules les institutions de Lyon et de la région du Sud-Est ont pu y participer. Cependant, malgré son caractère régionaliste, tous les ordres d'enseignement technique étaient représentés à cette Exposition : écoles d'ingénieurs, écoles supérieures de commerce, écoles d'arts et métiers, écoles d'arts industriels, écoles d'horlogerie et de mécanique, écoles nationales professionnelles, écoles pratiques de commerce et d'industrie, écoles techniques privées, écoles de mutilés de la guerre, etc.

M. P. Wiernsberger, directeur de l'Ecole de la Martinière, à Lyon, vient de publier une étude très documentée sur la participation des diverses écoles à ladite Exposition et sur la coopération que chacune d'elles a apportée, dans la mesure de ses moyens, aux besoins de la Défense nationale.

Nous l'analysons assez longuement, car nos lecteurs pourront ainsi constater que l'extraordinaire activité industrielle des régions lyonnaise, dauphinoise, stéphanoise, n'est pas uniquement concentrée dans le domaine de la construction, de l'exploitation, de la fabrication, mais se consacre aussi à la solution de l'une des questions sociales les plus importantes, fondamentale pour toute industrie, c'est-à-dire l'apprentissage et l'enseignement professionnel.

L'*École centrale lyonnaise* exposait un certain nombre de projets émanant des élèves, plusieurs travaux exécutés pour la défense nationale dans les ateliers de l'École par des blessés militaires, la liste des cours professés, des graphiques et des statistiques concernant les résultats de l'enseignement.

L'École centrale lyonnaise n'a pas cessé de fonctionner malgré la guerre, bien que le nombre de ses élèves ait été fortement réduit par la mobilisation. Les agrandissements auxquels elle procède actuellement lui permettront de

Digitized by Google

répondre plus largement à sa destination et, sous la direction du professeur Rigollot, elle retrouvera facilement, après les hostilités, son ancienne prospérité et continuera à doter l'industrie d'ingénieurs éminents et réputés.

L'*École de chimie industrielle de Lyon*, dirigée par le professeur Vignon, compte parmi les plus importantes institutions techniques françaises. Elle a continué à fonctionner pendant la guerre et, comme l'École centrale lyonnaise, elle va prochainement élargir ses cadres pour répondre aux nouveaux besoins d'une industrie qui se développe prodigieusement.

Une table de laboratoires ingénieusement agencée et une série de vues photographiques donnaient une idée des installations modernes de l'École de chimie lyonnaise.

L'*École supérieure de commerce de Lyon*, placée sous le patronage de la Chambre de commerce, fournit à l'industrie textile d'habiles élèves, car en dehors du commerce général et de la banque, elle comprend une section de tissage qui possède des ateliers de métiers mécaniques et à bras de tous modèles et de toutes provenances.

L'*École nationale d'arts et métiers de Cluny* a été fondée en 1891 sous le nom d'École pratique nationale d'ouvriers et de contremaîtres et, en 1901, transformée en École nationale d'arts et métiers. Installée dans les anciens bâtiments de l'abbaye de Cluny, elle possède de vastes ateliers d'ajustage, de forge, de fonderie, d'électricité, etc., couvrant une superficie de 3 000 m². De nouveaux ateliers, d'une surface de 1 700 m², sont actuellement en construction et permettront d'élargir le programme pratique plutôt que théorique, de l'École.

Fermée au début de la guerre, elle n'a rouvert ses portes que le 1er novembre 1916. Cependant, ses ateliers ont fourni et fournissent encore à la défense nationale un certain nombre de travaux de fonte, d'usinage, etc.

Leur Exposition comprenait un tour d'apprentissage, une machine à fraiser, une machine à centrer et divers ouvrages de forge et d'ajustage.

L'*École nationale professionnelle de Voiron* avait consacré son Exposition à l'industrie électrique. Un modèle des appareils électriques construits et montés dans ses ateliers y figurait : parafoudres et coupe-circuits pour haute tension, interrupteurs, fers et étaux à souder, bobines pour électros, induits (anneau et tambour), moules, bobines, bornes et pièces d'appareillage diverses, transformateur-abaisseur de tension, supports à charbon et câbles pour fours électriques, appareils de démonstration.

L'École professionnelle de Voiron a pu reprendre son enseignement au mois d'octobre 1915 avec des moyens de fortune ; elle a réussi cependant à grouper un nombre respectable d'élèves qui, d'année en année, a été croissant malgré les difficultés de toutes sortes qu'ont rencontrées ses dirigeants.

Les *Écoles pratiques d'industrie de Saint-Etienne, de Saint-Chamond, de Rive-de-Gier*, situées dans un centre industriel de premier ordre, ont apporté une contribution importante à la défense nationale. Elles se sont ingéniées à aider l'industrie régionale dans tous les travaux de la guerre : fabrication d'obus, gaines, réparation de fusils, usinage d'organes de machines, etc.

L'École de Saint-Etienne avait exposé une série de travaux réalisés uniquement pour l'armement : une tronçonneuse (400/400), un gros chariot (600/400), un petit chariot (400/300), une poupée de tour (400/500), une contrepointe (600/600), une machine à percer électrique, un démarreur, un inverseur et des fraises spéciales fabriqués exclusivement pour la Manufacture nationale d'armes.

L'*École nationale d'horlogerie et de mécanique de précision de Besançon* forme, en dehors des horlogers praticiens et mécaniciens, des mécaniciens-électriciens qui trouvent dans les usines de la région un enseignement pratique et approprié.

Les élèves de l'École travaillent actuellement dans leur spécialité pour les usines de guerre : ils fournissent entre autres des pièces de précision telles que jauges, vérificateurs, calibres, blocs à colonnes, matrices, poinçons, etc.

La *Martinière de Lyon* comprend une section : sciences et arts industriels, dont la fondation remonte à 1826. Malgré son ancienneté, elle a conservé une grande renommée en raison de son programme original dû à ses fondateurs qui ont eu pour but de créer, non une école d'apprentissage, ni une école professionnelle, mais une école technique élémentaire destinée à l'enseignement des sciences appliquées à l'industrie et au commerce. En effet, la Martinière ne forme ni des ouvriers, ni des employés, mais des jeunes gens ayant une culture scientifique suffisante pour leur permettre d'aborder avec succès les carrières industrielles et commerciales qui s'offrent à eux, ou d'aspirer aux écoles techniques supérieures.

Le *Service des écoles des Établissements Schneider et Cie* avait apporté, lui aussi, sa participation à l'Exposition de l'Enseignement technique français.

Le Comité organisateur de l'Exposition peut être fier d'avoir obtenu l'adhésion de la plus importante firme industrielle de France qui possède, au Creusot, une organisation scolaire de premier ordre.

Citons, en terminant, les Écoles suivantes qui avaient tenu, elles aussi, à participer à cette manifestation de l'enseignement technique français : : l'*École pratique Vaucanson de Grenoble*, l'*École pratique de commerce et d'industrie de Vienne (Isère)*, l'*École pratique de commerce et d'industrie de Nîmes*, l'*École pratique de commerce et d'industrie de Dijon* spécialisée, en partie dans la construction des appareils radiologiques et électrothérapiques, la *Société d'Enseignement professionnel du Rhône*, les *Écoles Joffre et Tourvielle* destinées à la rééducation des mutilés de la guerre.

J. N.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie parisienne de distribution d'Électricité.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 29 JUIN 1917.

Les recettes brutes d'exploitation de l'exercice ont atteint 41 760 782 fr, laissant un bénéfice brut de 14 259 268 fr.

Déduction faite des charges obligataires et du compte d'amortissement annuel, il reste un solde bénéficiaire net de 5 681 596 fr. L'augmentation des recettes brutes de la Compagnie, qui a été de 8 983 017 fr, provient principalement de la vente de courant destiné à la force motrice.

La consommation de courant pour l'éclairage particulier, qui dépassait 80 millions de kilowatts-heure en 1913, est tombée en 1915 au-dessous de 51 millions, et en 1916 elle n'a pas atteint 45 millions. La consommation de courant pour force motrice, au contraire, a passé de 10 millions de kilowatts-heure en 1913 à près de 82 millions en 1916. La production totale des usines a ainsi atteint 128 millions de kilowatts-heure contre 69 millions en 1915. Ce résultat n'a pu être obtenu qu'au prix d'une utilisation intensive et d'une usure exceptionnelle du matériel ainsi que de difficultés croissantes pour l'approvisionnement en combustible. Les derniers achats de charbon ont été faits à 115 fr la tonne. Aussi l'on conçoit que, pour cette raison et par suite aussi de l'accroissement exceptionnel des fournitures de force motrice par rapport à la vente de courant d'éclairage, tous les éléments des prix de revient qui avaient servi de base à la Convention avec la ville se trouvent renversés.

Aussi la Compagnie, faisant état du récent arrêt du Conseil d'État dans l'affaire de Bordeaux qui a été accepté par de nombreuses municipalités, poursuit-elle devant les tribunaux administratifs des demandes de compensation qu'elle n'a pu faire aboutir à l'amiable auprès de la Ville de Paris dont la participation aux recettes s'est pourtant élevée en 1915 à 3 millions et en 1916 à 4 263 327 fr.

Le Conseil a proposé de répartir aux actions un dividende de 4 pour 100, soit 10 fr brut par action et de reporter à nouveau 1 397 516 fr.

Cette résolution a été adoptée à l'unanimité par l'Assemblée qui a renouvelé à M. Sartiaux son mandat d'administrateur pour une nouvelle période de six années.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Dépenses de premier établissement	196 256 403,83
Mobilier et installations	1 631 041,48
Prime de remboursement des obligations	2 375 000 »
Caisse et banques	7 649 126,04
Valeurs en portefeuille	6 814 098,95
Cautionnements	2 031 296,10
Approvisionnements	5 470 176,77
Comptes débiteurs	16 821 388,05
Transformation de l'éclairage public	741 295,24
	239 789 826,46

Passif.

	fr
Capital social	100 000 000 »
Obligations :	
En circulation	93 299 500 »
Amorties	6 700 500 »
Réserve pour amortissement des actions	6 830 936,88
Réserve légale	485 503,97
Bénéfices reportés des exercices antérieurs	1 224 575,52
Comptes créditeurs	25 567 213,64
Bénéfice de l'exercice	5 681 596,45
	239 789 826,46

Compagnie Electromécanique.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES ORDINAIRE ET EXTRAORDINAIRE DU 22 JUIN 1917.

Les affaires de la Compagnie Electromécanique se sont encore développées pendant l'exercice 1916 et l'augmentation de capital réalisée lors des assemblées générales extraordinaires des 5 janvier et 12 mars 1917 lui permettra d'accroître de plus en plus ses moyens d'action.

La Compagnie a livré ou pris en commande, en dehors du matériel de guerre proprement dit, plus de 400 000 ch, tant en turbines à vapeur qu'en machines électriques.

Les bénéfices réalisés au cours de l'exercice ont été de 2 790 514 fr, sur lesquels il a été prélevé 235 975 fr pour le service des obligations et 1 612 297 fr pour divers amortissements.

Le solde du compte profits et pertes, comprenant le report de 76 685 fr de l'exercice précédent, s'élève à 912 241 fr, ce qui a permis de distribuer aux actions un intérêt de 8 pour 100, soit 40 fr, payable à dater du 30 juin 1917.

Le solde de 65 048 fr a été reporté à nouveau.

Une assemblée générale extraordinaire, réunie le même jour, a décidé de porter de 11 à 15 le nombre maximum des membres du Conseil d'administration.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Actif liquide	3 022 500,56
Emprunt 5 pour 100, bons de la Défense nationale	1 002 132,25
Titres en portefeuille	85 297,30
Débiteurs divers	8 565 280,13
Paiements anticipés aux fournisseurs	1 206 584,74
Marchandises en magasin	2 755 436,07
Dépenses sur affaires en cours	9 386 561,10
Brevets d'invention	1 »
Terrains	1 082 683,57
Immeubles	3 402 500 »
Machines-outils	1 973 000 »
Outillage	1 »
Mobilier	2 »
Modèles	1 »
	32 481 980,72

27 b

Digitized by Google

Passif.

	fr
Capital social	10 000 000 »
Obligations en circulation	4 676 000 »
Coupons d'obligations restant à payer	133 492,74
Créditeurs divers	9 714 865,56
Règlements anticipés des clients	6 113 809,16
Réserve légale	151 572,10
Réserve spéciale	750 000 »
Bénéfices nets de l'exercice	942 241,16
	32 481 980,72

Société Versaillaise de tramways électriques et de distribution d'énergie.

Assemblée générale ordinaire du 26 mars 1917.

Les deux services, tramways et distribution d'énergie, ont vu leurs recettes s'accroître pendant l'exercice, pour le premier de 675055 fr à 782039 fr, et pour le second de 494826 fr à 623522 fr, en sorte que les recettes totales ont augmenté de 235680 fr. Mais les dépenses, en raison de l'élévation des prix du charbon, des redevances à la ville et des salaires, ont passé de 723148 fr à 971826 fr, en accroissement de 248677 fr. Le bénéfice brut d'exploitation, qui a été de 433736 fr, a donc été en diminution de 12996 fr.

Ces résultats ont cependant permis d'augmenter le dividende supplémentaire qui, en plus des dividendes statutaires de 6 pour 100 aux actions de priorité et de 5 pour 100 aux actions ordinaires, a été de 1 pour 100, soit 5 fr pour toutes les actions, supérieur de 2,50 fr à celui de l'année précédente.

En dehors de la réserve statutaire et des amortissements figurant au bilan, il a été ouvert un nouveau compte « Fonds de réserve disponible » qui a été doté de 110000 fr prélevés sur les bénéfices de l'exercice et qui est destiné à faire face aux dépenses d'entretien ajournées d'une année à l'autre, ou les frais des grosses réparations; le fonds de prévoyance, constitué sur les bénéfices des précédents exercices et s'élevant à 550000 fr, a été jugé suffisant pour parer à toutes les éventualités.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Terrains	25 500 »
Usine	1 701 228,36
Dépôt rue de Béthune, kiosques et bureaux	145 293,66
Matériel roulant	530 178,20
Ligne aérienne et feeders	335 022,84
Voies ferrées	965 786,97
Saint-Cyr	396 373,75
Eclairage	1 726 281,56
Dépôts et cautions	64 327,22
Approvisionnements en magasin	206 747,73
Débiteurs divers	225 394,95
Caisse, banquiers et portefeuille	284 911,43
Prime de remboursement des obligations	328 635 »
	6 935 681,67

Passif.

	fr
Capital :	
Actions ordinaires	2 775 000 »
Actions de priorité	164 000 »
Obligations 4 pour 100	2 419 500 »
Réserve statutaire	143 203,34
Amortissement du capital	61 000 »
Amortissement des obligations	150 770 »
Fonds de prévoyance	550 000 »
Créanciers divers	336 329,12
Profits et pertes	335 879,21
	6 935 681,67

L'Energie Industrielle.

Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917.

La progression des bénéfices pour les différents réseaux exploités directement par l'Energie Industrielle a continué pendant l'exercice et les résultats d'exploitation se traduisent pour l'ensemble par un bénéfice total de 867766 fr contre 720455 fr en 1915, soit une augmentation de 147310 fr en faveur de 1916.

En ajoutant à ces bénéfices d'exploitation les recettes et redevances, bénéfices sur travaux, intérêts et changes, on obtient ainsi au crédit du compte « Profits et pertes » une somme de 1146525 fr, en progression de 181981 fr sur l'exercice précédent.

Le bénéfice net, déduction faite des intérêts et amortissement des obligations de frais généraux, ressort à 580430 fr contre 429977 fr en 1915, soit une augmentation de 150452 fr.

Le solde à répartir, comprenant le report à nouveau de l'exercice précédent, s'élève à 580909 fr, sur lesquels, après dotation de la réserve légale, il a été attribué 550000 fr à la réserve pour amortissement du matériel d'usine. Le solde de 1887 a été reporté à nouveau. Les réserves de la Société, indépendamment de la réserve légale et de celle représentée par l'amortissement des obligations, sont ainsi portées à la somme de 1 million de francs.

Le Conseil étudie un projet pour la répartition de ces réserves entre les actionnaires ainsi que pour l'absorption de plusieurs Sociétés filiales et même de plusieurs autres entreprises, qui sera soumis à une prochaine assemblée générale.

D'autre part, en raison des résultats favorables des exploitations pendant le premier semestre 1917, le Conseil a procédé à la distribution d'un acompte de 4 pour 100 sur l'exercice 1917 payable à partir du 15 juillet 1917.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Usines, réseaux et concessions	8 245 173,48
Caisse, banques et bons du Trésor	599 675 »
Effets à recevoir	208 786 »
Débiteurs divers	2 939 632,32
Portefeuille	3 413 876,20
Cautionnements	20 200 »
Compteurs en location	228 921,49
Approvisionnements	474 010,49
Prime de remboursement des obligations	1 »
Frais de constitution de la Société, émission des actions et obligations	1 »
Prime de remboursement, frais d'émission, obligations 1916	84 818,84
	16 215 895,82

Passif.

	fr
Capital actions	5 000 000 »
Réserve légale	117 011,39
Réserve pour amortissement matériels, usines	450 000 »
Amortissement des obligations	273 000 »
Capital obligations (amortissements déduits)	7 199 000 »
Part du coupon couru et non échu	89 987,50
Effets à payer	833 045,80
Créanciers divers	1 601 844,05
Coupons échus restant à payer	70 297,85
Profits et pertes :	
Anciens	478,69
Bénéfice de l'exercice	580 430,54
	16 215 095,82

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

La nouvelle loi fiscale du 31 juillet 1917 et les usines électriques

Notre collaborateur Paul Bougault a choisi dans la loi du 31 juillet 1917 qui sera applicable à partir du 1er janvier 1918 les parties qui peuvent particulièrement intéresser les industries électrique et hydro-électrique.

La loi du 31 juillet 1917 contient une véritable révolution dans notre régime fiscal qui, en réalité, est en voie de disparaître, bien que plus que séculaire, pour être remplacé par un autre dont nous allons actuellement faire l'expérience : comme on l'a fort bien dit, la date du 31 juillet 1917 est pour nos *quatre vieilles* ce que la nuit du 4 août 1789 a été pour l'ancien régime féodal. Aussi la nouvelle loi avait-elle été à peine signalée dans la presse (*Journal officiel* du 1er août 1917) que déjà nous arrivait cette question : en quoi les usines électriques, celles de distribution et celles qui utilisent pour leur consommation personnelle le courant qu'elles produisent (aluminium, produits électro-chimiques, métallurgie) peuvent-elles être touchées par les dispositions nouvelles ?

Cette question est susceptible ou d'une réponse très vague qui ne dira rien du tout, ou d'un ensemble assez complexe de réflexions : nous préférons les exposer très brièvement ci-dessous, en donnant une analyse sommaire de la loi, et en rattachant aux usines électriques les principes que nous rencontrerons.

I. — Les impôts que la loi du 31 juillet conserve. — Tout d'abord, l'article premier de la loi supprime les contributions personnelle-mobilière, des portes et fenêtres et des patentes ; les deux premières contributions supprimées n'intéressaient guère l'industrie qui nous est chère, car elles ne comportaient pour elle qu'une taxe bien modeste ; il n'en est pas de même pour la patente, et tous ceux qui ont eu beaucoup à s'occuper de cette contribution, et entre autres celui qui écrit ces lignes, applaudiraient à cette suppression, si elle était complète. Rien d'ennuyeux en effet comme l'évaluation d'une patente, surtout dans les usines hydro-électriques, dans lesquelles, en vertu d'une jurisprudence constante, la force motrice brute de la chute [1] doit entrer en ligne de compte, tandis qu'au contraire dans les usines thermiques, grâce à une exception contenue dans la loi de 1844, le matériel est évalué à l'état de repos. Il faut donc, dans les premières, se préoccuper de ce que vaut le cheval considéré en lui-même, ce qui n'est pas toujours très commode, et calculer ensuite la valeur locative du matériel qui le produit.

Mais cette disparition n'est que relative : et il ne faut point encore chanter victoire ; car si l'État ne doit plus rien percevoir au titre des patentes, il n'en est pas de même pour les communes et même pour les départements : en effet au titre VI (centimes communaux et départementaux), l'article 44 de la loi maintient la patente jusqu'au vote d'une loi nouvelle de remplacement qui sera spéciale aux finances municipales et départementales : l'impôt subsistera donc d'une façon lourde, dans chaque commune et, par conséquent, pour chaque usine, se greffant sur l'impôt général exigé par l'État sur le résultat complet de l'exploitation, ainsi qu'on le verra plus loin.

Il en résulte qu'il ne faudra pas abandonner l'habitude de vérifier les impositions à la patente de nos usines, pendant les années qui suivront la suppression de cet impôt, qui, comme on le sait, est annuel et peut être critiqué tous les ans.

Et, pendant que nous sommes aux usines, indiquons tout de suite que l'*impôt foncier* n'est pas supprimé : au contraire, il est augmenté d'une manière assez lourde puisque le taux de cette contribution foncière qui, par la loi du 29 mars 1914 avait été fixé à 4 pour 100 est brusquement élevé à 5 pour 100 (art. 47 de la nouvelle loi) ; il ne sera donc pas inutile pour les industriels de surveiller la manière dont ils sont taxés, et cela a une importance considérable pour les usines qui ont un *gros matériel*.

Ces mots étonneront peut-être bien des personnes peu au courant de ce qui s'est passé longtemps en pratique et de ce qui se passe subrepticement encore dans bien des cas, contrairement à la loi : on croit généralement que l'impôt foncier est simplement établi sur les bâtiments, ce que l'on appelle quelquefois la « carcasse »

[1] Personne n'ignore que la première opération du contrôleur est de demander quelle est la hauteur de chute et le débit ; en multipliant l'un par l'autre, il obtient la puissance, indépendamment des artifices hydrauliques qui la mettent en œuvre ; dans la région du Sud-Est le prix de location du cheval théorique varie, pour le fisc, entre 30 et 35 fr.

Digitized by Google

de la maison y compris les fondations, et que tout ce qui y est contenu est exempt de l'impôt foncier : c'est une erreur ; certaines parties du gros matériel peuvent parfaitement y être soumises ; mais, toutefois, l'article 22 de la loi du 29 mars 1914 a limité bien catégoriquement le principe, avec une précision sur laquelle il n'est pas inutile d'insister ; car elle est destinée à empêcher la persistance de différentes pratiques exagérées et illégales de l'administration. On sait que des meubles peuvent devenir immeubles dans certains cas : notamment quand ils sont consacrés volontairement par un propriétaire d'une façon perpétuelle à l'exploitation du fonds : par exemple le Code civil dans son article 524 indique que les animaux attachés à la culture, qui sont évidemment des meubles pris isolément, deviennent des immeubles par la destination qui leur est donnée. De même, une canalisation d'eau qui, avant d'être placée dans une maison est un objet mobilier, devient immeuble, parce que son propriétaire, en l'incorporant à son fonds, et en en faisant une partie intégrante de sa maison, l'a fait sortir de la catégorie juridique à laquelle elle appartenait.

Mais, parmi ces meubles qui, obligatoirement changent ainsi de catégorie, il s'en trouve qui sont énumérés dans l'article 525 du Code civil : ce sont ceux qui sont scellés dans l'immeuble ou qui y possèdent une fondation spéciale. Or, le fisc avait bien consenti à ne pas imposer absolument tous les immeubles par destination : par exemple, il n'avait jamais soutenu qu'un troupeau fût un immeuble, rentrant dans la taxation fiscale de l'impôt foncier ; mais pour les meubles incorporés dans le bâtiment ou bien jouissant d'une fondation spéciale, il avait sans hésiter perçu le droit exigible à titre foncier, ce qui était son droit. Enfin, emporté par la vitesse acquise — et c'est ce qui est très important à déterminer — il avait fini par considérer que les objets même *non munis* de scellement, même *sans fondation spéciale*, devaient être considérés comme immeubles, à la seule condition qu'ils fussent très lourds : c'est ce qu'on appelait, en termes élégants : *l'adhérence par le propre poids :* ainsi, par exemple, une dynamo ou un alternateur, sans scellement, et sans fondation, était taxé par un contrôleur comme un immeuble, et frappé à l'impôt foncier. L'article 22 de la loi du 29 mars 1914 (loi qui a été peu lue et peu étudiée parce que, quatre mois après son apparition, la plupart d'entre nous avaient autre chose à faire de plus important et de plus angoissant) a été créé pour bien spécifier qu'en matière d'impôt foncier, il ne pourrait plus y avoir de meubles immobilisés en dehors de ceux qui ont un scellement et une fondation spéciale dans l'immeuble considéré.

Voici en effet le texte de l'article 22 qui, sans les explications qui précèdent, risquerait d'être obscur : « Lors de la revision périodique, sera considéré comme imposable à la contribution foncière des propriétés bâties l'*outillage des établissements industriels* attachés au fonds à perpétuelle demeure, dans les conditions indiquées au premier paragraphe de l'*article 525 du Code civil* ou reposant sur des fondations spéciales faisant corps avec l'immeuble. La théorie de l'adhérence par le propre poids a vécu. Et tous les industriels qui savent évidemment que la revision de la contribution foncière a lieu tous les dix ans, feront bien de ne pas oublier de surveiller leurs taxations à la première revision décennale. Et cela leur sera d'autant plus commode que, par une disposition spéciale de la même loi du 29 mars 1914, les agents de l'administration sont obligés d'abord de faire une évaluation distincte en ce qui concerne le matériel et le bâtiment qui le contient, et ensuite de communiquer aux propriétaires cette évaluation, afin que celui-ci, dans le délai d'un mois, fasse les observations qui lui paraîtraient utiles, sans perdre le droit à se pourvoir au contentieux si ses réclamations ne sont pas suivies d'effet.

Ceci étant expliqué relativement aux contributions qui restent, nous allons passer à des considérations relatives aux impôts nouveaux créés en remplacement de la part de l'Etat qui disparaît dans les impôts anciens.

II. Impôts de création nouvelle : l'impôt sur le bénéfice déclaré. — La loi nouvelle admet que la *base* de l'impôt doit être le *bénéfice* que tout commerçant fait dans son commerce ou dans son industrie : le taux en est fixé par l'article 12 à 4,50 pour 100 ; et ce pourcentage sera pris soit sur le bénéfice déclaré par l'industriel, soit forfaitairement apprécié par le contrôleur d'après le chiffre annuel d'affaires : un tarif pour chaque profession sera établi, si bien que le montant du chiffre des ventes sera censé correspondre à un bénéfice déterminé. Nous n'avons point à nous préoccuper du deuxième mode pour ce motif bien simple que toutes les affaires importantes en matière d'électricité sont exploitées par des sociétés anonymes qui, étant tenues à la publication de leurs bilans, ne peuvent connaître d'autres méthodes d'imposition que la déclaration.

Mais ce qui est très important, c'est de bien connaître comment se fera le calcul du bénéfice net ; et nous recommandons la lecture attentive de l'article 4 dont nous allons analyser les différentes phrases.

Sont imposés sur leur bénéfice net, *après déduction de toutes charges, y compris la valeur locative des immeubles affectés* à l'exploitation *et les amortissements généralement admis* d'après les usages de chaque nature d'industrie ou de commerce, les sociétes dont les bilans sont obligatoirement communiqués à l'administration de l'enregistrement.

Diverses réflexions s'imposent à la lecture de ce texte.

a) Il faut tout d'abord remarquer — c'est l'évidence même — que le bénéfice doit être absolument net : par conséquent les usines qui sont déjà taxées à la contribution spéciale des bénéfices de guerre devront compter parmi les frais généraux la somme qu'elles verseront à l'État en vertu de cet impôt spécial. Cela a été dit tout au long à la séance du Sénat du 31 juillet 1917, par le président de la Commission sur une observation très utile de M. le sénateur Touron. On appliquera, par conséquent, à la méthode de calcul du bénéfice net tel qu'il est envisagé par la loi nouvelle, celle que l'on applique déjà à l'impôt sur le revenu qui comporte, ainsi qu'on le

Digitized by Google

sait, la déduction de l'impôt du bénéfice de guerre ; et l'on n'appliquera pas le système employé pour le calcul de ce dernier impôt : on sait, en effet, que la Commission supérieure n'a pas admis que la part de bénéfices alloués à l'État fût inscrite dans les frais généraux, parce que cela reviendrait à supprimer à l'Etat une part dans l'Association qu'il a faite avec tous les industriels qui, pendant la guerre, ont fait d'heureuses affaires.

b) Et le calcul du bénéfice net doit tenir compte dans les frais généraux d'un élément dont l'absence créerait une véritable injustice pour ceux qui travaillent dans des immeubles qui leur appartiennent : ainsi, si je n'étais que locataire de mon usine, j'inscrirais aux frais généraux le prix de ma location, puisqu'il constitue *une charge* dans le langage de la comptabilité la plus vulgaire : donc, il serait inique que, si je suis propriétaire du local dans lequel je travaille, je sois moins favorisé que mon concurrent qui n'est que locataire : pour évaluer la différence, la loi dit que je devrai faire entrer en ligne de compte la valeur locative de mon établissement, le loyer que je paierais à un autre et que je suis censé me payer à moi-même [1].

c) Le bénéfice net ainsi déclaré est examiné par le contrôleur qui peut demander (art. 5) aux intéressés tous les renseignements dont il a besoin, et c'est à lui qu'il appartient de fixer la somme à payer, sauf le recours contentieux qui est ouvert aux contribuables. Comme la loi n'a indiqué ni procédure ni compétence nouvelle, il faut admettre que ce sera la juridiction administrative (Conseil de préfecture et sur appel Conseil d'État), qui continuera à être compétente pour recevoir les réclamations et juger les instances : du reste, la loi l'indique clairement quand elle renvoit par son article 51 aux articles 21 à 24 de la loi du 15 juillet 1914 relative à l'impôt sur le revenu.

d) Mais, tandis que les éléments sur lesquels la patente était établie devaient être évalués par le contrôleur pour une année, sans rappel possible en cas d'erreur et d'oubli de la part du fonctionnaire, quand l'année était écoulée, la nouvelle loi contient une disposition qui permet de réclamer, même en dehors de toute mauvaise foi ou de dissimulation de la part du contribuable, un supplément de cotisation au cours des cinq années suivant l'imposition. La mauvaise foi serait punie du doublement de la portion du bénéfice dissimulé.

III. Impôt a la charge des salariés. — Déclaration a la charge des sociétés. — Une disposition contenue au titre IV de la loi intéresse les sociétés électriques aussi bien que toutes les autres sociétés qui emploient des mandataires rémunérés ou des salariés de toute nature. En effet, non seulement les traitements publics, mais encore les traitements privés, émoluments, salaires, etc., sont taxés et doivent payer l'impôt à concurrence de 3,75 pour 100 sur la partie du traitement qui excède :

« 1500 fr si le contribuable est domicilié dans une commune de moins de 10000 habitants ;

» 2000 fr si le contribuable est domicilié dans une commune de 10001 à 100000 habitants ;

» 2500 fr si le contribuable est domicilié dans une commune de plus de 100000 habitants.

» 3000 fr si le contribuable est domicilié à Paris, dans le département de la Seine et dans les communes de la banlieue dans un rayon de 25 km des fortifications de Paris.

» En outre, pour le calcul de l'impôt, la fraction du revenu imposable comprise entre le minimum exonéré et la somme de 5000 fr est comptée seulement pour moitié. »

Il est bien évident que la loi ne pouvait compter sur le zèle des salariés à se révéler : aussi n'a-t-elle point hésité à obliger tout particulier ou toute société à remettre dans le courant du mois de janvier de chaque année au contrôleur des contributions directes, un état indiquant les noms et adresses des personnes qu'ils ont occupées au cours de l'année précédente, le montant des traitements, salaires et rétributions payés à chacune d'elle pendant ladite année, la période à laquelle s'applique ces paiements lorsqu'elle est inférieure à une année, mais supérieure à trente jours consécutifs.

Quelques sociétés se sont effrayées de cette déclaration et demandent si elles doivent donner l'état de tout ce qu'elles payent à leurs ingénieurs, surveillants d'usines, gardes-lignes, etc...

Cela prouve qu'elles ont lu d'une façon trop rapide et en tout cas insuffisante l'article 26 de la loi, dont le dernier alinéa déclare : « l'obligation n'existe pour la société qu'en ce qui concerne les personnes dont les traitements, salaires ou rétributions dépassent le minimum assujetti à l'impôt » ; c'est donc à la société à faire le calcul, d'après le salaire qu'elle donne et d'après la déduction qui est imposée par le nombre d'habitants de la commune où le salarié a son domicile. Elle devra faire sa déclaration, en conséquence, pour ne pas s'exposer à l'article 29 qui contient une pénalité assez sévère : toute infraction, dit-il, aux articles 26 et 27 de la loi donnent lieu à l'application d'une amende de 5 fr encourue autant de fois qu'il est relevé d'omissions ou d'inexactitude dans les renseignements qui doivent être fournis en vertu de ces deux articles (amende administrative prononcée par le Conseil de préfecture et notifiée par ses soins).

IV. Impôt sur les revenus des créances, dépots et cautionnements. — C'est sur ce chapitre que s'est révélé, au moment du vote de la loi, le maximum d'incohérence dans la façon dont le texte a été compris à la Chambre des députés : disons immédiatement que, très heureusement, dans la séance du Sénat, le 31 juillet 1917,

[1] Il est évident que cette valeur locative est celle qui est fixée en tenant compte de tous les *éléments que comporte l'usine*, c'est-à-dire de la valeur locative telle que le fisc se plait à la prendre pour la patente, comprenant non seulement le matériel fixe, imposable à l'impôt foncier, mais le matériel mobile, et tout ce que je louerais avec l'usine, si elle appartenait à un autre, bien que souvent il ne figure pas dans ma comptabilité.

Digitized by Google

les choses ont été remises au point et que, maintenant, nous savons à quoi nous en tenir.

Personne n'ignore que depuis longtemps (depuis la loi de 1872) tout porteur de titres qui touche son coupon est obligé de payer un impôt sur le revenu de ce coupon, impôt dont la société fait l'avance au fisc, sauf à en récupérer le montant sur son obligataire ou sur son actionnaire : l'impôt fixé d'abord à une somme modique, a été rapidement élevé selon la jurisprudence constante, du 3 pour 100 au 4 pour 100 par la loi du 26 décembre 1890, à 5 pour 100 par l'article 11 de la loi du 30 décembre 1916 et est étendu par la nouvelle loi aux intérêts des créances hypothécaires ou chirographaires, et aux intérêts des dépôts de sommes d'argent à vue ou à échéance fixe et aux cautionnements en numéraire (art. 38). Cette disposition extensive était absolument nécessaire dans le système fiscal tel qu'il a été admis, c'est-à-dire dans le système qui se refuse à considérer comme une charge l'intérêt de l'argent employé dans l'industrie : si l'on avait oublié la disposition qui consiste à frapper d'un impôt l'intérêt d'un capital reçu d'une autre personne, on n'aurait qu'à emprunter des capitaux à des tiers, au lieu de travailler avec ses propres fonds; il est bien évident que l'on aurait alors à inscrire au chapitre des charges les intérêts ainsi payés et l'on obtiendrait ce résultat singulier que l'on devrait redouter l'emploi de son propre argent et lui préférer celui d'un capital étranger; ce n'est cependant pas ce que le législateur a pu désirer.

Mais l'impôt sur l'intérêt du capital emprunté n'est vraiment sensé que si on le limite au revenu du capital emprunté ou, si l'on veut, avancé par les banquiers, car un capital avancé n'est au fond qu'un capital prêté, par exemple, quand un particulier dépose ses titres chez un banquier, et que celui-ci, touchant ses coupons, en inscrit le montant au compte du déposant, et sur ce montant lui fournit des intérêts semestriels, il ne fait en réalité que donner la rémunération d'un capital qui lui est prêté par le déposant au lieu d'être retiré le lendemain de l'échéance du coupon comme cela serait parfaitement possible. Mais ce qui serait parfaitement absurde, c'est que le compte courant qui est un mode de recouvrement commercial et qui peut produire à chaque arrêté de compte des intérêts au bénéfice de l'un ou de l'autre des contractants, fût assimilé au compte de dépôt et tombât sous le coup de l'impôt; car, comme l'a fait très heureusement remarquer M. Touron, l'une de ces deux choses peut se produire : ou bien la Société fait sa déclaration de bénéfice au moyen de son bilan; dans ce cas le solde du compte courant apparaît ipso facto dans ce bilan au compte de profits et pertes, au poste où il doit être, et le revenu s'il existe sous forme d'intérêts en excédent est évidemment taxé; ou bien l'impôt sur le bénéfice est évalué forfaitairement par le chiffre d'affaires, et le forfait joue évidemment aussi bien pour la partie des comptes courants créditeurs chez le banquier que pour toutes les autres sources de bénéfices.

Ces principes avaient été compris de la manière que nous venons d'indiquer à peu près par tout le monde; à la Chambre des députés dans la séance du 18 juillet 1917 (*Journal officiel* du 19, p. 1858), un député, M. Pain, afin de faire mieux préciser, et trouvant insuffisamment clairs les termes dont le sénateur Perchot s'était servi dans son rapport demanda au rapporteur de la loi, M. Dumesnil, de bien indiquer que tout ce qui n'aurait pas le caractère juridique d'un prêt, d'une avance, serait exempt d'impôt. Mais il n'obtint que cette réponse déconcertante : « les comptes courants doivent payer ». Ce n'est évidemment pas encourageant pour ceux qui raisonnent, non pas seulement sur les mots, mais sur les choses, ni pour l'honorable député qui, au lieu d'avoir la précision normale et mathématique qu'il sollicitait, ne recevait qu'une réponse diamétralement opposée à la thèse très nette développée au Sénat. Cela ne s'explique que par l'idée bien arrêtée de la Chambre de terminer coûte que coûte la discussion en un seul jour.

Heureusement, le Sénat a bien voulu admettre que le travail à l'heure ne suffit pas pour éclaircir les questions, et à la demande de M. Touron, M. Deligne, directeur général de l'enregistrement, faisant fonction de commissaire du gouvernement, a fait les déclarations suivantes qui peuvent se résumer dans quelques phrases très courtes mais très nettes :

a) Les intérêts du compte courant ne seront pas soumis à l'impôt, parce qu'ils ne présentent pas le caractère juridique du prêt ou de l'avance assimilée au prêt;

b) On reconnaîtra le compte courant à ses éléments juridiques qui sont les suivants : transport de propriété au profit du récepteur de toutes les valeurs qui entrent dans le compte intervenu entre les parties; novation des créances passées au compte courant; confusion de tous les articles du compte dans un ensemble indivisible; production des intérêts de plein droit au profit du remettant avec abandon de la compensation immédiate;

c) Si un compte courant n'est créé que sur le papier, ou, plus exactement, s'il y a fausse création, sous la dénomination vicieuse du compte courant, d'un compte qui, véritablement, est un pur compte de dépôt ou, d'avance, les intérêts seront taxés et, sur ce point, le commissaire du gouvernement a très heureusement cité un arrêt de la Cour de cassation rendu le 3 décembre 1901, pour l'application de la loi de 1872, qui a déclaré inacceptable un compte courant entre une société immobilière et une société de banque, alors que l'on aurait vainement cherché la réciprocité des remises se traduisant en articles de crédit et de débit distincts, destinés à se balancer en solde définitif à la clôture du compte.

Ainsi compris, l'article 38 est compréhensible, d'autant plus que le ministre des Finances ayant à choisir entre l'opinion du commissaire du gouvernement au Sénat et le propos tenu à la Chambre des députés par le rapporteur a dit formellement que ce dernier s'était trompé (voir le *Journ. officiel* du 1er août 1917 séance du 31 juillet, p. 804, Sénat).

De même que la loi s'est méfiée des salariés pour la déclaration des salaires qui doivent être frappés par l'impôt, de même, au sujet des comptes d'avance ou de

Digitized by Google

prêt qui doivent être tarifés, elle se méfie des débiteurs : et elle impose aux créanciers de retenir l'impôt au moyen de l'apposition de timbres mobiles sur la quittance ou tout autre écrit constatant le paiement ou l'inscription au crédit d'un compte des intérêts, arrérages ou tous autres produits. Et comme il fallait bien que la possibilité d'une fraude fût découragée par la crainte d'une répression sévère, l'article 40 déclare que le droit étant à la charge exclusive du créancier, le débiteur n'en est pas moins tenu solidairement : et les infractions seront punies d'une amende de 50 fr, à la charge de chacun des contrevenants, indépendamment du paiement par le créancier d'une amende égale au quintuple des droits dont le Trésor a été privé pour chacune des années antérieures à celle de la découverte de l'infraction, sans toutefois que le droit de répétition puisse s'étendre à plus de dix années.

Enfin sur ce chapitre, nous devons encore mentionner un article assez intéressant pour les sociétés modestes qui, n'ayant point encore un crédit considérable, sont obligées, pour avoir des prêteurs, de donner une garantie hypothécaire sur leurs usines ou sur leurs chutes d'eau. Et cette hypothèse doit être d'autant plus remarquée que sur les rivières non navigables ni flottables, les chutes sont aujourd'hui susceptibles d'hypothèques, et que, si le texte en projet sur les chutes franchit victorieusement les deux degrés du Parlement, un article sera voté qui permet l'affectation hypothécaire même des chutes *établies par concession sur le domaine public*.

Il est dit dans l'article 42 que le propriétaire d'un immeuble grevé d'un droit réel pour servir de garantie à une créance a droit à un dégrèvement jusqu'à concurrence de la fraction de cet impôt frappant un revenu égal aux intérêts de ladite créance. Ainsi, par exemple, si un immeuble produit un revenu de 100 000 fr, et s'il est donné hypothécairement en garantie d'une somme prêtée d'une valeur de 10 000 fr, l'impôt foncier sera diminué d'un dixième. La même déduction aura lieu sur l'impôt du revenu afférent aux valeurs mobilières qui seraient données en nantissement d'une créance : mais comme il s'agit d'exemption, en matière d'impôt on ne saurait s'étonner que la loi ait soumis son obtention à des demandes qui doivent être nécessairement, sous peine de forclusion, présentées dans un délai déterminé.

Avant de nous résumer, nous ferons encore une observation qui sera sûrement bien accueillie par les personnes qui aiment avant tout les termes rigoureusement exacts : la nouvelle loi est souvent appelée dans le public « loi sur le revenu » c'est une erreur qui pourrait dégénérer en confusion, car la loi sur le revenu est le texte qui a été consacré le 15 juillet 1914 et qui frappe l'ensemble des revenus de tout citoyen non exempté, c'est-à-dire l'impôt établi sur un chiffre global afin de terminer le couronnement de l'édifice fiscal. La loi dont nous venons de donner l'analyse doit être appelée la loi de l'*impôt cédulaire* sur les revenus : le mot cédulaire qui vient du mot latin *schedula* petit billet, ou feuillet, indique que dorénavant chaque revenu fera l'objet d'une estimation inscrite sur feuille spéciale, dont la totalisation donnera la charge complète du contribuable, le surplus étant le revenu qui reste au contribuable et qui est alors frappé de l'impôt, non plus cédulaire mais complémentaire, de la loi de 1914.

En résumé, nous dirons :

a) Bien que la loi s'intitule également loi de suppression et de remplacement des contributions actuelles, il faut tenir compte que, pour l'État, la contribution foncière des propriétés bâties et non bâties reste entière, et que, pour les communes et les départements, les contributions personnelle-mobilière, des portes et fenêtres et de la patente, subsistent inchangées jusqu'à nouvel ordre.

b) Que l'impôt foncier des propriétés bâties est revisable tous les 10 ans et que cette revision intéresse toutes les usines à gros matériel, pour lesquelles le fisc a eu souvent la main très lourde, le matériel scellé ou ayant des fondations spéciales étant le seul qui aujourd'hui est taxable.

c) Les usines employant un très grand nombre de salariés sont tenues de faire connaître leur nom et le montant de leurs salaires, mais seulement dans le cas où ce salaire dépasserait la partie non exemptée dans la commune.

d) Les sociétés qui ont recours à des avances provenant de leurs banquiers ne devront point s'étonner si ceux-ci leur demandent une quittance constatant qu'ils ont bien versé le montant des intérêts qu'ils devaient, étant donné que des timbres mobiles doivent être apposés sur la quittance pour couvrir les frais du fisc.

Paul BOUGAULT,
Avocat à la Cour de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Proposition de résolution tendant à l'interdiction des boissons alcooliques (1).

La guerre a permis de connaître les ravages profonds que l'alcool avait faits parmi la population française : sur 100 000 réformés n° 2 pour tuberculose, la moitié au moins sont devenus tuberculeux par alcoolisme. Il importe donc que le gouvernement prenne, le plus tôt possible, des mesures rigoureuses pour enrayer le fléau.

D'un autre côté, dans ces temps de restrictions générales, il est incompréhensible que, seule, la consommation de l'alcool ne soit pas limitée, alors que les matières qui servent à sa fabrication peuvent être utilisées pour l'alimentation des hommes et des animaux.

(1) Rapport fait au nom de la Commission de l'hygiène publique, chargée d'examiner la proposition de résolution de M. Henri Schmidt et plusieurs de ses collègues, tendant à l'interdiction des boissons alcooliques, par M. Gabriel Maunoury, député. *Journal officiel*, 7 août 1917, Documents parlementaires de la Chambre, séance du 19 juin 1917, annexe n° 3 425, p. 852.

Digitized by Google

Ce qui est encore plus extraordinaire, c'est que cet alcool qu'on vend sans aucune restriction dans tous les débits de boissons, manque pour les besoins de l'industrie et en particulier pour la fabrication des poudres, et que le service de santé a été obligé d'en réglementer sa consommation pour les usages chirurgicaux ou antiseptiques.

Pour ces diverses raisons, la Commission de l'hygiène publique donne un avis favorable à la proposition de M. Schmidt, et tout en faisant une concession au sujet des liqueurs de prix telles que cognac et armagnac qui ne sont pas utilisées pour la fabrication des poudres et dont les prix très élevés offrent une garantie entre les dangers d'alcoolisme, elle conclut à l'urgence du vote de la proposition de résolution suivante :

La Chambre invite le gouvernement à déposer avant un mois, suivant la procédure d'urgence, un projet de loi interdisant, pendant la durée de la guerre, la vente à consommer et à emporter de toutes les boissons alcooliques titrant plus de 18° et à réserver tout l'alcool pour la fabrication des munitions pour les usages médicaux et pour les emplois industriels indispensables.

Arrêté portant ouverture d'un concours pour l'admission à l'Ecole supérieure des Postes et des Télégraphes (section des élèves ingénieurs), concours exclusivement réservé aux militaires et marins réformés n° 1 ou retraités par suite de blessures reçues ou de maladies contractées devant l'ennemi au cours de la guerre actuelle.

Le « Journal officiel » du 10 juillet 1917 publie, p. 5300 l'arrêté suivant, pris en date du 25 juin 1917 par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

Article premier. — Par dérogation aux dispositions des articles 1 et 3 de l'arrêté du 30 mars 1912, il sera ouvert à Paris, le 12 novembre 1917, pour l'admission à l'Ecole supérieure des Postes et des Télégraphes (section des élèves-ingénieurs) un concours spécial exclusivement réservé aux officiers des armées de terre et de mer retraités par suite d'infirmités résultant de blessures reçues ou de maladies contractées devant l'ennemi au cours de la guerre actuelle, aux sous-officiers, caporaux, brigadiers et soldats et officiers mariniers, quartiers-maîtres et marins réformés n° 1 ou retraités pour les causes spécifiées ci-dessus.

Toutefois, les candidats en instance de retraite ou de réforme pour les raisons indiquées au paragraphe précédent, pourront être admis à prendre part aux épreuves et en cas de succès, à suivre les cours de l'Ecole supérieure.

Ils ne seront, en aucun cas, nommés élèves-ingénieurs ou ingénieurs avant d'avoir été rayés des contrôles de l'armée, soit par suite de mise à la retraite, soit pour réforme n° 1.

L'administration comptera cependant leur ancienneté de service à partir du jour de leur entrée à l'école.

Les candidats devront être de nationalité française.

Art. 2. — Le nombre maximum des candidats à admettre est fixé à quatre.

Art. 3. — Pourront être admis à prendre part à ce concours les anciens militaires visés à l'article premier, possédant une aptitude physique suffisante pour répondre aux exigences du service d'ingénieur et âgés de moins de trente ans au 16 octobre 1917.

Cette limite de trente ans sera augmentée d'une durée égale à celle des services militaires accomplis.

Art. 4. — Les candidats seront examinés par le Comité médical régional siégeant à Paris. Ils ne pourront être admis à concourir qu'autant que leur aptitude physique à remplir les fonctions d'ingénieurs aura été reconnue par ledit comité.

Art. 5. — Les demandes d'admission, contenant l'indication des langues étrangères sur lesquelles les candidats désirent être interrogés, seront adressées à l'Administration centrale des Postes et des Télégraphes (direction du personnel, 1er bureau); elles devront parvenir avant le 16 septembre 1917.

Chaque candidat joindra à sa demande :

1° Un extrait de son acte de naissance; pour les militaires des régions envahies et en cas d'impossibilité de produire cette pièce, l'extrait de l'acte de naissance sera remplacé par une attestation signée de quatre habitants majeurs évacués de la même commune, cette attestation devra être légalisée par le maire de la commune ou, à Paris, de l'arrondissement où réside le candidat;

2° L'état signalétique et des services; ce document devra contenir l'indication aussi précise que possible des circonstances dans lesquelles le militaire a été atteint de la blessure ou de la maladie qui a entraîné son infirmité;

3° L'appréciation du chef de corps ou du directeur du service auquel appartenait le candidat, sur la moralité, la tenue, la conduite et les aptitudes spéciales de ce dernier; en cas d'impossibilité de fournir cette pièce, tous renseignements de nature à en tenir lieu.

Art. 6. — Les épreuves exigées des candidats consisteront en compositions écrites et en examens oraux sur les matières du programme annexé à l'arrêté du 30 mars 1912.

Art. 7. — La connaissance de la langue anglaise ou de la langue allemande est obligatoire; la connaissance des autres langues est facultative ; il en sera tenu compte pour le classement.

Art. 8. — Les candidats ne pourront conserver, pour leurs compositions écrites, qu'une table de logarithmes et une règle à calcul; ceux qui utiliseraient d'autres documents seraient exclus du concours.

Toute communication entre eux ou avec l'extérieur leur sera interdite.

Art. 9. — Le présent arrêté sera déposé au Secrétariat administratif des Postes et des Télégraphes pour être notifié à qui de droit.

Décret prohibant la sortie de divers produits.

Le « Journal officiel » du 6 août 1917 publie, p. 6105, le décret suivant pris en date du 31 juillet 1917 :

Article premier. — Sont prohibées, à dater du 6 août 1917, la sortie ainsi que la réexportation en suite d'entrepôt, de dépôt, de transit et de transbordement, des cheveux bruts ou ouvrés et des courroies de transmission en toutes matières.

Toutefois, des exceptions à cette disposition pourront être autorisées dans les conditions qui seront déterminées par le ministre des Finances.

Art. 2. — Le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et le ministre des Finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Cependant le « Journal officiel » du 7 août 1917 publie, p. 6119, un arrêté pris le 6 août 1917 par le ministre des Finances et qui autorise l'exportation et la réexportation de ces produits, sans autorisation spéciale, lorsque l'envoi a pour destination l'Angleterre, les dominions, les pays de protectorat et les colonies britanniques, la Belgique, le Japon, les Etats-Unis et la Russie, sous réserve, en ce qui concerne la Russie, de la souscription d'un acquit-à-caution à décharger par la douane russe, l'autorité consulaire française ou les Chambres de commerce russo-françaises.

Digitized by Google

# REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. TOME II. — N° 10. 8 SEPTEMBRE 1917.

Chronique. — Le contrôle administratif des distributions d'énergie électrique. — A propos du procédé radioscopique Niewenglowski. — Bibliographie : Bréviaire du manipulateur radiologiste, p. 361 et 362.

Section scientifique et technique. — Notes sur les surtensions produites par l'harmonique 3 et ses multiples dans les transformateurs triphasés, par Jacques DAMIEN, p. 363. — Théorème de la conservation de la puissance réactive, par G. SZARVADY, p. 366. — Revues analyses et informations : Système de téléphonie automatique de la Compagnie Thomson-Houston, p. 367; Principes fondamentaux d'un bon éclairage, par M. LEBLANC, p. 372; Les travaux du « National physical Laboratory » en 1916-1917, p. 376; Nécessité de l'homogénéité des circuits téléphoniques, p. 376.

Section industrielle. — Note sur la commande à distance et sur la commande automatique des circuits d'éclairage électrique, par A. CURCHOD, p. 377. — Des phénomènes instantanés qui se produisent dans le moteur asynchrone et de leur rapport avec sa manœuvre, p. 385. — Revues, analyses et informations : La station à vapeur de Buffalo, 210 000 kw, p. 385 ; Canalisations aériennes en aluminium, p. 389; Quelques notes sur les foyers électriques, p. 390.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Société Hydro-Électrique des Basses-Pyrénées, p. 391 ; Union gazière et électrique, p. 391. — Revues, analyses et informations : Chèques et comptes courants postaux, p. 392.

Section de législation. — Les distributions d'énergie électrique au point de vue du contrôle administratif, par MONMERQUÉ, p 395 — Législation, jurisprudence, réglementation : Décret relatif à l'organisation et au fonctionnement de l'Office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion et Décret instituant, auprès du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre, un Comité supérieur pour la coordination des secours publics et privés, soit en argent, soit en nature dans ces régions, p. 398; Arrêté relatif à la centralisation des sections d'administration militaire pour l'organisation, la reconstitution et la remise en état des régions occupées, p. 400; Constatation de l'état des lieux susceptibles de donner ouverture à la réparation des dommages de guerre, p. 400.

Errata. — p. 400.

Le contrôle administratif des distributions d'énergie électrique. — Dans un récent numéro (23 juin, t. 1, p. 961) nous écrivions que, en vue de répondre aux intentions des fondateurs de la « Revue générale de l'Électricité », nous publierions successivement une série d'articles retraçant brièvement le développement des diverses branches de la science et de la technique électriques.

Mais, quelque importants que soient les progrès réalisés dans la science électrique et les perfectionnements sans cesse apportés dans la construction du matériel électrique, ils ne peuvent contribuer à l'extension de l'industrie nationale que si les conditions économiques et les rouages administratifs de la nation en permettent l'utilisation pratique. A l'inventaire méthodique de nos connaissances scientifiques et techniques, il convient donc de joindre celui des organismes et institutions qui, à l'heure actuelle sont chargés, en France, soit de former le personnel nécessaire à l'industrie électrique, soit de contribuer à l'expansion économique de cette industrie, soit encore de formuler la réglementation de l'emploi de l'électricité et d'en contrôler l'application ; en d'autres termes, à l'inventaire scientifique et technique il est indispensable d'adjoindre l'étude de notre organisation économique et administrative.

Aux articles déjà parus de MM. M. Brillouin, D. Berthelot, P. Weiss sur les théories de l'électricité, à ceux de MM. A. Boutaric, L. Jumau, H. Armagnat sur diverses applications de cette science, et à ceux du même genre qui sont actuellement en préparation, viendront donc s'ajouter des études d'ensemble sur les écoles d'apprentis, les écoles d'ingénieurs, les laboratoires de recherches, les laboratoires d'essais, les bureaux de contrôle et d'étalonnage, les importations et exportations, les groupements financiers et commerciaux, la protection industrielle, la législation et la réglementation, etc., où ces diverses questions seront envisagées particulièrement au point de vue de l'industrie électrique.

Quelques articles répondant à ce point de vue ont déjà été publiés, notamment ceux de M. Janet sur le Laboratoire central d'électricité, de M. Taillefer sur la protection industrielle, de M. D. Pector sur les importations et exportations du matériel électrique ; aujourd'hui nous donnons plus loin un article de M. A. Monmerqué sur le contrôle administratif des distributions d'électricité, sujet que, par nécessité, connaît toute une catégorie

Digitized by Google

de nos lecteurs, mais qu'il était utile de présenter à ceux qui ne sont qu'exceptionnellement en relation avec les services administratifs.

Après avoir rappelé brièvement les points essentiels de la législation qui régit actuellement les entreprises de distribution d'électricité, M. Monmerqué y indique comment en est organisé le contrôle. Comme on le verra, ce contrôle comprend deux branches, le contrôle de voirie et le contrôle d'exploitation technique ; il est confié au ministère des Travaux publics et est exercé, dans chaque département, sous la direction de l'ingénieur en chef du service ordinaire des Ponts et Chaussées. Le contrôle de voirie est assuré par les ingénieurs et contrôleurs des Ponts et Chaussées ainsi que par les agents du service des chemins vicinaux, chacun dans les limites de la circonscription dont il a charge pour tout ce qui concerne la voirie ; le contrôle d'exploitation technique est assuré, tantôt par un ingénieur unique, tantôt par les ingénieurs déjà chargés du précédent contrôle, et par un certain nombre, variable suivant l'importance du service, de contrôleurs qui, le plus souvent, sont des agents des Ponts et Chaussées, mais peuvent aussi être choisis dans les Mines et dans les Postes et Télégraphes.

En raison de la diversité des régimes sous lesquels ont été créées les entreprises de distribution (concessions d'État, concessions de communes ou de syndicats de communes, permissions préfectorales, permissions municipales), les agents contrôleurs peuvent relever de deux autorités différentes : ministère des Travaux publics ou municipalités. Mais contrôleurs communaux aussi bien que contrôleurs d'État sont, comme il a été dit, dirigés par l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées du département pour le service des distributions d'électricité ; de plus, en pratique ce sont presque toujours les agents chargés du contrôle d'État qui exercent aussi le contrôle communal.

En terminant, M. Monmerqué fait observer que, cette organisation du contrôle étant assez compliquée, les industriels ont tout d'intérêt, pour éviter des pertes de temps et des fausses manœuvres, à s'adresser directement à l'ingénieur en chef du département, qui possède en main tout le service.

A propos du procédé radioscopique Niewenglowski. — A l'occasion de la publication dans la « R. G. E. » du 4 août, t. II, documentation, p. 35, M. V. Baudot, ingénieur E. S. E., nous écrit :

Cette méthode est exactement, quant au principe, celle qui est employée depuis mai 1915, par l'équipage radiologique n° 20. Elle a fait l'objet d'une note que j'ai adressée au ministère de la Guerre le 18 décembre 1915. Elle a été publiée dans le numéro de l' « Actualité scientifique » du 15 juin 1916. Enfin, elle est décrite dans le petit ouvrage paru en mai dernier : « Bréviaire du manipulateur radiologiste » de L. Mathé et V. Baudot.

Je suis très honoré de m'être rencontré avec M. Niewenglowski, à propos d'un procédé simple qui rend les plus grands services aux blessés, mais je tenais à vous communiquer les dates qui précèdent, par simple souci de la vérité.

Je vous serais reconnaissant, si vous vouliez bien publier ce mot dans la « R. G. E. ».

Bibliographie : Bréviaire du manipulateur radiologiste, par L. Mathé, inspecteur des écoles de la Ville de Paris, médecin chef de la voiture radiologique 20, et V. Baudot, ingénieur de l'École supérieure d'Électricité, licencié ès sciences [1]. — Ce petit livre, d'un format qui permet de le mettre facilement dans la poche, a été rédigé par deux éminents spécialistes radiologistes, le docteur L. Mathé et M. V. Baudot, ingénieur E. S. E. Comme son titre l'indique, il doit servir de bréviaire à tous les manipulateurs radiologistes. Il a été écrit dans le même esprit que les manuels militaires des différentes armes et en particulier ceux de l'artillerie et de la télégraphie militaire avec ou sans fil ; il passe sous silence toute théorie ou toute description d'ordre purement scientifique, mais il fait comprendre d'une façon simple et claire le fonctionnement d'une installation radiologique, il indique les précautions à prendre pour éviter tout accident, les moyens pour y remédier, il apprend à tirer parti des moyens de fortune dont on peut disposer pour réparer le matériel et donne quelques tours de main, résultats d'une longue pratique, qui ne figurent pas dans les livres classiques et qui rendront de très grands services aux radiologistes. En un mot, il met à la disposition des praticiens tous les éléments nécessaires pour utiliser au maximum de rendement le matériel que l'armée met entre leurs mains.

Les auteurs commencent leur traité en exposant le fonctionnement du service radiologique aux armées, en décrivant son matériel et en montrant les éminents services qu'il rend journellement. Ils résument ensuite rapidement les éléments d'électricité indispensables à connaître et décrivent, en passant, les appareils mis par l'armée à la disposition des stations et voitures radiologiques et indiquent les différents montages à effectuer avec le matériel du service de santé. Ils passent ensuite à l'étude des rayons X, en font une théorie sommaire, étudient le fonctionnement de l'ampoule et des soupapes à gaz raréfié et à étincelles, ils exposent les différents défauts que peuvent présenter ces appareils, les moyens d'y remédier et de procéder au réglage, ainsi que les soins d'entretien à donner aux ampoules, aux soupapes et aux interrupteurs. Ils indiquent, en outre, les différents montages possibles des installations radiologiques. Ils consacrent ensuite un chapitre à la façon de procéder à un radiodiagnostic approfondi et aux différentes méthodes employées pour la localisation. Dans un autre chapitre, ils traitent de la radiographie et des moyens à utiliser pour obtenir de bons clichés. Ils exposent, enfin, les différentes pannes qui peuvent se produire et recherchent leurs causes. Et ils terminent en donnant quelques notions utiles sur l'éclairage électrique et la recharge des accumulateurs. Un petit dictionnaire des termes techniques complète ce traité qui a le double avantage d'être très complet, quoique peu volumineux. Nous recommandons vivement ce petit livre à tous les radiologistes auxquels il rendra certainement les plus grands services.

[1] Un volume, 18 × 11,5 cm, 200 pages, 85 figures, édité par Vigot frères, 23, rue de l'École-de-Médecine, Paris. — Prix 3,50 fr.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Notes sur les surtensions produites par l'harmonique 3 et ses multiples dans les transformateurs triphasés

On a souvent constaté que les transformateurs triphasés présentent en régime normal des surtensions entre phases, dues à la présence des harmoniques dans la courbe de la force électromotrice du réseau qui les alimente. Nous allons examiner l'influence de l'harmonique 3 et de ses multiples. Nous montrerons qu'elle peut être parfois prépondérante, et nous indiquerons les différents moyens d'en atténuer les effets nuisibles.

I. — Exposé du phénomène. — On sait qu'une force électromotrice périodique E de forme quelconque peut se représenter par une somme de la forme :

$$E = E_1 \sin(\omega t - \varphi_1) + E_3 \sin(3\omega t - \varphi_3) + E_5 \sin(5\omega t - \varphi_5) + \dots$$

Le terme E_1 représente la force électromotrice principale, les termes E_3, E_5, . . . sont les forces électromotrices harmoniques d'ordre 3, 5, . . .

Si l'on alimente le primaire d'un transformateur monophasé par une telle force électromotrice, on recueillera au secondaire une force électromotrice périodique où se retrouveront les mêmes harmoniques.

Considérons maintenant une force électromotrice triphasée non sinusoïdale. Nous pourrons également la représenter par les trois sommes.

$$E_1 = A_1 \sin(\omega t - \varphi_1) + A_3 \sin(3\omega t - \varphi_3) + \dots$$

$$E_2 = A_1 \sin\left(\omega t - \varphi_1 - \frac{2\pi}{3}\right) + A_3 \sin\left(3\omega t - \varphi_3 - 3\,\frac{2\pi}{3}\right) + \dots,$$

$$E_3 = A_1 \sin\left(\omega t - \varphi_1 - \frac{4\pi}{3}\right) + A_3 \sin\left(3\omega t - \varphi_3 - 3\,\frac{4\pi}{3}\right) + \dots$$

En effectuant le calcul, on trouve que les termes en A_3 sont tous égaux à

$$A_3 \sin(3\omega t - \varphi_3).$$

Les harmoniques d'ordre 3 sont donc identiques et en phase dans les trois enroulements soumis aux forces électromotrices E_1, E_2 et E_3. Il en est de même des harmoniques dont l'ordre est multiple de 3.

Si donc on relie ces trois enroulements en série (triangle ouvert), on aura entre leurs extrémités une différence de potentiel

$$U = E_1 + E_2 + E_3 = 3 A_3 \sin(3\omega t - \varphi_3) + \dots,$$

d'amplitude $3\,A_3$ et de fréquence trois fois plus grande que la fréquence fondamentale. Cette différence de potentiel se constate à l'électromètre.

Si l'on ne considère que l'harmonique 3 et si l'on néglige les termes suivants, on a : $U = 3\,A_3$. On peut donc déduire approximativement la valeur de A_3, de l'indication U donnée par l'électromètre :

$$A_3 = 1/3 \text{ de } U.$$

Si maintenant nous fermons le triangle, l'harmonique 3 se trouvera fermé en court-circuit. Toutefois, le courant produit sera peu intense par suite de la grande réactance des enroulements (générateurs ou récepteurs) pour cette fréquence élevée.

Si, au contraire, nous relions les trois bobines en étoile et que nous calculions la tension résultante $V_A - V_B = E_1 - E_2$, nous voyons que les termes en A_3 disparaissent par soustraction. Cela signifie que les forces électromotrices harmoniques aux points A et B étant toujours en phase et en opposition, la différence $V_A - V_B$ n'en est pas troublée. Mais ces forces électromotrices n'en existent pas moins dans les bobines OA et OB.

Il serait facile de le voir en faisant agir la bobine OA par exemple sur une bobine secondaire A′ (fig. 1). On

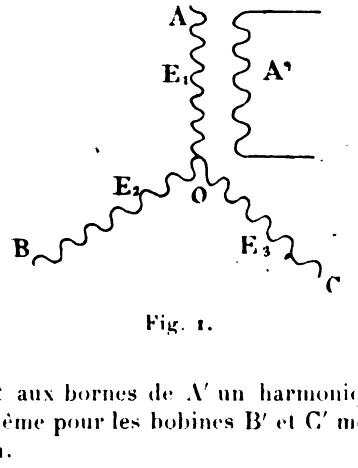


Fig. 1.

retrouverait aux bornes de A′ un harmonique 3. Il en serait de même pour les bobines B′ et C′ montées de la même façon.

Digitized by Google

Mais si, au lieu de laisser ces bobines secondaires complètement indépendantes, on avait soin de les réunir en étoile, on verrait l'harmonique 3 disparaître automatiquement par soustraction.

Nous pouvons donc tirer de là les deux conclusions théoriques suivantes :

1° Un alternateur monté en étoile ne peut pas donner l'harmonique 3 ;

2° Un transformateur étoile, monté sur un réseau comportant l'harmonique 3, étouffe cet harmonique. Nous verrons tout à l'heure que cette dernière conclusion n'est vraie, en pratique, que quand chaque phase possède son circuit magnétique propre (cas de 3 transformateurs monophosés montés en étoile).

II. — Influence des charges dyssymétriques. — Les conclusions précédentes ne sont d'ailleurs exactes que si les amplitudes des harmoniques 3 sont égales et en phase dans les trois bobines. Or, cela n'est vrai que pour des alternateurs ou des transformateurs parfaitement symétriques, fonctionnant à vide ou avec des charges exactement équilibrées. En cas de déséquilibrage des phases, il se produit des chutes de tension et des décalages qui ont pour effet de faire reparaître l'harmonique 3.

Considérons en effet le cas pratique où deux bobines de transformateurs débitent sur des circuits quelconques. Soient R et R' les résistances, L et L' les coefficients de self-induction des deux circuits d'utilisation, les impédances seront les suivantes :

Pour l'harmonique principal :

$$Z = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2} \quad \text{et} \quad Z' = \sqrt{R'^2 + L'^2\omega^2},$$

et pour l'harmonique 3 :

$$Z = \sqrt{R^2 + (3L\omega)^2} \quad \text{et} \quad Z' = \sqrt{R'^2 + (3L'\omega)^2}.$$

Soit (fig. 2) OA = OA′ les amplitudes, que nous sup-

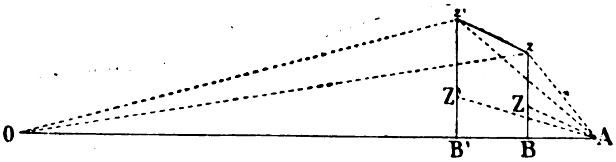


Fig. 2.

poserons égales de la force électromotrice principale et de la force électromotrice harmonique 3.

Portons

$$AB = RI, \quad BZ = L\omega I, \quad AB' = R'I \quad \text{et} \quad B'Z' = L'\omega I.$$

Nous aurons en AZ et AZ′ les chutes de tension Z et Z' ; les chutes de tension z et z' dues à l'harmonique 3 seront données, pour la même valeur du courant, par Az et Az′ en prenant :

$$Bz = 3L\omega = 3\,BZ \quad \text{et} \quad B'z' = 3L'\omega = 3\,B'Z'.$$

On a finalement en Oz et Oz′ les différences de potentiel harmoniques 3 aux bornes des deux bobines.

Ces deux bobines présentent donc entre bornes une différence de potentiel zz′ qui tend à donner naissance à un courant de circulation. On voit que si $R = R'$, zz′ est sensiblement en quadrature avec la force électromotrice principale et égal à $3\,\omega\, I\,(L' - L)$.

Si, au contraire $L = L'$, zz′ est en phase avec la force électromotrice principale et égale à $I\,(R' - R)$.

En résumé, quand les charges auxquelles sont soumises les bobines d'un alternateur ou d'un transformateur sont différentes, il se produit entre leurs extrémités des différences de potentiel harmoniques dues à l'inégalité des chutes de tension, et données par la construction de la figure 2, qui montre comment on doit agir sur les constantes des circuits pour les réduire au minimum.

Soit (fig. 3) EE′ = zz′ la valeur de cette différence de

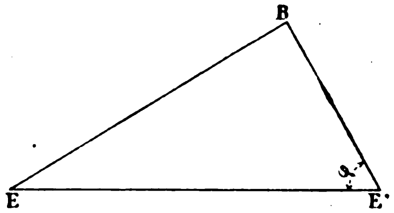


Fig. 3.

potentiel harmonique entre phases, donnée par le diagramme. Sur EE′ comme diamètre décrivons une demi-conférence. Menons E′B faisant avec EE′ un angle φ tel que tg $\varphi = 3\,\dfrac{L\omega}{R}$. Les longueurs E′B et BE représentent respectivement les valeurs des chutes de tension Ri et $L\omega i$ capables d'annuler la différence de potentiel harmonique EE′ (i étant le courant correspondant).

La relation qui lie R et L s'écrit

$$R^2 + 9L^2\omega^2 = \left(\frac{EE'}{i}\right)^2,$$

EE′ étant donné par le diagramme, on se fixe pour i une valeur limite inférieure à 0,3 I par exemple (I courant principal).

On en déduit les valeurs correspondantes de R et de L qui satisfont à l'équation et étouffent la surtension.

III. — Influence de la saturation magnétique. — La saturation des noyaux et culasses des transformateurs a pour effet d'aplatir la pointe de la sinusoïde de la force électromotrice. Elle amplifie ainsi l'harmonique 3 et l'introduit même s'il n'existait pas déjà. Les courants harmoniques qui en résultent atteignent souvent 20 pour 100 du courant principal pour les saturations normales et davantage si l'on pousse la saturation.

Cette propriété a, d'ailleurs, été utilisée pour la réali-

Digitized by Google

sation de transformateurs statiques de fréquence : on emploie dans ce but deux transformateurs dont les primaires sont en série et les secondaires en opposition ; l'un des transformateurs a son circuit magnétique très saturé, l'autre très peu. La différence entre les deux flux donne un flux de fréquence triple de la fréquence fondamentale [1].

Les flux produits par ces courants peuvent donner naissance à des pointes de surtensions notables, surtout au secondaire.

On aura donc toujours intérêt, pour combattre l'harmonique 3, à employer des transformateurs à circuit magnétique peu saturé.

IV. — Influence du montage du transformateur [2]. — La transformation des courants triphasés peut se faire soit au moyen de trois transformateurs monophasés, soit par transformateur triphasé.

1° Si l'on emploie un transformateur par phase, les flux harmoniques, quelle que soit leur fréquence, se ferment librement par les noyaux et culasses et, par suite, ne déforment pas la sinusoïde principale, si le fer est peu saturé ;

2° Au contraire, dans les transformateurs triphasés, les flux produits par les harmoniques 3 et multiples de 3, sont en opposition dans les trois noyaux. Ils sont donc obligés de se fermer par l'air et par les bacs, dans lesquels ils produisent des courants de Foucault intenses. Il s'ensuit une déformation de la sinusoïde du flux résultant, et par suite des forces électromotrices primaires et secondaires, d'où production de courants harmoniques 3 et multiples de 3 dans les trois phases.

On aura donc intérêt, pour combattre l'harmonique 3, à employer de préférence trois transformateurs monophasés au lieu d'un triphasé.

Au point de vue du montage des phases entre elles, on aura intérêt à employer, autant que possible, le montage en triangle au moins pour l'un des enroulements.

Soit, en effet, Z la réactance d'une bobine primaire du transformateur monté en étoile pour la fréquence 3. Le nombre de spires des bobines primaires d'un transformateur de même puissance et de même tension, monté en triangle, étant $\sqrt{3}$ fois plus grand, sa réactance sera égale à $3\,Z$ pour cette fréquence.

Si l'on suppose, pour fixer les idées, que l'amplitude de l'harmonique 3 est égale à celle de la force électromotrice principale, les courants harmoniques primaires seront respectivement égaux à $\frac{A}{Z}$ et $\frac{A}{3Z}$.

Donc les tensions harmoniques secondaires seront respectivement à peu près proportionnelles aux ampère-tours

$$\frac{nA}{Z} \quad \text{et} \quad \frac{n\sqrt{3}A}{3Z}.$$

(1) Voir à ce sujet l'article de Maurice Joly dans *La Lumière électrique*, 20 mai 1911, t. xiv, p. 195 à 204.

(2) Voir à ce sujet l'étude de R. Swyngedauw. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1914, t. clviii, p. 484-487 et *La Revue électrique*, 6 mars 1914, t. xxi, p. 225.

On voit qu'elles sont, en somme, théoriquement, 1,73 fois plus considérables pour le transformateur monté en étoile que pour le transformateur monté en triangle.

En cas de désiquilibrage des phases, les décalages de tension et les forces électromotrices parasites auxquelles elles donnent naissance, seront aussi plus importants pour deux raisons :

1° Les amplitudes des composantes sont plus fortes ;

2° Les courants de circulation entre bobines s'équilibrent moins bien dans les enroulements en étoile que dans ceux en triangle où 2 bobines fonctionnent en parallèle avec la troisième.

V. — Influence de la mise a la terre du point neutre [1]. — Quelle est, dans le cas d'une distribution triphasée 4 fils, l'influence de la mise à la terre du point neutre des transformateurs, sur l'harmonique 3 et ses multiples ?

Deux cas peuvent se présenter :

Premier cas. — Le réseau d'alimentation a déjà son point neutre à la terre.

a) Si l'on met alors le neutre du transformateur au sol, les harmoniques de tout ordre circulent librement, par la terre, entre le transformateur et l'usine génératrice. Ils sont donc étouffés automatiquement. Mais cette mise à la terre est peu recommandable par ailleurs, en raison des inconvénients qu'elle présente en cas de défaut à la terre d'une phase.

b) Si, au contraire, on isole le point neutre du transformateur, les forces électromotrices harmoniques 3 et multiples de 3 ne se ferment plus, mais elles ne donnent lieu à aucune surtension entre phases, puisqu'elles sont en opposition et se détruisent 2 à 2.

Elles ne produisent un courant sensible qu'en cas de déséquilibrage important des charges, comme nous l'avons vu.

Deuxième cas. — Le réseau primaire a son point neutre isolé.

a) Si l'on met alors le neutre du transformateur au sol, les forces électromotrices harmoniques 3 produisent dans chaque branche de l'étoile des courants entre la terre et les phases du réseau, par suite de la capacité de celles-ci par rapport au sol. L'intensité de ces courants dépend des capacités et des self-inductions des éléments du circuit : machines, lignes, terre, comme le montre la formule

$$I_3 = \frac{E_3}{\sqrt{R^2 + \left(3L\omega - \frac{1}{3C\omega}\right)^2}}.$$

On voit que I_3 passe par un maximum égal à $\frac{E_3}{R}$ pour $L = \frac{1}{9C\omega^2}$. C'est la condition de résonance. Elle peut

(1) Voir à ce sujet l'étude de M. Swyngedauw. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. 2 janvier 1914. t. clviii, p. 113 à 116 et *La Revue électrique*, 20 février 1914. t. xxi, p. 178-179.

Digitized by Google

se trouver remplie quand la capacité des lignes est grande, comme c'est le cas pour les réseaux souterrains.

Pour l'éviter, on a intérêt à employer des appareils à faible capacité et à grande self-induction. A ce point de vue encore, on devra préférer l'emploi d'un transformateur par phase, car trois transformateurs monophasés ont une self-induction bien plus grande qu'un seul triphasé.

b) Si l'on isole le point neutre du transformateur, on évitera ces courants dus à la capacité, mais les isolements devront pouvoir résister aux forces électromotrices harmoniques de tout ordre et à une tension par rapport au sol égale à la tension entre phases, en cas de défaut à la terre de l'une d'elles. Si un pareil défaut se produit, les courants de capacité reparaissent avec leurs inconvénients et l'on aboutit à la même conclusion que dans le cas précédent.

En résumé, on aura intérêt pour combattre l'harmonique 3 et ses multiples :

1° A équilibrer les charges autant que possible;

2° A employer trois transformateurs monophasés au lieu d'un triphasé, surtout pour les grandes puissances ;

3° A employer de préférence, si c'est possible, le montage en triangle au moins pour l'un des enroulements des transformateurs ;

4° A réunir, autant que possible, sans les mettre à la terre, les points neutres des appareils branchés sur un même réseau ;

5° A employer des transformateurs à circuit magnétique peu saturé.

Jacques DAMIEN,
Ing. E. S. E.

Théorème de la conservation de la puissance réactive

Nous avons donné, dans notre numéro du 30 juin 1917, une démonstration du théorème de M. Boucherot sur la conservation de la puissance réactive indiquée, par M. Langevin. Plusieurs autres démonstrations de ce théorème sont possibles; l'auteur de cette note, M. Szarvady nous en donne ci-dessous une nouvelle qui est encore plus simple et que nous nous empressons de faire connaître à nos lecteurs.

L'ingénieuse démonstration du théorème de M. Boucherot donnée par M. Langevin [1] est indirecte. On peut éviter la considération de potentiels fictifs conjugués en procédant de la façon suivante :

Soient : V_A, V_B, V_C.., les potentiels instantanés aux sommets A, B, C... du réseau,

i_{AB}, i_{AC}, i_{AD}... les valeurs instantanées des courants aboutissant au sommet A.

La règle de Kirchhoff appliquée successivement à tous les sommets, donne :

(1) $$i_{AB} + i_{AC} + i_{AD} \ldots\ldots = 0,$$

(2) $$i_{BA} + i_{BC} + i_{BD} \ldots\ldots = 0,$$

etc....

Les potentiels et les courants étant des fonctions sinusoïdales du temps, chacune des relations ci-dessus entre valeurs instantanées est équivalente à deux équations vectorielles, telles que :

(3^a) $$I_{AB} \cos(V_A.I_{AB}) + I_{AC} \cos(V_A.I_{AC}) \ldots = 0$$

(3^b) $$I_{AB} \sin(V_A.I_{AB}) + I_{AC} \sin(V_A.I_{AC}) \ldots = 0$$

obtenues en projetant les vecteurs I_{AB} I_{AC}... sur la direction du vecteur V_A et sur la normale à cette direction.

Multiplions les groupes de deux équations respectivement par : V_A, V_B, V_C.... puis faisons séparément la somme des équations en *sinus* et en *cosinus* en nous rappelant que :

$$i_{BA} = - i_{AB},$$
$$\cos(V_B.I_{BA}) = - \cos(V_B.I_{AB}),$$
$$\sin(V_B.I_{AB}) = - \sin(V_B.I_{AB}),$$

il vient, en ordonnant :

$$\Sigma [V_A \cos(V_A.I_{AB}) - V_B \cos(V_B.I_{AB})] I_{AB} = 0,$$
$$\Sigma [V_A \sin(V_A.I_{AB}) - V_B \sin(V_B.I_{AB})] I_{AB} = 0,$$

d'où en désignant par U_{AB} la différence de potentiel entre les sommets A et B.

$$\Sigma U_{AB} I_{AB} \cos(U_{AB}.I_{AB}) = 0,$$
$$\Sigma U_{AB} I_{AB} \sin(U_{AB}.I_{AB}) = 0.$$

Dans ce qui précède, on est conduit à multiplier chacun des courants I_{AB} par les composantes wattées et déwattées des potentiels V et V_B des points A et B. Il est aisé de voir que, pour passer du primaire au secondaire d'un transformateur, on est amené au contraire à multiplier, dans chacun des circuits, par les composantes wattées et déwattées du courant la force électromotrice engendrée par le flux commun. Les vecteurs des deux forces électromotrices ont même direction ; ils ne diffèrent qu'en grandeur dans la proportion du rapport de transformation.

G. SZARVADY

[1] *R. G. E.*, 30 juin 1917, t. 1, p. 1 015.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Système de la téléphonie automatique de la Compagnie Thomson-Houston.

Nous donnons ci-dessous le résumé de 3 brevets pris par la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston dans le domaine de la téléphonie automatique. La première partie comprend la description du fonctionnement d'un réseau automatique de 10 000 lignes ; la seconde partie se rapporte à une nouvelle disposition avec compteur de communication et ligne spéciale d'opérateur avec laquelle l'abonné demandeur est relié automatiquement chaque fois que le poste demandé est mis hors service pour une raison quelconque ; la troisième partie contient la description d'un nouveau commutateur individuel permettant de mettre en communication une ligne d'abonné avec l'appareillage d'un standard automatique.

1° Perfectionnements a l'appareillage d'un réseau de téléphonie automatique (1). — Au lieu de munir chaque sélecteur et connecteur, permettant d'obtenir la communication entre deux abonnés, de son propre mécanisme de manœuvre, ce perfectionnement consiste à employer un mécanisme commun qui peut être mis en rapport avec un quelconque d'un groupe d'appareils et qui en est automatiquement séparé dès que l'appareil a été manœuvré.

La figure 1 donne le schéma général d'un réseau ; on a représenté le nouveau système en connexion avec des connecteurs et sélecteurs d'un type connu, le mécanisme commun étant associé seulement avec les sélecteurs.

Il est évident qu'il pourrait être associé également avec les connecteurs ou autres appareils. Le réseau représenté comprend un central automatique avec des présélecteurs ou commutateurs individuels C, des premiers sélecteurs E,

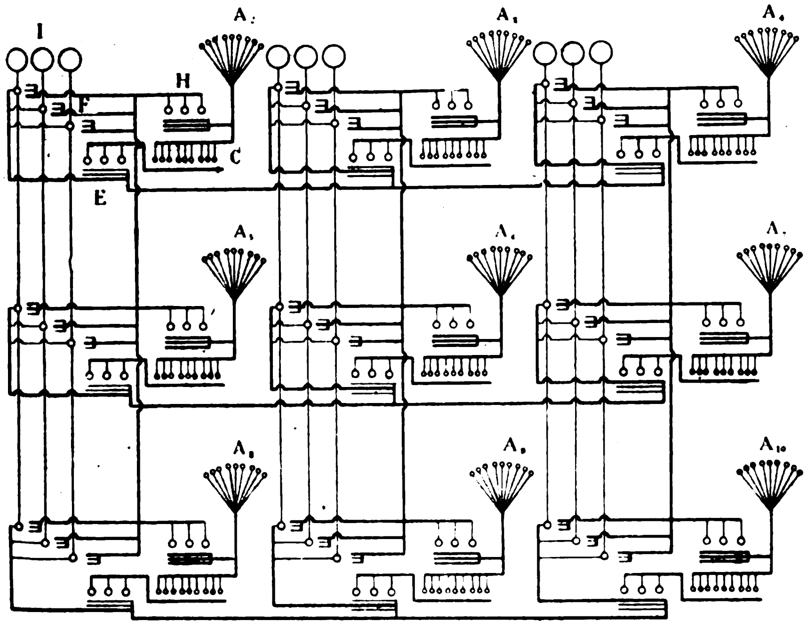


Fig. 1. — Schéma simplifié d'un réseau de 10 000 lignes.

des seconds sélecteurs F, des appareils de contrôle I et des connecteurs H.

La figure 1 représente, à l'échelle de 3 pour 10 un réseau de 10 000 lignes. Les lignes d'abonnés sont groupées en groupe A_2, A_3, etc. de 100 lignes chacune. Avec chaque groupe de ligne est associé un groupe de commutateurs individuels C, un pour chaque ligne, un groupe de premiers sélecteurs E, un groupe de seconds sélecteurs F, un groupe de connecteurs H. On voit qu'il y a un groupe d'appareils de contrôle I associé avec les groupes A_2, A_3, A_8 représentant un millier de lignes. Tous les commutateurs C, appartenant à un même groupe d'abonnés, ont un accès commun à un groupe de premiers sélecteurs. Les contacts correspondants de tous les premiers sélecteurs des centaines dans chaque millier sont multipliés ensemble. Des lignes de jonction conduisent de la première rangée des premiers sélecteurs de la première centaine de chaque millier jusqu'à un groupe de seconds sélecteurs associés avec la première centaine du premier millier. Des lignes de jonction conduisent de la seconde rangée de la première centaine de chaque millier jusqu'aux seconds sélecteurs associés avec la première centaine dans le second millier, etc... Les tableaux correspondants de tous les seconds sélecteurs dans chaque millier sont multipliés entre eux. Les lignes de jonction conduisent de la première rangée des seconds sélecteurs d'un certain millier jusqu'à des connecteurs associés avec la première centaine de ce millier. Des lignes de jonction conduisent de la seconde rangée des seconds sélecteurs de chaque millier jusqu'aux connecteurs associés avec la seconde centaine de ce millier, etc.

(1) Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston (Seine). *Brevet français, n° 481 822*, demandé le 28 août 1915, délivré le 27 octobre 1916, publié le 23 janvier 1917.

Digitized by Google

L'appareil de contrôle I est équipé avec un arbre qui peut actionner les frotteurs d'un certain nombre de sélecteurs E. Ce nombre de sélecteurs correspond à un second sélecteur, pour chaque centaine du millier avec laquelle l'appareil I est associé. Quand la connexion est faite avec un de ces seconds sélecteurs, celui-ci vient en prise avec

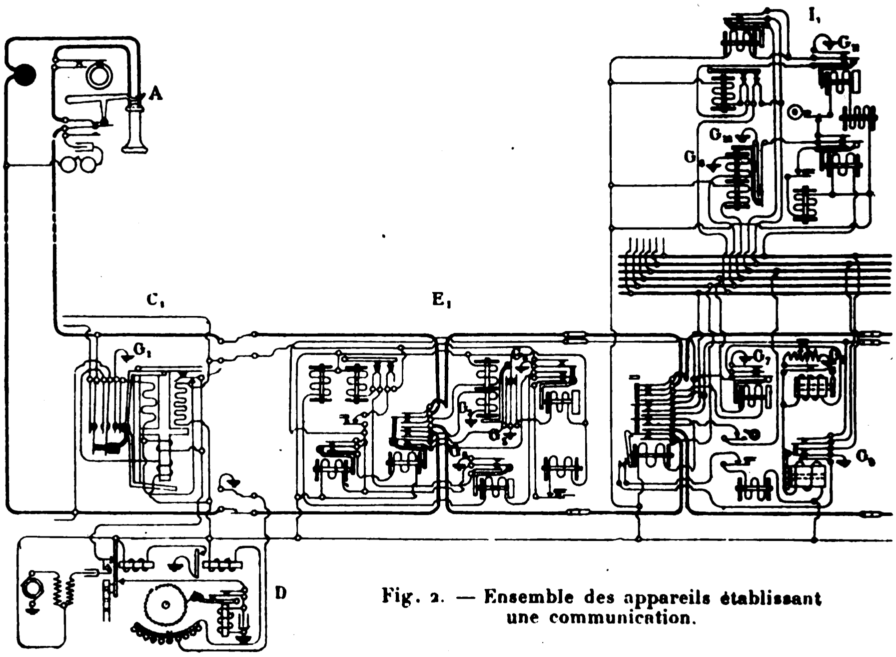


Fig. 2. — Ensemble des appareils établissant une communication.

l'arbre commun, et, en même temps, les autres seconds sélecteurs du même groupe sont rendus occupés. On voit

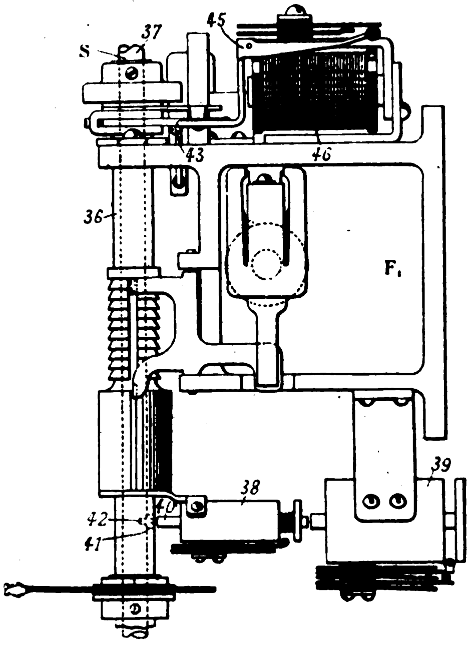


Fig. 3. — Vue latérale d'un sélecteur.

donc que l'appareil I peut manœuvrer pour avancer les frotteurs du second sélecteur jusqu'à un contact libre dans la rangée appelée, tandis que les frotteurs des autres seconds sélecteurs sont séparés de l'arbre commun. L'appareil I revient ensuite au repos et enlève la terre de garde qui avait été placée sur les autres seconds sélecteurs non utilisés. — Le poste automatique A (fig. 2) comprend, comme à l'ordinaire, un récepteur ordinaire, un transmetteur, une sonnerie, un condensateur, un mécanisme d'envoi d'impulsions constitué par un cadran et deux ressorts. Le commutateur individuel C_1 est du type décrit dans le brevet anglais 1419/1910, T.-G Martin; le sélecteur E_1 est du type décrit dans le brevet accordé aux Etats-Unis d'Amérique, le 13 mars 1906, à Keith Erickson et Erickson, avec électro d'ascension et de rotation. Le connecteur est du type décrit dans le brevet accordé aux mêmes, le 13 mars 1906, sous le numéro 815176. L'appareil de contrôle I_1 est analogue à l'appareil E_1, mais sans tableau de contact; son arbre ne porte pas de frotteurs. Cet arbre est de longueur suffisante pour traverser 10 des appareils

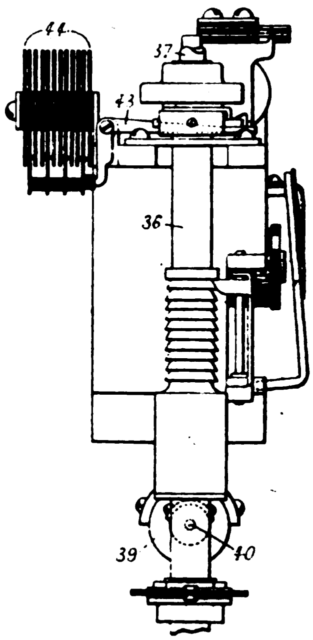


Fig. 4. — Vue de face d'un sélecteur.

Digitized by Google

dits seconds sélecteurs. Le second sélecteur F_1 est analogue au sélecteur E_1, mais son arbre 36 (fig. 3) est creux, pour laisser passer l'arbre 37 de l'appareil I_1 ; 38 et 39 sont deux solénoïdes, dont l'effort combiné, au moment où l'appareil est au repos, introduit la goupille 40 à travers le trou 41 de l'arbre 36 et le trou 42 de l'arbre 37 ; par

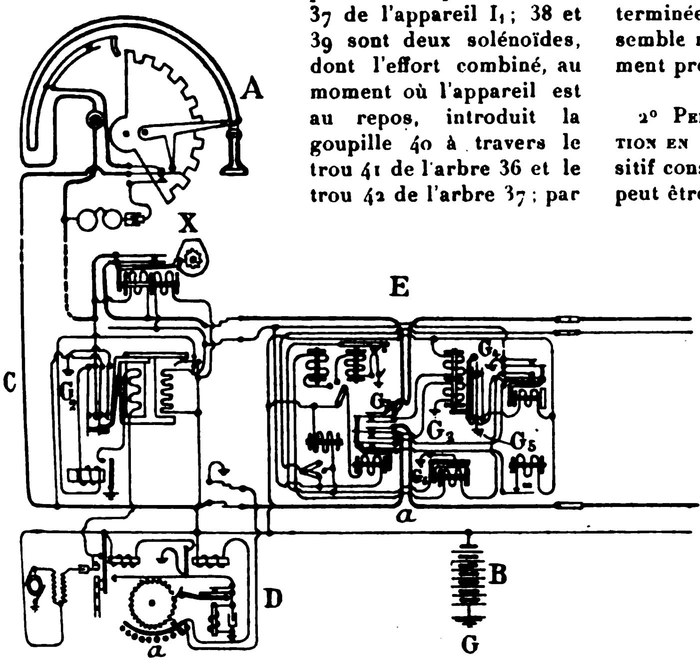


Fig. 5.

suite tout mouvement de l'arbre 37 sera transmis à l'arbre 36. Dans la figure 4, on a représenté un doigt solidaire de l'arbre 36, reposant sur le bras 43 d'un levier qui maintient les ressorts 44 dans la position normale. Sur la figure 3, on voit que l'armature 45 du relais 46 est prolongée de telle façon qu'elle verrouille le bras 43 dans sa position de repos, même si l'arbre 36 est soulevé. Quand l'arbre 36 est soulevé, l'excitation du relais 46 déverrouille le bras 43 qui, à son tour, laisse les ressorts 44 venir dans la position de manœuvre. Quand on libère l'appareil, l'arbre 36, en arrivant à la position de repos, ramène le bras 43 sous l'arbre 45. Le second sélecteur F_1 ne possède ni électro d'ascension, ni électro de rotation. Le fascicule contient ensuite la description complète du fonctionnement de l'ensemble entre le demandeur et le demandé dont le numéro est supposé être 2222. Nous n'entrerons pas dans le détail de cette description, nous nous contenterons de signaler le résultat : l'abonné décroche son appareil et manœuvre le cadran de manière à former le chiffre correspondant. L'appel de sonnerie est alors envoyé au poste appelé par un générateur si ce poste est libre ; l'abonné décroche alors son appareil, le courant pour la conversation venant de la batterie circule alors entre les deux postes. Si le poste n'est pas libre, le signal occupé est envoyé au poste demandeur par une machine auxiliaire. Pendant la conversation, la ligne occupée est protégée contre toute autre communication. Il suffit, lorsque la conversation est terminée, de raccrocher les deux appareils pour que l'ensemble revienne à la position initiale et soit automatiquement prêt pour un nouvel appel.

2° Perfectionnement dans le choix des lignes de jonction en téléphonie automatique (1). — Le nouveau dispositif consiste dans l'emploi d'une ligne spéciale à laquelle peut être raccordé automatiquement un abonné demandeur chaque fois que le poste de l'abonné demandé est hors de service. L'abonné demandeur trouve sur cette ligne un opérateur qui le renseigne. Les figures 5 et 6 représentent le schéma de la disposition adoptée dans un réseau automatique avec compteur de communication. Une ligne de jonction aboutit, comme dit ci-dessus, à un poste d'opérateur de telle façon que ce dernier en répondant coupe automatiquement le courant de sonnerie dans le connecteur appelant, sans faire fonctionner le compteur qui est associé avec la ligne appelante. L'ensemble se compose : du poste A, qui comprend le récepteur, le transmetteur, la sonnerie, le condenseur, un dispositif convenable de production d'impulsions pour manœuvrer les appareils ; d'un commutateur individuel C du type décrit dans le brevet anglais T.-G. Martin, 1419, 19 janvier 1910 ; d'un compteur X ; d'un premier sélecteur E du type décrit dans le brevet américain Keith Erikson et Erikson numéro 815321 du

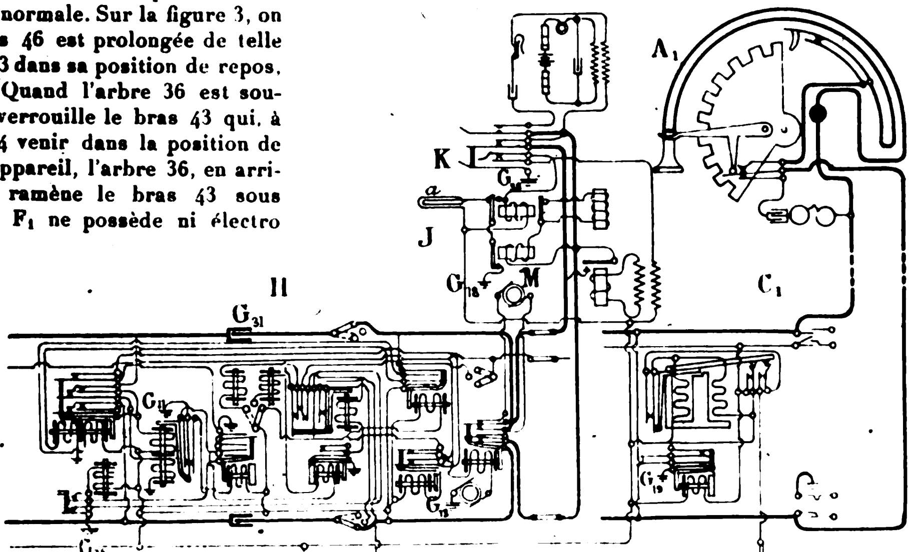


Fig. 6. — L'ensemble des figures 5 et 6 montre une communication établie entre un poste demandeur A et un poste demandé A_1.

(1) Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. *Brevet français n° 481821*, demandé le 28 août 1915, délivré le 27 octobre 1916, publié le 23 janvier 1917.

Digitized by Google

15 mars 1906, avec électro d'ascension et de rotation; d'un connecteur H du type décrit dans le brevet américain Keith Erikson et Erikson n° 815 176 du 13 mars 1916, avec électro d'ascension et de rotation; d'un commutateur C_1 et d'un poste A_1. On a figuré aussi sur la figure 6 en J un groupe de relais qui peuvent être placés sur le tableau manuel, dans le but de permettre à un opérateur de répondre aux demandes de renseignements de l'abonné demandeur sans faire fonctionner le compteur. Si un abonné a son poste hors de service ou retiré de la ligne pour cause de non-paiement ou pour toute autre raison, sa ligne est déconnectée au Central et les contacts qui lui correspondent sur le tableau des connecteurs sont reliés à la ligne de contrôle J. La communication ne doit pas être facturée au demandeur, en conséquence la disposition empêche le compteur d'enregistrer l'appel correspondant. L'invention comporte également un système spécial de plongeur permettant le retour automatique à l'alignement avec des lignes libres, sans attendre que l'arbre qui manœuvre le plongeur ait achevé sa course complète. Le fascicule comporte une description détaillée de chacun de ces appareils, ainsi que du fonctionnement de l'ensemble, en supposant que le poste A demande le n° 220. Comme à l'ordinaire, l'abonné A décroche son appareil et forme le n° 220 en manœuvrant le cadran; si le poste 220 est libre, l'appel de sonnerie lui est envoyé par le générateur M, l'abonné A_1 décroche alors son appareil et la batterie B fournit le courant pour la conversation; c'est elle aussi qui donne le courant nécessaire à la manœuvre. Si le poste A n'est pas libre, la machine auxiliaire Q envoie au poste A le signal d'occupation. Si l'abonné demandé avait eu son poste coupé pour une raison quelconque, le demandeur serait venu en communication avec la ligne de trafic. Une lampe s'allume alors devant l'opérateur. Ce dernier manœuvre la clef K pour introduire son poste dans le circuit; comme il est dit ci-dessus, le compteur n'enregistre pas cet appel. Comme d'habitude, dans un cas comme dans l'autre, la libération de la communication se fait en raccrochant les appareils aux postes A_1 et A.

3° Nouveau commutateur individuel en téléphonie automatique (1). — Cet appareil consiste dans un nouveau dispositif de commutateur individuel permettant de mettre en communication une ligne d'abonnés avec l'appareillage du standard automatique. Le poste A comporte un récepteur (fig. 7), un transmetteur, une sonnerie, un condensateur, un dispositif d'appel constitué par deux ressorts et un cadran. On sait que ce cadran est actionné par le doigt de l'abonné de manière à séparer les ressorts autant de fois qu'il y a d'unités dans chacun des chiffres du nombre de l'abonné demandé. Le poste A_1 comprend le même dispositif que ci-dessus (fig. 8), l'ensemble est complété par le commutateur C; correspondant au poste A; le commutateur C_1 pour le poste A_1 le sélecteur E et le connecteur H. Le commutateur C est représenté en coupe par la figure 9. Il est constitué essentiellement par un bâti 9 supporté par le panneau 10, auquel sont attachés les fonds 11 et 12; l'arbre 13 est supporté par les fonds de manière à permettre un mouvement vertical. L'arbre 13 porte une dent unique; sa partie supérieure est un moyeu supportant les frotteurs 15, 16, 17, 18 (fig. 10). L'arbre est normalement soutenu à la partie supérieure de sa course par un ressort dont la tension peut être réglée par la vis moletée 20. La partie inférieure de l'arbre porte un bouton qui agit sur les ressorts 21.

Normalement, ceux-ci sont en contact. Le bâti 9 supporte de plus deux couronnes dentées 22 et 23. Le tableau 10 (fig. 10) consiste en une pièce isolante dans laquelle sont fixés les anneaux conducteurs 24, 25, 26, 27 et les contacts

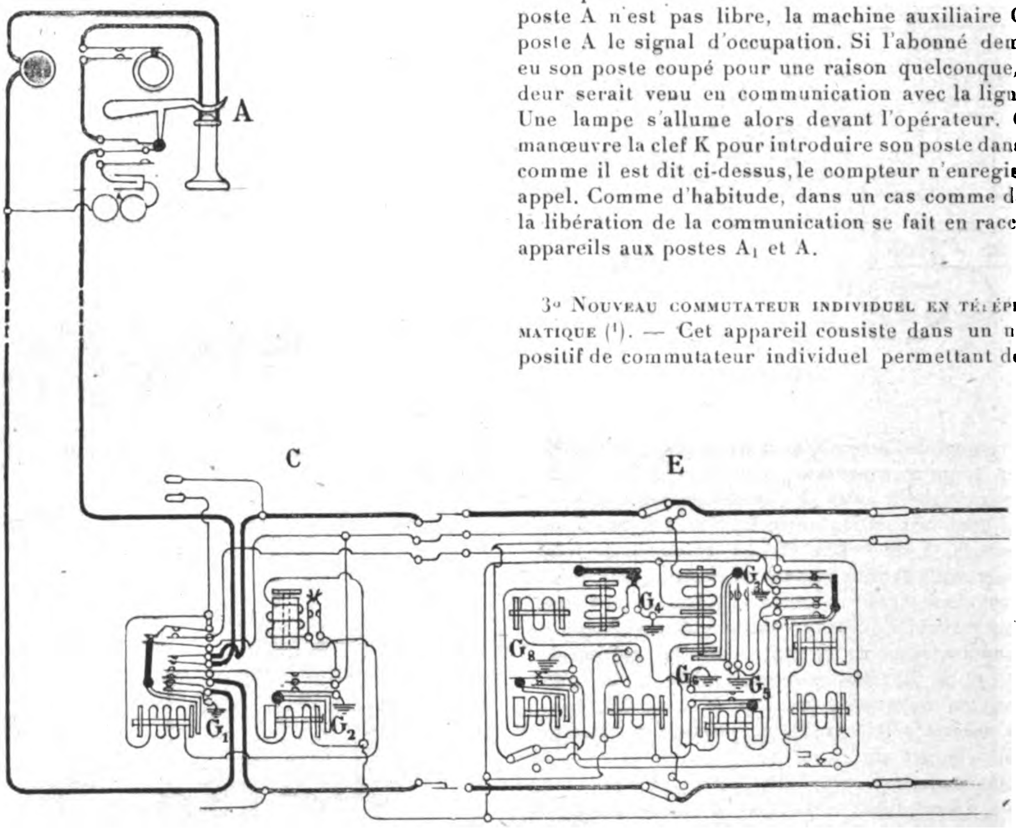


Fig. 7. — Ensemble des connexions au poste demandeur d'un réseau utilisant le nouveau commutateur individuel.

(1) Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston (Seine). *Brevet français n° 481 824*, demandé le 20 septembre 1915, délivré le 27 octobre 1916, publié le 23 janvier 1917).

Digitized by Google

V, W, X, Y. Un solénoïde est placé de manière à pouvoir attirer l'arbre vers le bas. Le fonctionnement est le suivant : quand le solénoïde s'excite, l'arbre 13 descend, la dent 14 quitte la couronne 22 pour s'engager dans la couronne 23. Quand l'arbre est complètement attiré, les frotteurs 15, 16, 17 et 18 viennent reposer sur les bornes de contact. Le ressort 29 est retiré de derrière le ressort 20, ce qui permet aux ressorts 21 de se séparer. Quand le solénoïde se désaimante, l'arbre remonte et la dent 14 passe d'une couronne à l'autre, le contact des ressorts 21 se rétablit et le ressort 29 revient à sa position primitive. Quand le solénoïde attire l'arbre 13, les frotteurs 15, 16, 17, et 18 réunissent ensemble le contact 87 et le conducteur 24, le contact 32 et le conducteur 27, le contact 86 et le conducteur 25, le contact 31 et le conducteur 26. Toute cette opération s'effectue automatiquement lorsque l'abonné du poste A décroche son appareil. Pour une rotation complète de l'arbre 13, les

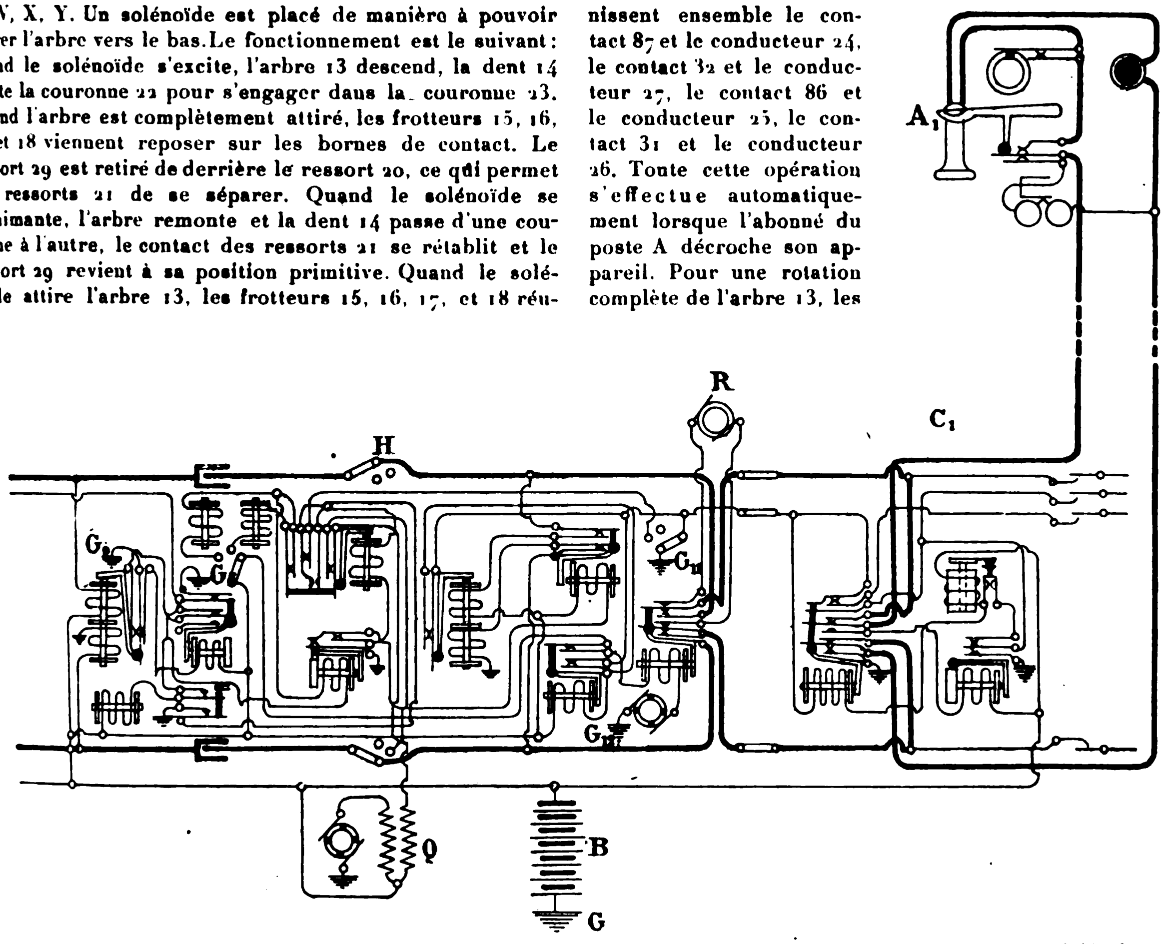


Fig. 8. — Ensemble des connexions au poste demandé d'un réseau utilisant le nouveau commutateur individuel.

frotteurs 15, 16, 17, 18 seront venus en communication avec tous les contacts des groupes V, X, W, Y. On supposera que les contacts des groupes V et W sont les extrémités positives et négatives des différentes lignes, le contact du groupe X, l'extrémité du conducteur de libération et le contact du groupe Y, les extrémités du conducteur d'arrêt des diverses lignes. Bien entendu, les différents contacts rencontrés en même temps par les conducteurs correspondent à la même ligne de jonction. Le commutateur C comporte, en plus de l'appareillage décrit, un relais de la ligne 37 et un relais de coupure 38. Le sélecteur E est du type décrit dans le brevet accordé aux États-Unis à Keith Erikson et Erikson le 13 mars 1906 sous le n° 815321 comportant un tableau de contacts disposés en rangées horizontales, sur lesquelles peuvent venir se placer des frotteurs actionnés par des électros d'ascension et de rotation. Le connecteur H est du type de connecteur décrit dans le brevet accordé aux États-Unis à Keith Erikson et Erikson le 13 mars 1906 sous le n° 815176. La batterie B fournit le courant de conversation, la machine Q le courant indicateur d'occupation. Le générateur R actionne les sonneries. Le poste A_1 et son commutateur individuel C_1 sont identiques aux appareils A et C. Le fascicule comporte ensuite comme exemple la description complète du fonctionnement lorsque l'abonné A demande la ligne correspondant au n° 222. Nous nous bornerons à indiquer que le commutateur étant amené successivement 3 fois de suite du chiffre 2 indiqué sur son cadran jusqu'au chiffre O, puis

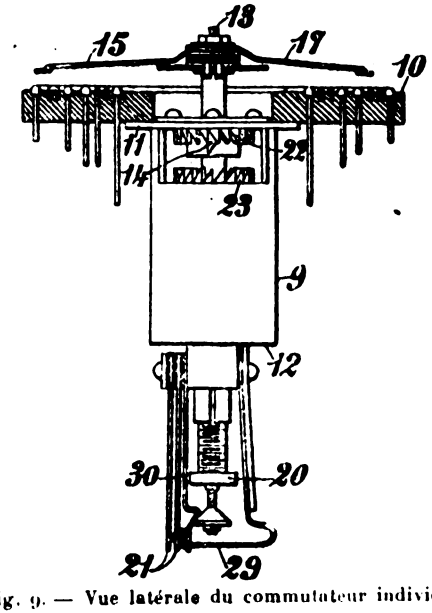


Fig. 9. — Vue latérale du commutateur individuel.

abandonné chaque fois pour lui permettre de retourner

Digitized by Google

librement à sa position initiale, établit les contacts voulus entre les sélecteurs, les connecteurs et le poste appelé pour permettre de sonner ce poste et de converser dès qu'on a décroché l'appareil correspondant. Si le circuit n'est pas libre, le commutateur, le sélecteur et le connecteur ferment

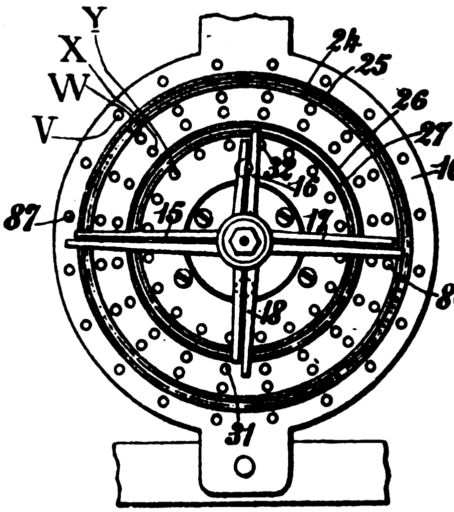


Fig. 10. — Vue en plan du commutateur individuel.

les circuits voulus pour envoyer au demandeur le signal d'occupation par la machine Q. Il suffit, lorsque la conversation est terminée, de raccrocher les deux appareils pour que l'ensemble revienne à la position initiale.

E. P.

Principes fondamentaux d'un bon éclairage [1].

L'auteur part de cette définition qu'un bon éclairage est celui qui assure une bonne vision et que par suite les principes fondamentaux sur lesquels on devra s'appuyer pour le réaliser sont des conséquences : 1° des lois physiologiques déterminant la sensation causée par la réception sur la rétine d'un flux de lumière de densité et de distribution données ; 2° des lois simples de l'optique auxquelles obéit ce flux de lumière dans son trajet de la source lumineuse jusqu'à l'œil.

L'auteur s'est proposé seulement d'étudier une petite partie d'un problème si complexe à savoir :

Comment varie l'acuité visuelle.

1° Avec l'éclat de l'objet considéré ;

2° Avec l'éclat des objets environnants ;

3° Avec l'éclat des objets regardés précédemment.

. I. — Vision dans un champ de vision d'éclat constant et presque uniforme. — L'œil peut s'adapter automatiquement à des éclats de champ variant dans une très large mesure, de 10^{-6} millilambert qui correspond au seuil de l'excitation, à un éclat de 10 lamberts qui l'éblouit.

Pour fixer les idées, ajoutons que ce dernier éclat correspond environ à celui d'une feuille de papier blanc éclairée par la lumière directe du soleil ; que le ciel découvert à midi, la pleine lune, une flamme de gaz ont tous trois des éclats d'environ un lambert ; qu'une feuille d'imprimerie ordinaire doit avoir, pour être lue commodément, un éclat d'au moins 0,01 millilambert.

Pendant que l'éclat du champ de la vision peut varier ainsi dans un rapport d'environ 10^{10}, la sensibilité de l'œil dans le même intervalle varie seulement dans un rapport 10^7.

Pour un quelconque de ces éclats, par exemple pour l'éclat de 0,1 millilambert qui correspond à celui d'un intérieur éclairé artificiellement, trois constantes importantes permettent de se rendre compte de la sensibilité de l'œil : *a*) Le plus petit éclat perceptible ; *b*) la plus petite différence d'éclat appréciable entre des champs lumineux voisins ; *c*) la plus petite valeur de l'éclat provoquant une sensation douloureuse.

a) *Seuil de la sensibilité.* — L'œil étant adapté à la vision d'un champ d'éclat B limité par un carré de 60 cm de côté observé à une distance de 35 cm, on supprime ce champ lumineux et on détermine la plus faible valeur T que doit avoir l'éclat d'un petit carré de 30 mm de côté situé au centre du précédent pour être immédiatement perceptible. La courbe qui représente la variation de T en fonction de B, en cordonnées logarithmiques, est une droite, B variant du seuil de l'excitation jusqu'à environ 100 millilamberts ; à partir de ce point elle s'incurve rapidement (fig 1).

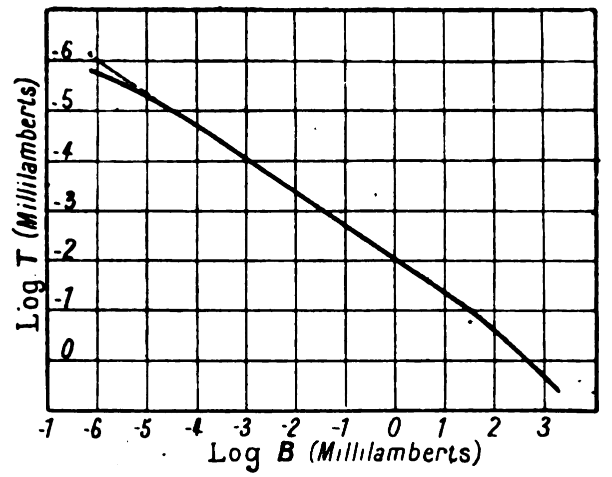


Fig. 1. — Variation de la sensibilité de l'œil mesurée par le seuil de la sensation, en fonction de l'éclat du champ de vision auquel il est adapté.

La valeur instantanée T est une mesure de la sensibilité absolue de la rétine soumise à un éclat B ; elle dépend de l'état de la surface sensible de la rétine et de celui des nerfs.

La valeur de T pour le seuil de l'excitation donne une mesure de la sensibilité photochimique de la rétine.

La forme simple de la courbe de la figure 1 montre que l'état de la rétine est lié par une loi simple à la densité du flux de lumière qu'elle reçoit.

b) *Plus petite différence d'éclat perceptible.* — Distinguer de petites différences dans la lumière et dans l'ombre, observer les détails, telle est la fonction caractéristique de l'œil. Son accomplissement dépend un peu de la netteté du détail, beaucoup des différences de couleur, mais avant tout des différences d'éclat. La vision est la meilleure quand ces contrastes sont environ dans un rapport 10 à 1, elle est encore très bonne quand ils sont aussi faibles que 51 à 50 ou aussi grands que 20 à 1.

(1) P.-G. Nutting. *Journal of the Franklin Institute*, mars 1917, t. CLXXXIII, p. 287-302, 4 400 mots, 8 fig.

Digitized by Google

On mesure par des procédés photométriques la plus petite différence d'éclat dB perceptible entre deux champs d'éclat B et $B + dB$: en portant en ordonnées le rapport $\frac{B}{dB}$ en fonction de log. B, on obtient la courbe I de la figure 2.

En intégrant la fonction qui donne dB en fonction de B, on obtient une fonction de B représentée par la courbe II de

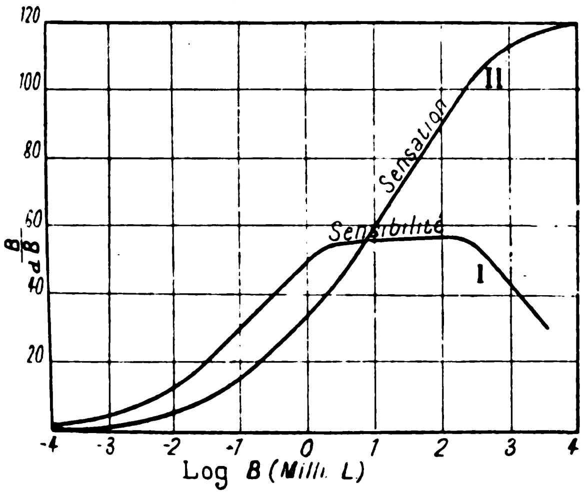


Fig. 2. — Variation de la sensibilité de l'œil, mesurée par $\frac{B}{dB}$, et de la sensation en fonction de l'éclat du champ de vision auquel il est adapté.

la figure 2. Elle représente la relation fondamentale qui lie la sensation visuelle à l'excitation qui la cause.

Proposons-nous de comparer ces courbes aux courbes analogues qu'on obtiendrait en étudiant l'action de la lumière sur une plaque photographique ; la courbe II représenterait la quantité de sel d'argent déposé en fonction du temps d'exposition à la lumière ; la courbe I, dérivée de la première, représenterait la variation de sensibilité de la plaque.

On trouve une courbe (I) de même forme, la partie horizontale est exactement de même étendue, mais les parties obliques sont plus inclinées et plus symétriques.

Le fait que, pour l'œil, la réaction sur la surface de la

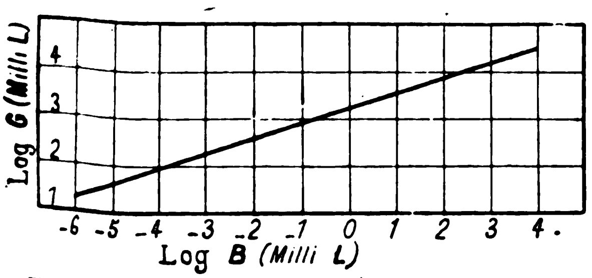


Fig. 3. — Valeur de l'éclat éblouissant en fonction de l'éclat du champ de vision auquel l'œil est adapté.

rétine est simplement une fonction de l'intensité lumineuse, tandis que, dans le cas de la plaque photographique, elle est une fonction de l'énergie totale (intensité temps) prouve qu'il existe, dans le cas de la rétine, des phénomènes de restauration permanents qui font défaut dans le cas de la plaque photographique.

c) *Limite d'éblouissement.* — Pour tout œil adapté à un éclat B, il existe un éclat plus élevé G, à la limite de la sensation douloureuse, pour lequel l'œil ne peut plus distinguer des contrastes modérés. L'expérience montre que les logarithmes de G et de B sont liés par une relation linéaire (fig. 3).

Le tableau I suivant résume les mesures de la sensibilité de l'œil faites par les trois procédés que nous venons d'énumérer.

TABLEAU I.

ÉCLAT DU CHAMP SENSIBILISATEUR	DIFFÉRENCE DE CONTRASTE PERCEPTIBLE	$\frac{B}{dB}$	I EN MILLI-LAMBERTS	G
0,000001 mL	1,00	1,0	93×10^{-8}	20,1 mL
0,00001	0,66	1,5	42×10^{-7}	40,7
0,0001	0,395	2,5	19×10^{-6}	89
0,001	0,204	4,5	87×10^{-6}	86
0,01	0,078	12,8	39×10^{-5}	400
0,1	0,037	27,0	174×10^{-5}	810 mL
1	0,0208	48,2	81×10^{-4}	1,66 L
10	0,0174	57,5	36×10^{-3}	3,47 L
100	0,0172	58,1	28×10^{-2}	7,25 L
1 000	0,0240	41,7	2,15	14,45 L
10 000	0,048	(20,9)	232	30,90 L

Ainsi un œil adapté à un champ d'éclat 0,1 mL peut juste distinguer un contraste de rapport $\frac{1,037}{1}$, le rapport $\frac{B}{dB}$ atteint seulement la moitié $\left(\frac{27}{58}\right)$ de sa valeur maximum. La pénombre la plus sombre dans laquelle on puisse encore distinguer quelque chose a pour éclat 0,0017 mL et le plus haut éclat tolérable est 800 mL.

Rappelons enfin, pour rendre plus frappante la lecture de ce tableau, que les quatre éclats que les ingénieurs éclairagistes ont à considérer le plus souvent sont :

0,001 mL extérieur la nuit, éclairage des rues,
0,01 mL intérieur la nuit, éclairage artificiel d'intérieur,
1,0 mL intérieur à la lumière du jour,
1,0 L extérieur à la pleine lumière du jour.

II. VISION DANS UN CHAMP NON UNIFORME. — Quand le champ environnant est plus brillant ou plus sombre que l'objet regardé placé au centre, la vision en est sérieusement gênée. Une expérience simple permet de se rendre compte de cet effet. Si on place tout contre l'œil un tube noirci intérieurement, de 3 à 4 cm de diamètre et de 50 cm de long, l'éclat de la tache centrale vue à travers ce tube semble croître rapidement jusqu'à une valeur 50 ou 100 fois plus grande que celui de la même tache vue à l'œil nu, et cependant dans les deux cas le flux lumineux qui atteint la tache jaune de l'œil est le même. Les recherches d'Ives ont montré que le maximum de sensibilité de l'œil correspondait à un éclat presque uniforme du champ de la vision. Dans ce cas, les phénomènes d'éblouissement sont en outre presque impossibles.

D'autre part, le fond étant complètement sombre, si la tache centrale est peu brillante en diminuant son diamètre apparent on diminue la sensibilité de l'œil, tandis que le phénomène inverse se produit si la tache centrale est assez

Digitized by Google

brillante. Pour des éclats intermédiaires le diamètre apparent de la tache centrale n'agit plus sur la sensibilité. Le tableau II suivant indique la variation de la sensibilité de l'œil mesurée comme plus haut en fonction du diamètre apparent et de l'éclat de la tache centrale.

TABLEAU II.

DIAMÈTRE APPARENT	*Éclat :*	1 mL	17 mL	170 mL	600 mL
2π	*Seuil relatif de la sensation :*	0,0064	0,074	0,29	1,2
1,0		0,0050	0,074	0,27	1,4
0,1		0,0065	0,074	0,26	1,5
0,01		0,0090	0,074	0,22	1,5
0,001		0,0125	0,074	0,13	0,84
0,0001		0,0161	0,074	0,08	0,15

L'effet d'une tache brillante varie aussi avec sa position par rapport à l'axe optique de l'œil. Les nombres suivants sont donnés pour un champ d'éclat 0,1 mL et un point lumineux d'éclat 1 lambert et constitué par une lampe dépolie.

Angle	0°	10°	20°	30°	40°
Seuil relatif de la sensation	0,11	0,17	0,26	0,42	0,65

II. ADAPTATION A UN ÉCLAT VARIABLE. — La vision humaine est pratiquement aussi peu fatigante et aussi perçante pour un éclat de 0,1 mL (intérieur bien éclairé) que pour un éclat de 1 L (pleine lumière du jour) cependant 10000 fois plus grand.

L'œil s'adapte à des conditions aussi différentes par un mécanisme encore mal connu. Si la variation d'éclat est brusque, l'adaptation de l'œil est d'abord rapide puis de plus en plus lente, l'œil n'arrivant à son nouvel état d'équilibre qu'après un temps très long; on a pu observer la variation de sa sensibilité avec le temps pendant des durées de seize heures. L'auteur a déterminé, par sa méthode de mesure du seuil relatif de la sensation, les premières portions des courbes représentant cette variation. Les nombres de la table suivante se rapportent au passage de l'obscurité complète à un éclat de 25 mL et vice versa. Un éclat de 25 mL est environ celui d'une feuille de papier blanc dans une chambre bien éclairée et est presque éblouissant pour un œil accoutumé à l'obscurité.

Temps.	Passage de $B = 0$ à $B = 25$ mL. La sensibilité décroît	Passage de $B = 25$ mL à $B = 0$. croît
1 seconde	2,1 fois	1,6 fois
2 »	4,2 »	2,6 »
10 »	58 »	14,4 »
10 minutes	120 »	20,9 »

Des mesures plus complètes ont été faites pour l'adaptation à l'obscurité en partant d'un éclat donné. L'accroissement de la sensibilité dépend :

1° De l'éclat dont on est parti (fig. 4) ;

2° De la couleur de la lumière avec laquelle on opère (fig. 5).

L'adaptation est, dans une certaine mesure, contrariée par la variation du diamètre de la pupille ; l'expérience montre toutefois que cette variation s'effectue généralement pendant la première demi-seconde. On a déterminé le diamètre de la pupille correspondant à l'adaptation de l'œil à divers éclats constants :

Eclat (mL)	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	0,1	1	10	10^2	10^3
Diam. pupille (mm)	6,1	5,9	5,7	5,4	4,7	9,7	2,8	2,1

Plus intéressantes au point de vue pratique sont les

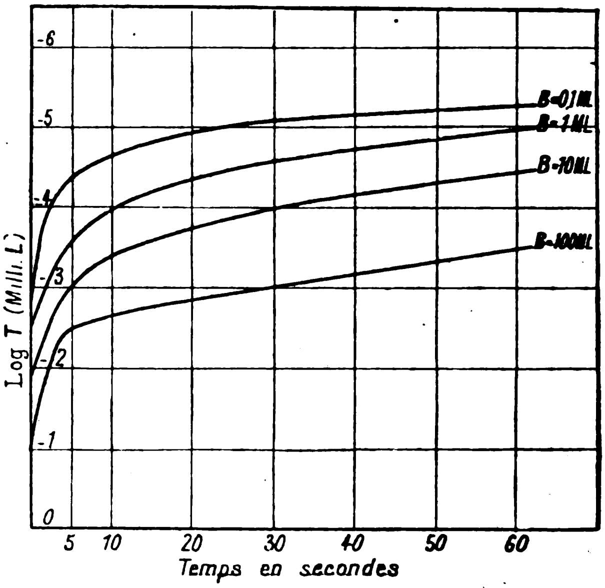


Fig. 4. — Variation en fonction du temps de la sensibilité de l'œil dans l'obscurité (mesurée par le seuil de la sensation) après adaptation de l'œil à divers éclats du champ de la vision, en lumière blanche.

mesures qui déterminent la sensibilité de l'œil à un contraste donné. Quand on passe d'une salle mal éclairée dans une salle brillamment éclairée, on sait que les contrastes

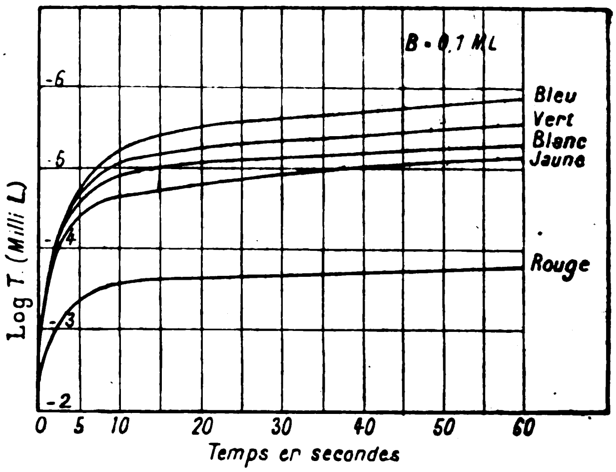


Fig. 5. — Variation en fonction du temps de la sensibilité de l'œil dans l'obscurité (mesurée par le seuil de la sensation) après adaptation de l'œil à un champ d'éclat 0,1 mL, en lumière colorée.

les plus violents sont les premiers visibles, mais qu'il faut un temps très long avant de percevoir les plus faibles.

Pour étudier expérimentalement cette question avec la méthode précédente, on place un morceau de film gris sur la

Digitized by Google

tache centrale et, l'œil étant adapté à l'obscurité, on détermine au bout de combien de temps ce film devient visible, quand on fait varier l'éclat de la tache. Pour des contrastes aussi faibles que $\frac{97}{100}$ (3 pour 100 d'absorption par le film), il n'y a aucun gain dans la visibilité avec le temps, tandis que,

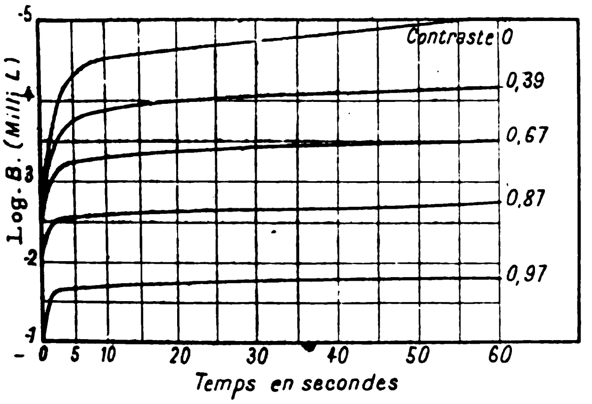


Fig. 6. — Variation en fonction du temps de l'éclat du champ sur lequel un contraste donné peut être perçu, l'œil ayant été préalablement adapté à l'obscurité.

pour les contrastes plus grands, des temps d'observation croissants permettent de les distinguer sur des taches d'éclat de plus en plus grand (fig. 6).

IV. Applications pratiques de ces remarques a l'éclairage. — L'objet de tout éclairage est d'assurer la visibilité des détails des objets que notre œil fixe attentivement.

Les détails à distinguer peuvent être : *a*) simplement les contours d'objets de grandes dimensions ; c'est le cas, par exemple, quand on parcourt une route de nuit dans la campagne ; *b*) les contours de petits objets comme dans la lecture, ou *c*) les plus petits détails que l'œil est capable de séparer.

Pour la catégorie *a*, un faible éclairage, équivalent à celui donné par la pleine lune, par exemple, est suffisant. L'œil opère ainsi au voisinage du seuil de l'excitation et ne distingue les détails que s'ils sont soulignés de violents contrastes. Tout point éblouissant doit être évité car la rétine dans ses conditions est ultra-sensible et le moindre éblouissement diminuerait tellement sa sensibilité qu'il rendrait les objets invisibles. Les phares ordinaires d'automobile ou les sources lumineuses situées dans une direction faisant un angle de moins de 30° avec l'horizontale doivent être soigneusement évités.

La catégorie *b* couvre la grande majorité des conditions habituelles de travail (lecture, écriture, calcul) dans les salles d'école, les boutiques, etc.

Il semble raisonnable de se fixer comme valeur du rapport $\frac{B}{dB}$ la moitié de sa valeur maximum.

Il s'ensuit que tout éclairage qui produira un éclat du champ de la vision compris entre 0,1 ml et 7 000 ml est acceptable, quoiqu'il vaut mieux se limiter à un éclat compris entre 1 et 250 ml.

La plus sérieuse difficulté est de déterminer le meilleur rapport qui doit exister entre la lumière directe et la lumière diffuse et de donner à l'une et à l'autre une bonne direction. Il est nécessaire qu'il n'y ait dans le champ de vision ni lumières trop vives, ni ombres trop marquées : les détails ne doivent pas présenter de contrastes plus faibles que $\frac{50}{49}$ ni plus marqués que $\frac{50}{1}$.

La lumière indirecte évite les lumières et les ombres trop fortes mais supprime presque complètement les contrastes.

A l'extérieur, par un jour clair, la lumière diffuse entre pour 16 à 40 pour 100 dans la lumière totale tombant sur une surface horizontale ou verticale. Par un jour nuageux, presque toute la lumière est diffuse, et par un jour clair les ombres sont largement éclairées par la lumière qui vient du ciel. Il semble donc que, pour une vision moyenne, la meilleure proportion de lumière diffuse soit environ 30 pour 100.

Quand on regarde un paysage à travers un verre jaune ou vert, il paraît plus brillant et plus nettement dessiné ; cette apparence est due à ce que le verre jaune élimine la lumière bleue diffusée par le ciel, tandis qu'il laisse à peu près intacte la lumière directe du soleil ; par suite, les ombres sont renforcées et les contrastes accentuées. La vision à travers un verre bleu procure l'impression opposée.

Ainsi en absorbant de la lumière avec un verre jaune, on peut donner l'impression d'une augmentation d'éclairage ; inversement, dans certains cas, en augmentant l'éclairage d'une pièce on ne réussit qu'à donner l'impression d'une diminution de l'illumination. C'est ce qui arrive si, dans une pièce brillamment éclairée par de la lumière directe bien dirigée, on ajoute encore une grande quantité de lumière bien diffusée ; la visibilité baisse par suite de l'atténuation des contrastes et on a l'impression que l'éclairage a diminué.

Les sources lumineuses doivent être bien placées selon le résultat à obtenir. Dans une galerie de tableaux où la surface à éclairer est verticale, un éclairage sous un grand angle est indiqué ; dans un atelier où les parties de machines à éclairer sont composées de cylindres horizontaux, la lumière doit être diffuse et dirigée suivant un petit angle.

Dans l'éclairage des rues on a la mauvaise habitude de placer les sources lumineuses en pleine vue ce qui cause des phénomènes d'éblouissements et diminue la sensibilité de l'œil.

Dans la catégorie *c* où l'on désire observer les plus petits détails que l'œil puisse séparer, la fatigue de l'œil ne peut être évitée que par l'emploi d'un excellent éclairage. Nous citerons par exemple, le travail avec des aiguilles fines où l'œil voit une masse de petits points brillants. Si toute la lumière est diffuse, l'œil se fatigue parce que la suppression des ombres l'oblige à l'observation de contrastes peu marqués, et le meilleur éclairage est celui qui vient d'une seule direction et d'une source élevée. Ce que l'on voit c'est une quantité d'images cylindriques de la source et si le diamètre apparent de la source est faible, ces images sont fines et facilement séparables.

En résumé, la meilleure visibilité demande une abondante lumière venant d'une direction unique.

La lumière du ciel entrant par des fenêtres hautes et bien espacées est presque idéale. La lumière indirecte produite par de nombreuses sources est très mauvaise. L'éclairage semi-indirect, provenant de sources groupées dans une seule direction constitue probablement le meilleur système d'éclairage artificiel. Aucune partie d'une source lumineuse située dans le champ de la vision ne doit avoir un éclat supérieur à 250 ml, et aucun contraste ordinairement visible ne doit dépasser le rapport 100 à 1.

M. Leblanc.

Digitized by Google

Les travaux du « National physical Laboratory » en 1916-1917 (¹).

L'activité du « National physical Laboratory » s'est naturellement exercée sur les travaux de guerre, à l'égard desquels le rapport annuel garde un silence bien compréhensible. Il cite toutefois comme caractéristique typique ce fait qu'en août 1915 on envisageait les essais de 30000 jauges ou étalons de mesure pour les établissements militaires, alors que, dans le cours de l'année qui vient de s'écouler, plus de 270000 essais ont été réalisés, qu'en novembre dernier on contrôlait 4000 à 5000 jauges par semaine tandis qu'en juin 1917 ce nombre passait à 9000 et 10000 essais dans le même laps de temps.

En ce qui concerne les travaux d'intérêt général des diverses sections, le rapport cite qu'en électricité on s'est occupé presque uniquement de télégraphie sans fil; toutefois, un certain nombre d'essais ont porté sur la comparaison des résistances étalons et l'application de nouvelles dispositions aux mesures d'inductance et aux essais d'électro-aimants et de pôles. Des essais de cadrans lumineux pour des instruments de divers types ont été effectués ainsi que des recherches sur l'échauffement des câbles souterrains et sur la corrosion des câbles sous plomb.

Dans la division de la chaleur, l'établissement d'étalons pour les essais pyrométriques a été la préoccupation principale, et des travaux intéressants ont été faits dans la construction des foyers pour travaux à haute température. Des essais ont porté sur la conductibilité calorifique des matériaux réfractaires dont on a étudié les propriétés.

La division de l'optique a fait de nombreux essais et un certain nombre de problèmes lui ont été soumis. Les tables relatives à la construction des objectifs achromatiques ont été considérablement augmentées.

Le département du génie civil a continué ses recherches sur les essais de chocs sur barreaux entaillés ainsi que sur la comparaison des effets du frottement de roulement à sec vis-à-vis du frottement de glissement à sec; la détermination de la relation du nombre de Brinell vis-à-vis du scléromètre et sa comparaison à la résistance du frottement de glissement. Il a continué l'étude de la fatigue des matériaux sous l'effet combiné de la flexion et de la torsion et l'application de la théorie de Reynold sur la transmission de la chaleur des surfaces aux fluides qui les baignent, dans le cas de surfaces rendues rugueuses artificiellement.

Il a poursuivi ses observations sur l'augmentation des fissures constatées dans les bâtiments de la Tour de Londres, et effectué une série d'essais sur la fatigue des cylindres de gaz confirmés, ainsi que sur les propriétés d'un grand nombre de bois d'essences diverses pour traverses de chemins de fer.

Le département de l'aéronautique a fait de grands travaux ainsi que le département de la métallurgie et de la chimie métallurgique dont l'activité a été presque entièrement consacrée aux travaux de guerre; il a toutefois posé les bases d'un accord avec les principaux métallurgistes pour la standardisation des échantillons d'essai des aciers. Des travaux ont été poursuivis sur les aciers pour automobile et aviation.

Les recherches relatives aux verres optiques ont fait des progrès spécialement pour le matériel réfractaire et la construction de creusets résistant aux attaques du verre fondu.

Parmi les recherches en cours ou en projet le rapport cite :

Les recherches sur les aciers magnétiques;

La standardisation des pyromètres jusqu'à 1600°;

La recherche sur l'échauffement des câbles souterrains et sur la corrosion des enveloppes des câbles sous plomb.

L'étude de nouvelles méthodes d'essai au choc des barreaux entaillés et celle de la transmission de la chaleur d'un solide au fluide qui le baigne ainsi que des recherches sur les alliages légers. J. D.

(¹) *Electrician*, 29 juin 1917, t. LXXIX, p. 511-512, 2200 mots.

Nécessité de l'homogénéité des circuits téléphoniques (¹).

Extraits d'une instruction sur la construction des lignes, qui paraitra prochainement. Pour être homogène, une ligne aérienne doit donc être constituée, sur toute sa longueur, par un conducteur de même métal et de même diamètre, être supportée par des isolateurs d'un même modèle, ne jamais cesser d'être aérienne, etc...

On peut être amené à rompre l'homogénéité d'une ligne soit pour franchir des passages difficiles (tunnels, traversées de villes, etc...), soit pour amener ladite ligne jusqu'au bureau terminal à chacune de ses extrémités.

Les sections aériennes ou souterraines, intercalées dans les circuits pour franchir les points particuliers, augmentent l'affaiblissement du circuit, parce qu'elles ont généralement des qualités transmissives bien inférieures à celles du circuit lui-même. A cette cause peut encore s'ajouter, dans le cas d'une section souterraine, un autre affaiblissement dû aux réflexions qui se produisent au point de jonction d'une ligne aérienne et d'une ligne souterraine ordinaire.

Sur certains longs circuits de 5 mm, qui ont été étudiés d'une façon spéciale, on a constaté que, par suite de la présence de sections rompant l'homogénéité, les qualités transmissives de ces circuits n'étaient pas supérieures à celles d'un circuit de 4 mm qui serait homogène.

Le manque d'homogénéité n'intéresse pas que l'affaiblissement; il peut aussi diminuer l'isolement. Il est de plus en plus nécessaire de réaliser, pour les circuits, un isolement parfait : on augmente ainsi leur stabilité électrique, on diminue les mélanges de conversation entre les différentes communications, et l'on rend possible la pupinisation des circuits et l'emploi de relais téléphoniques.

On doit donc s'efforcer de réaliser l'homogénéité :

1° En supprimant, par l'adoption du dispositif de coupure à distance, les sections urbaines destinées à l'introduction des longs circuits dans les bureaux de coupure de première catégorie (cette suppression est d'autant plus recommandable lorsqu'il existe, dans la ville, des réseaux de distribution d'énergie électrique);

2° En franchissant les tunnels par-dessus la montagne, même au prix de difficultés sérieuses;

3° En traversant les villes en aérien sans changement de diamètre; ou même en les contournant, lorsqu'on peut le faire sans trop allonger l'itinéraire.

Quand on ne peut se dispenser d'introduire une section qui rompe l'homogénéité du circuit, cette section doit, autant que possible, être aérienne, et le diamètre du fil doit être le plus gros possible.

Si l'on est obligé de construire une section souterraine, celle-ci doit être établie soit en câble amélioré par l'intercalation de bobines de self-induction, soit en câble dit « cuirassé » dont le conducteur est recouvert d'une hélice en fil de fer doux.

(¹) *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1917, sixième année, p. 258-261, 1100 mots.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Note sur la commande à distance et sur la commande automatique des circuits d'éclairage électrique

Nous avons déjà donné dans la R. G. E. du 9 juin 1917, t. I, p. 889, un article de M. Curchod sur les schémas de connexions des circuits d'éclairage électrique. Nous publions ci-dessous un deuxième article du même auteur destiné, comme le premier, particulièrement à servir de documentation aux monteurs électriciens auxquels il rendra certainement des services et dont il simplifiera le travail.

Dans un précédent article [1], nous avons cherché à montrer les avantages que présente l'adoption de l'éclairage électrique tant au point de vue de la facilité d'allumage et d'extinction des lampes qu'à celui de l'économie que permet de réaliser une installation bien comprise, en résumant dans quelques schémas les divers modes de montage répondant aux cas qui se présentent le plus fréquemment.

L'allumage et l'extinction sont assurés, ainsi que nous l'avons vu, par un ou plusieurs interrupteurs, plus ou moins complexes, commandés à la main.

A ces problèmes relativement simples sont venus s'ajouter des problèmes, en apparence plus compliqués, que nous nous proposons d'étudier succinctement dans cette note, nous contentant de rappeler les principes des solutions admises sans entrer dans le détail de la construction des différents types d'appareils dont nous allons examiner l'emploi. Avant tout, il importe d'insister sur un appareil qui rend des services inappréciables dans toutes les installations électriques, que l'on retrouve aussi bien au téléphone que dans les installations d'éclairage et de force motrice, et qui nous permettra de résoudre la plupart des cas que nous allons envisager. Cet appareil est l'électro-aimant qui prend le nom de relais chaque fois que le mouvement de son armature mobile est destiné à assurer la fermeture ou la rupture d'un circuit électrique. Remarquable par la simplicité de sa construction, il l'est également par celle de son montage qui ne présente aucune difficulté : rien n'est plus aisé en effet que d'introduire un relais dans une installation électrique, lorsque le but auquel il est destiné a été bien défini.

S'il s'agit, par exemple, de pouvoir commander un circuit de lampes d'un point où, pour une raison quelconque, il faut éviter l'emploi de la ligne qui alimente la ou les lampes mêmes, c'est à l'aide d'un relais que seront assurés l'allumage et l'extinction de ces lampes. Ce mode de commande est appelé la *commande à distance*, terme qui manque de précision, puisque la commande électrique peut toujours être à distance, même sans l'emploi d'un relais ; il eût été plus exact de la définir : la commande par relais intermédiaire.

Elle est utile lorsque les lampes à commander sont très éloignées du point où l'on veut les commandes et que l'on veut éviter d'étendre leur circuit d'alimentation, ce qui serait le cas s'il fallait disposer un interrupteur ordinaire au point intéressé. L'emploi d'un relais, alimenté par une source à basse tension, permet d'éviter une chute de tension trop élevée et de réaliser une économie dans les frais d'installation, économie due à la différence des prix, pour la même longueur, d'un fil isolé pour une tension de 110 ou 220 v et de celui isolé pour une tension notablement plus faible, pouvant ne pas dépasser 10 v.

C'est également à ce mode de commande que l'on a recours si l'on craint d'introduire dans le local où se trouve l'appareil de commande un circuit électrique sous la tension d'alimentation des lampes qui s'élève généralement à 110 ou même 220 v.

Le principe des solutions admises pour ces catégories de problèmes et pour tous ceux qui s'en rapprochent réside donc, ainsi que nous l'avons dit, dans l'emploi d'un relais.

Le relais est alimenté par une source d'énergie quelconque, de préférence à courant continu, et qui peut être à très basse tension puisque la puissance mise en jeu pour son actionnement est très faible et s'évalue en quelques dizièmes et même parfois en centièmes de watt. C'est sur le circuit d'alimentation de la bobine de l'électro-aimant qu'est disposé l'appareil de commande, manœuvré à la main, tandis que l'armature mobile du relais tient lieu d'interrupteur, sur le circuit de la lampe ou du groupe de lampes à commander.

Les figures 1 à 3 représentent schématiquement trois solutions qui peuvent être adoptées dans le cas qui nous

[1] *R. G. E.*, du 9 juin 1917, t. I, p. 889. « Note sur les schémas de connexions des circuits d'éclairage électrique ». A. C.

Digitized by Google

occupe. Etant donnée leur simplicité, l'examen de ces schémas, accompagnés chacun d'une légende, suffit à donner des notions précises du principe sur lequel elles sont basées et permet de se rendre compte de la diversité des cas où l'une ou l'autre d'entre elles pourra être utilisée.

Tandis que, dans la solution de la figure 1, il y a deux relais : un pour l'allumage et l'autre pour l'extinction, il n'y a plus qu'un seul relais, dans la deuxième solution, l'extinction étant obtenue par la rupture du circuit d'alimentation de l'électro-aimant.

La troisième solution est plus simple par son montage, puisqu'elle permet l'emploi d'un seul interrupteur, manœuvré à la main.

Nous insistons sur le fait que les appareils manœuvrés à la main sont des boutons-poussoirs du type de ceux adoptés dans les installations de sonneries, qui n'assurent la fermeture du circuit de la bobine du relais que momentanément, pendant la manœuvre, sauf toutefois dans la deuxième solution (fig. 2) où la manœuvre du bouton-poussoir correspondant à l'extinction a au contraire pour effet de rompre le circuit.

En ce qui concerne la commande automatique des circuits d'éclairage, nous distinguerons deux cas, suivant

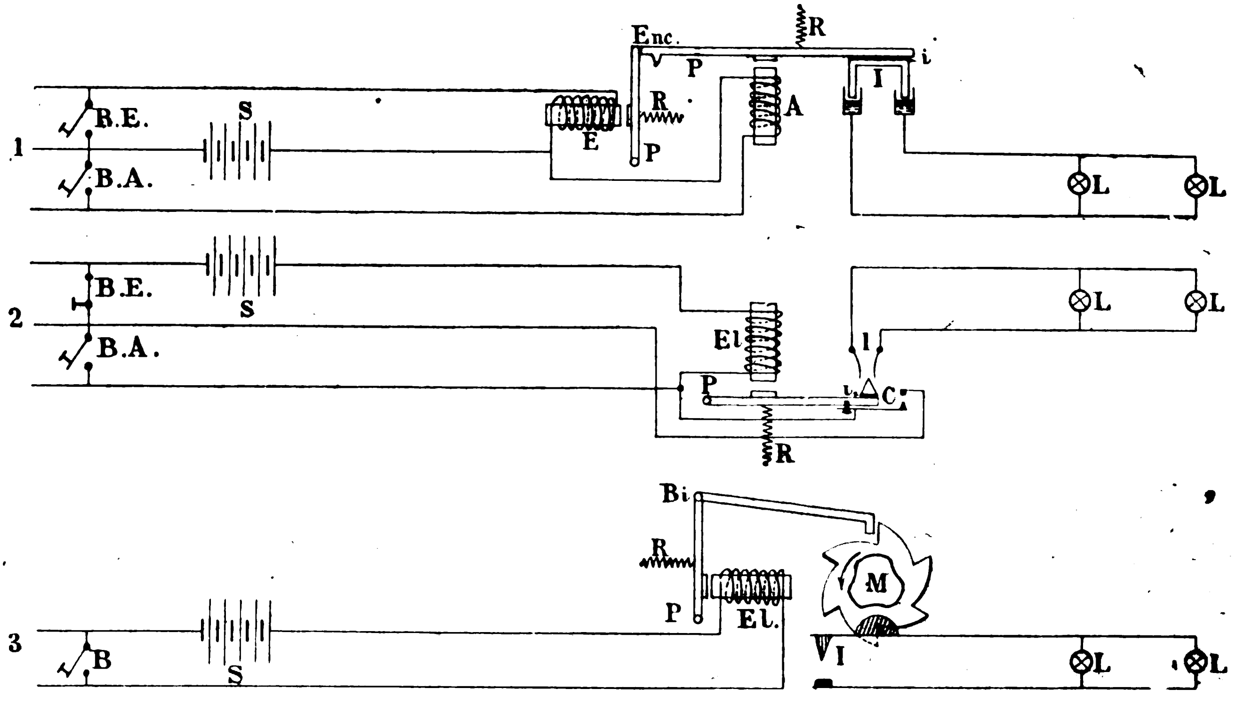


Fig. 1, 2 et 3.

B.E, bouton-poussoir d'extinction, normalement fermé ; S, source d'énergie (piles, accumulateurs) ; E.l, relais de commande ; I, interrupteur principal (qui pourrait comme dans la figure 1 être à mercure) ; i, plaque isolante ; G, contact fixé à l'armature mobile, mais isolé ; P, axe de rotation de l'armature mobile ; L, lampes ; B, bouton-poussoir ; Bi, bielle bloquant A ; A, électro-aimant fonctionnant à l'allumage ; E, électro-aimant fonctionnant à l'extinction ; Enc, dispositif mécanique ; M, appareil automatique tournant dans le sens de la flèche (principe d'une minuterie).

qu'il s'agisse d'assurer l'automaticité de l'allumage et de l'extinction, ou uniquement l'automaticité de l'extinction.

Le premier cas se présente lorsque la commande est assurée par l'ouverture et la fermeture d'une porte, par exemple. Il suffit de prévoir, sur le circuit d'alimentation de la ou des lampes à commande deux pièces métalliques, dont l'un fixe et l'autre mobile, solidaire de la porte, par exemple, ou de la targette de la porte, et qui est susceptible d'entrer en contact avec la pièce prise dans des conditions déterminées.

Nous ne nous arrêterons pas aux multiples solutions de ce problème, solutions dont le principe est toujours le même, celui que nous venons d'énoncer, et qui ne diffèrent que par leur réalisation économique.

Dans le second cas, l'allumage étant assuré par une manœuvre à la main, il faut pouvoir provoquer l'extinction automatique, après un temps déterminé Les dispositifs qui réalisent cette automaticité sont dits des « minuteries ». Ils sont basés sur l'utilisation judicieuse d'un mouvement d'horlogerie qui peut être actionné soit directement à la main, soit par l'intermédiaire d'un relais.

La figure 4 représente la disposition schématique des systèmes à commande directe ; l'appareil est constitué, en principe, par un tambour sur lequel s'enroule une chaînette. Si l'on exerce un effort de traction sur cette chaînette, elle se déroule, entraînant dans son mouvement rectiligne le tambour animé d'un mouvement de rotation. Lorsque l'effort de traction a cessé d'agir,

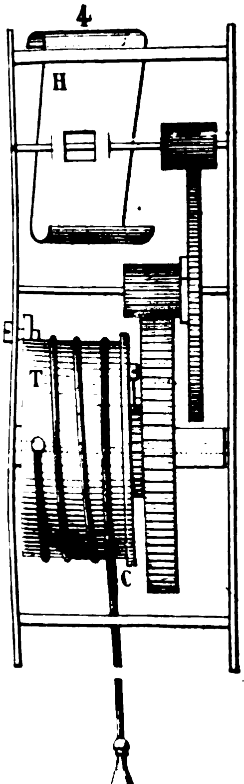
Digitized by Google

grâce à un ressort antagoniste, le système est ramené dans sa première position. C'est ce dernier mouvement qui est utilisé pour assurer l'allumage pendant un temps déterminé. Il importe de ralentir le mouvement du système pour que la durée de l'allumage soit estimable. A cet effet, on prévoit un amortisseur d'un type quelconque, la figure représente une hélice à larges pôles, actionné par l'intermédiaire d'engrenages.

L'interrupteur est constitué par deux lames métalliques dont l'une est absolument fixe, tandis que l'autre, plus longue que la précédente, porte à son extrémité une butée isolante.

Dans la position normale du système, cette butée repose sur un taquet fixé sur le tambour et disposé de façon que, pour cette position, la lame mobile soit écartée de la lame fixe. On conçoit aisément, en examinant la figure 5 qui représente schématiquement cette disposition, que le contact s'établit aussitôt que le tambour est en mouvement.

Avant d'examiner le mode de montage des appareils à commande directe, nous dirons quelques mots des « minuteries » électromécaniques qui sont une combinaison du mouvement d'horlogerie, tel que nous venons de le décrire, et d'un électro-aimant. On conçoit aisé-



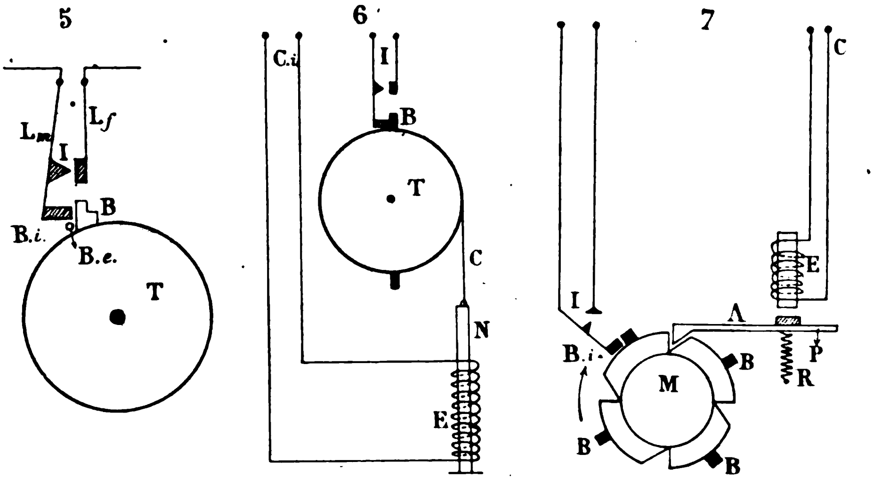


Fig. 4, 5, 6 et 7.

C. chaînette de commande ; T, tambour ; H, hélice à larges pales, tenant lieu d'amortisseur ou de « retardateur » et pouvant être remplacée par tout autre système retardateur ; I, interrupteur ; L. f. contact fixe ; Lm, contact mobile ; Bi, butée isolante ; B. a, butée d'arrêt ; B, butée mobile (sur le tambour) ; E, électro de commande ; N, noyau attiré et entraînant le tambour dans son mouvement par la chaînette C ; C. i, circuit d'alimentation de l'électro-aimant ; M, minuterie ; A, armature mobile ; P, axe de rotation de l'armature mobile ; R, ressort de rappel.

ment qu'il soit possible de substituer à la manœuvre à la main un effort de traction exercé sur la chaînette dû à l'attraction d'un électro-aimant (fig. 6) ; et le fonctionnement du système est le même que celui des appareils à commande directe, tant en ce qui concerne le mouvement du tambour ramené dans sa fonction d'équilibre sous l'action d'un ressort antagoniste que par les conditions de fermeture et de rupture du circuit d'éclairage.

Signalons, dans ce même ordre d'idées, l'utilisation du mouvement d'horlogerie dans lequel le ressort actionne directement le tambour ; le tambour comporte des encoches où vient se loger la butée de l'armature mobile d'un électro-aimant, lorsque l'électro-aimant n'est pas excité. La figure 7 indique le principe de cette disposition. Dans ces deux cas, la manœuvre se fait par un simple bouton-poussoir qui ferme le circuit de la bobine de l'électro-aimant assez longtemps pour provoquer le déclanchement de la minuterie.

A ces minuteries à commande directe, à mécanique, et à commande électromécanique s'ajoutent les interrupteurs électriques proprement dits, dans lesquels on utilise la force vive acquise au démarrage d'un petit moteur électrique qui actionne un tambour, ou inséreur fermant le circuit intéressé aussitôt qu'il est en mouvement.

Le mode de montage de tous ces appareils ne présente aucune difficulté.

La figure 8 représente la disposition à adopter dans le cas où une seule minuterie, à commande mécanique, suffit ; s'il s'agit de l'éclairage d'un escalier qui doit pouvoir être commandé à chaque étage, il faudra prévoir un appareil par palier, comme l'indique la figure 9.

On remédie à l'inconvénient d'avoir plusieurs minuteries dans la même installation, en adoptant les dispositifs à commande électromécanique : un seul appareil suffit et la manœuvre peut néanmoins se faire à tous les étages, par des boutons-poussoirs. Le montage le plus courant est celui dit à trois fils, représenté sur la figure 10.

Digitized by Google

Il peut être intéressant d'éviter l'allumage simultané de plusieurs lampes et, au contraire, de pouvoir commander chaque lampe séparément. On a alors recours à des relais qui fonctionnent dans les conditions figurées sur le schéma 11. A chaque lampe (ou à chaque groupe de lampes devant être allumées simultanément) correspond un relais qui assure l'allumage de la lampe intérieure, tandis que la minuterie est déclanchée par la même manœuvre et provoque l'extinction au temps voulu.

Il est généralement prévu, indépendamment de l'interrupteur de la minuterie, un interrupteur ordinaire,

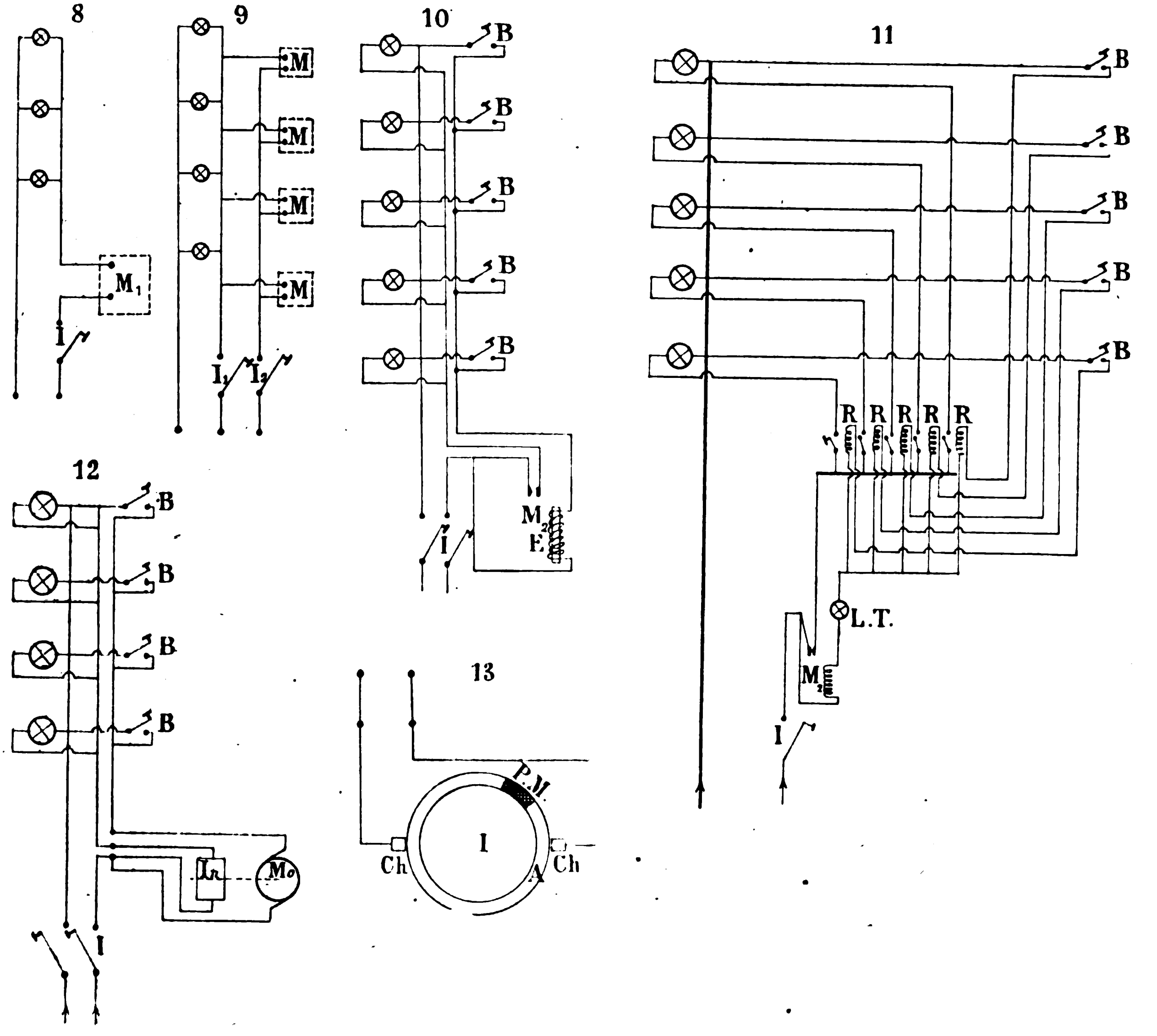


Fig. 8, 9, 10, 11, 12 et 13.

I, interrupteur principal; M_1, minuterie à commande directe; M_2, minuterie à commande par électro-aimant; I_1, interrupteur pour l'allumage direct et continu; I_2, interrupteur permettant de mettre les appareils à bas service ou en service; B, boutons-poussoirs sur le circuit d'alimentation de E; R, relais; Mo, moteur; In, inséreur; A, bague de cuivre; ch, charbons; P. M, segment isolant.

permettant de maintenir toutes les lampes allumées ou de couper le courant pendant la journée.

La lampe-témoin (L. T.) que nous représentons sur le schéma 11 n'est pas indispensable : elle permet à un gardien, par exemple, de contrôler le fonctionnement de minuterie.

Le schéma 12 représente le montage de l'interrupteur électrique dont nous avons parlé plus haut, tandis que la figure 13 indique la disposition schématique de l'inséreur. L'examen de ces deux figures permet de se rendre compte du fonctionnement de ce dispositif.

A. Curchod.

Digitized by Google

Des phénomènes instantanés qui se produisent dans le moteur asynchrone et de leur rapport avec sa manœuvre

On sait que le secondaire peu résistant et fermé en court-circuit sur lui-même d'un moteur d'induction joue un rôle important au moment du démarrage, parce qu'il affaiblit beaucoup le champ utile du moteur, ce qui donne lieu à un courant de démarrage intense et à des couples de démarrage faibles. Mais ce n'est pas seulement au premier instant du démarrage, à partir du repos, que cette action démagnétisante se fait sentir et c'est là un fait moins connu. Nous allons donner quelques détails sur ce point d'après un mémoire récemment paru (1).

Considérons par exemple le mode de démarrage le plus commun pour les moteurs asynchrones, qui consiste à relier d'abord le moteur aux prises à basse tension d'un auto-transformateur puis à le débrancher pour le mettre sous la tension totale de la ligne. On admet généralement que l'onde de courant la plus forte s'obtient quand le moteur au repos est relié à la prise à basse tension de l'auto-transformateur, et que l'intensité qu'on obtient quand on passe à la pleine tension correspond à celle qu'indique la courbe vitesse-courant du moteur pour la pleine tension. Or, en réalité, on peut obtenir, en commutant de la tension réduite à la pleine tension, des courants bien supérieurs à ceux du démarrage. La façon classique de calculer d'après la courbe vitesse-courant le courant obtenu par la commutation repose sur des hypothèses qui ne sont pas réalisées quand on a coupé momentanément l'alimentation pour commuter.

Après une coupure momentanée de l'alimentation, le moteur peut se trouver dans des conditions diverses. Au moment où l'on ouvre les contacts de démarrage à basse tension le champ tournant qui existe dans le rotor ne disparaît pas instantanément, à cause de l'action amortissante de celui-ci ; ce flux persiste pendant un certain temps jusqu'à ce que l'énergie magnétique accumulée soit dissipée par les pertes ohmiques dans le rotor, les courants de Foucault, etc. Puisque ce flux tournant persiste, il continue, naturellement, à induire une tension dans l'enroulement primaire. Quant à la valeur de la tension qui se maintient après l'interruption du courant et à la durée pendant laquelle persiste une tension appréciable, elles dépendent de la quantité d'énergie magnétique dans le rotor à l'instant de la coupure et de la rapidité avec laquelle cette énergie se dissipe en pertes dans le moteur. Les pertes dépendent surtout de la résistance du circuit secondaire et, par conséquent, l'énergie sera dissipée d'autant plus vite que cette résistance sera plus forte. On a relevé deux oscillographies sur un moteur de 40 ch à 8 pôles, 60 p : sec et secondaire bobiné. Dans le cas de la première, le rotor était court-circuité sur lui-même, tandis que, dans le cas de la seconde, une résistance extérieure était intercalée pour abaisser la vitesse du moteur à 800 t : min ; le moteur marchait à vide dans les deux cas. La comparaison des deux figures montre l'effet d'une résistance additionnelle sur le flux et la tension dans le moteur après l'interruption du courant. Avec le rotor fermé sur lui-même, la tension tombe à environ 80 pour 100 après une période, à 75 pour 100 après 2 périodes et 50 pour 100 après 6 périodes, tandis qu'avec la résistance extérieure dans le circuit du rotor, les valeurs correspondantes sont environ 60 pour 100, 50 pour 100 et 25 pour 100. Avec le rotor fermé sur lui-même, la tension s'annule pratiquement après environ 35 périodes, ou 0,6 sec ; avec la résistance extérieure, il ne faut que 15 périodes ou 0,25 sec.

La quantité d'énergie magnétique emmagasinée est donnée surtout par la valeur du flux magnétique total engendré dans la machine, valeur qui est le produit des inductions par les sections de passage du flux.

Une étude très simple basée sur ces faits fondamentaux mène à la conclusion que le flux et la tension se maintiendront en général d'autant plus longtemps que la machine sera plus grande et le nombre des pôles plus petit. C'est ce qu'on observe dans la pratique. On constate par exemple qu'un moteur de 1 500 ch à 25 p : sec et 4 pôles donne assez de tension pour maintenir lumineuses des lampes à incandescence pendant sept secondes après l'interruption du courant. Si l'on fait la même expérience avec un moteur de 5 ch à 10 pôles et 60 p : sec, on trouve qu'une si petite machine n'entretient le flux et la tension que pendant un temps relativement fort court, les tensions qui suivent la coupure du courant étant de 70 pour 100 après 1 période, 55 pour 100 après 2 périodes et 25 pour 100 après 6 périodes.

L'état de charge du moteur a aussi une influence sur le flux et la tension maintenus ; ils décroissent en général quand la charge croît. Cela est dû à plusieurs raisons, par exemple au fait qu'en raison des chutes de tension dans le primaire, le flux secondaire en charge est moindre que le flux primaire ; de plus, en raison de l'importance plus grande des flux de fuite en charge et de leur changement subit, il y a plus d'énergie dissipée en courants de Foucault, etc.

Il suit donc de ces considérations que, si les interrupteurs primaires sont refermés après une coupure momentanée, les conditions de tension et de flux dans le moteur peuvent être très différentes, selon les caractéristiques du moteur, la charge, le temps écoulé, etc.

(1) R. E. Hellmund. Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 16 février 1917. *Proceedings of the A. I. E. E.*, février 1917, t. XXXVI, p. 205-221.

Digitized by Google

Surintensités avec secondaire fermé sur lui-même et champ nul. — Considérons d'abord le cas où le temps qui s'écoule pour le passage de la prise à tension réduite à la prise à pleine tension est assez long pour permettre au flux rotorique de s'annuler avant que les contacts à pleine tension soient fermés. Il est évident, d'après ce qui a été dit plus haut, qu'à la fermeture des contacts, l'effet amortisseur du rotor empêchera l'établissement rapide du flux dans ce rotor, les courants rotoriques prenant alors naissance et s'opposant énergiquement à l'effet des courants primaires. Cela empêchera aussi tout flux primaire autre que le flux de fuite de s'établir rapidement, de sorte qu'au premier instant la force contre-électromotrice qui peut exister doit être fournie en grande partie par les flux de fuite, quelle que soit la vitesse du moteur. En d'autres termes, il faut au premier instant des courants primaires très intenses, quelle que soit la vitesse du moteur, pour donner naissance à des flux de fuite assez grands pour induire la force contre-électromotrice convenable, qui doit toujours être égale et opposée à la tension qui est appliquée après la fermeture du circuit. L'amplitude des pointes d'intensité, quand on branche le moteur sur la ligne avec flux nul dans le secondaire peut donc être, près du synchronisme, le même qu'au repos pour une tension donnée dans le moteur. Puisque, avec la méthode de démarrage normale, la tension après commutation d'une prise à l'autre est ordinairement plus grande qu'au moment où l'on met en marche, il est évident que la surintensité après commutation peut être plus grande qu'au départ, en supposant que, dans les deux cas, le champ rotorique est nul au moment où on ferme les contacts. Dans bien des cas, donc, l'effet qui suit la commutation d'une prise à l'autre peut être pire qu'au moment de la mise en marche.

La surintensité réalisée dépend, naturellement, pour beaucoup, du point de l'onde de tension appliquée où l'on ferme les interrupteurs. De plus, on voit facilement que les effets amortisseurs qui s'opposent à l'établissement du flux dépendent en général des mêmes facteurs que les effets amortisseurs qui maintiennent le flux après que l'alimentation a été coupée, c'est-à-dire la résistance du rotor, etc. En outre, les flux de fuite auront une influence importante sur les surintensités, comme on l'a déjà montré. On trouve, en général, que l'amplitude des surintensités relativement aux valeurs des courants fixes peut être d'autant plus grande, que la machine est plus grande et son nombre de pôles plus petit.

Ainsi une oscillographie prise sur un moteur de 40 ch, à 8 pôles, montre une pointe d'intensité de 778 A (valeur maximum de l'onde), alors que ce moteur a un courant de démarrage fixe de 425 A efficaces environ (valeur de crête 600 A), et un courant fixe d'environ 115 A efficaces (valeur de crête 163 A) à la vitesse à laquelle on fit l'essai. Ces conditions ont été obtenues avec une résistance extérieure dans le circuit du rotor ; elles seraient évidemment pires avec le rotor fermé sur lui-même.

Surintensités dans le cas où le champ est maintenu par le secondaire fermé sur lui-même. — Considérons le cas dans lequel la commutation ou l'interruption de courant s'accomplit très vite, de sorte que les contacts sont refermés avant que le champ du rotor se soit annulé. Supposons d'abord que le moteur soit alors faiblement chargé, de façon que la vitesse du rotor soit à peu près celle du synchronisme et que son inertie soit assez grande pour que cette vitesse reste pratiquement constante pendant l'interruption de courant. Alors la force contre-électromotrice induite dans le stator par le flux qui tourne avec le rotor reste en synchronisme avec la tension en ligne, et, si l'on referme les contacts, il existe déjà une force contre-électromotrice d'une certaine valeur et de phase convenable, qui limite à une faible valeur l'afflux de courant initial. Mais si au contraire le moteur est fortement chargé, de sorte que sa vitesse soit au-dessous du synchronisme, et si l'inertie du rotor est faible, de façon qu'il se produise une nouvelle baisse de vitesse pendant l'interruption de courant, la tension induite par le flux tournant avec le rotor se déphasera rapidement par rapport à la tension en ligne. C'est à ce cas que se rapporte la figure 1, tracée d'après une oscil-

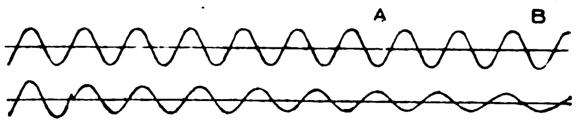


Fig. 1.

lographie. Supposons, par exemple, que la tension dans le stator se soit déphasée d'une demi-période par rapport à la tension en ligne, comme au point A, quand on ferme à nouveau les contacts ; nous sommes dans un cas tout pareil à celui d'un moteur synchrone qu'on relie à la ligne sans l'avoir synchronisé, et il est évident que ces courants très intenses peuvent s'établir momentanément, parce qu'il faut non seulement faire naître un flux rotorique malgré l'effet amortisseur de l'enroulement secondaire, mais d'abord réduire à zéro le flux existant. Pour des différences de temps très faibles entre les instants de fermeture, de grandes différences de conditions peuvent se produire. Si l'on fermait le circuit, par exemple à l'instant B, c'est-à-dire 0,12 sec plus tard, les tensions seraient de nouveau en phase et les valeurs de l'intensité très normales.

On a obtenu dans un essai, avec le moteur de 40 ch à 8 pôles, une pointe d'intensité de 1 300 A (valeur de crête) alors que la valeur fixe du courant de démarrage est de 450 A efficaces (635 A de valeur de crête) et le courant fixe en marche 150 A efficaces (212 A de valeur de crête) pour la vitesse à laquelle on fit l'essai.

Effet des courants amortisseurs secondaires sur le fonctionnement du moteur. — L'amortissement dû au rotor, à côté de ses inconvénients, a aussi l'avantage que, soit pendant la mise en marche, soit après la com-

Digitized by Google

mutation d'une prise à l'autre avec le champ rotorique réduit à zéro, le couple du moteur augmente graduellement, le couple ne pouvant exister en l'absence de champ secondaire. On évite donc les effets nuisibles que pourrait avoir un établissement trop soudain du couple.

En raison du fait qu'avec un rotor en court-circuit on ne peut pas éviter complètement les cas de forte surintensité, même si le flux du rotor est nul au moment du départ, il est évident que les appareils de manœuvre, ainsi que les autres parties de la distribution, doivent être établis pour supporter ces surintensités. La refermeture du circuit, avant l'annulation du flux du rotor, doit être aussi évitée dans l'appareillage de manœuvre destiné aux grands moteurs à cage d'écureuil, car cela peut amener, soit des surintensités trop fortes, soit, dans des conditions légèrement différentes, l'établissement trop brusque d'un couple puissant, ce qui peut endommager le moteur et la machinerie qu'il entraîne. Quand on fait le démarrage d'un moteur à tension réduite, le plus sûr est d'opérer en circuit fermé la transition à la prise à pleine tension, au moyen de résistances et d'inductances, surtout pour les grands moteurs.

Dans le cas des moteurs à rotor bobiné, la meilleure méthode pour réduire les surintensités consiste à introduire toujours une résistance dans le rotor avant de fermer ou de refermer les circuits primaires.

Dans la manœuvre des machines asynchrones pour la traction, l'effet amortisseur du secondaire de ces machines a une particulière importance. Il peut arriver, par exemple, que le trolley rebondit sur le fil, coupant l'alimentation pendant un intervalle de temps très court, ce qui produit de très fortes surintensités quand le contact se rétablit.

Il y a un autre cas dans lequel on doit tenir compte du maintien, par le rotor en court-circuit, du flux et de la tension dans le moteur pendant un certain intervalle de temps, après que le primaire a été débranché. On emploie quelquefois, pour passer de la grande vitesse à la vitesse réduite, certains appareils de branchement qui ne sont pas établis pour fonctionner sous tension et sous courant. Il faut avoir soin qu'aucun des circuits secondaires du moteur ne soit coupé par ces appareils, même après l'interruption du courant primaire, jusqu'à ce que les courants amortisseurs secondaires se soient annulés.

Surtensions avec secondaires en circuit ouvert. — Les surtensions qui peuvent se produire dans les machines, par l'effet de dispositifs de manœuvre défectueux, sont un autre point à considérer.

Soit le cas d'un moteur à rotor bobiné dont la manœuvre est disposée pour couper, d'abord le circuit secondaire, ensuite le circuit primaire. Les interrupteurs primaires, dans ce cas, ne coupent que le courant magnétisant. La tendance naturelle de l'arc à courant alternatif est de se couper quand le courant passe par zéro, ou à peu près, en suivant la sinusoïde régulière. Puisque, avec le circuit secondaire ouvert, le flux est à peu près proportionnel au courant primaire, on peut admettre que le flux, au moment de l'interruption du courant, est nul. S'il en est ainsi, aucune autre variation de flux ne peut se produire et aucune surtension ne pourrait avoir lieu. Mais des essais ont montré que l'effet refroidisseur de l'huile ou de l'air sur l'arc d'interruption rend plus rapide la terminaison de la dernière demi-période; elle se termine suivant une courbe A (fig. 2) et non suivant la sinusoïde régulière B. En

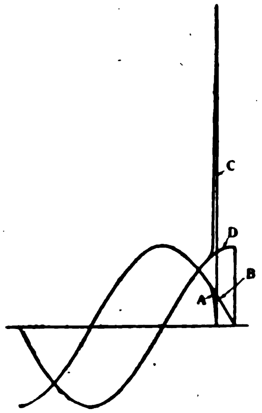


Fig. 2.

admettant que le flux suive la même courbe, on obtient pour les tensions les valeurs qu'indiquent la courbe C au lieu de celles de la courbe D qui correspond à une courbe de flux sinusoïdale. Ces surtensions sont de si courte durée que leur amplitude totale ne peut être mesurée par des essais oscillographiques ordinaires, mais, par des essais à l'éclateur, on a trouvé des tensions quatre fois plus grandes que la valeur normale.

Surtensions avec secondaires fermés sur eux-mêmes. — Comme on l'a dit, le secondaire mis en court-circuit a une tendance à empêcher tout changement brusque de flux, il est donc naturel de penser à n'ouvrir le circuit primaire qu'après avoir mis le secondaire en court-circuit, ce qui écartera les brusques annulations de flux et les surtensions. C'est là un excellent remède tant que les flux du rotor et du stator sont pratiquement identiques, comme par exemple à vide et aux faibles charges, alors que les flux de fuite sont pratiquement négligeables, en comparaison du flux principal commun au stator et au rotor. Mais, dans les cas de fortes surcharges, il est possible, au contraire, que la mise en court-circuit des rotors ne pallie pas d'une façon sûre aux surtensions, parce que la grandeur relative des flux de fuite peut être suffisante pour causer des troubles, malgré l'effet amortisseur favorable. On s'en rend compte par le diagramme du transformateur, un moteur d'induction pouvant être assimilé à un transformateur où les flux de fuite sont en proportion plus forte, par rapport au flux total, que dans un transformateur ordinaire. Il est évident que, dès qu'on coupera

Digitized by Google

le circuit primaire, le flux de fuite primaire s'annulera. D'autre part, la plus grande partie du flux de fuite secondaire prendra à cet instant le chemin le plus facile qui s'offre à lui, c'est-à-dire passera à travers l'enroulement primaire, puisqu'il n'y aura plus dans cet enroulement d'ampères-tours agissant en sens contraire et que le trajet dans le fer du stator est d'une réluctance très faible par rapport à celle du trajet des fuites. Donc, à l'interruption du courant primaire, non seulement le flux de fuite primaire disparaîtra brusquement, mais le flux de fuite secondaire, qui est de direction à peu près opposée, passera à travers les spires primaires. La variation totale de flux à travers l'enroulement primaire équivaut donc à peu près aux fuites totales, et, quoiqu'elle ne soit qu'une fraction du flux total, elle est si

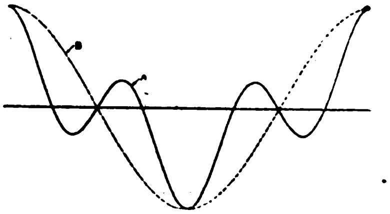


Fig. 3 *a*.

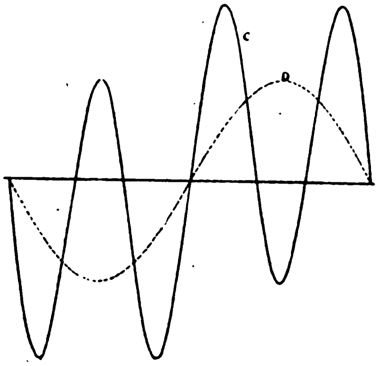


Fig. 3 *b*.

soudaine, n'étant combattue que par les courants de Foucault, etc., qu'elle peut induire des tensions assez fortes.

Comme remède, il est à recommander, dans le cas des moteurs à cage d'écureuil de grande puissance et de haute tension, d'employer des interrupteurs qui coupent le courant par degrés, en deux manœuvres ou davantage en introduisant des résistances ou des inductances dans le circuit avant la rupture finale. Dans le cas de moteurs à rotor bobiné, il est d'une bonne pratique de mettre en circuit une partie ou la totalité de la résistance de démarrage avant de couper le circuit primaire. Cela diminue momentanément la charge de la machine, parce que en raison de l'inertie du rotor, la vitesse du moteur ne peut pas baisser assez vite pour donner lieu à un fort couple dès qu'on augmente la résistance dans le rotor. Donc les courants de charges et en même temps les flux de fuite sont réduits momentanément jusqu'à un certain minimum, et si l'on coupe le circuit primaire avant que la vitesse du rotor n'ait baissé, on a jusqu'à un certain point l'effet amortisseur favorable du circuit rotorique fermé, sans l'effet défavorable des grands flux de fuite.

Le cas qu'on vient de décrire, relatif aux rotors en court-circuit, se produit surtout dans les machines à flux de fuite intenses, c'est-à-dire dans les moteurs à faible vitesse, à grand nombre de pôles.

Ce qu'on vient de dire montre aussi que les surtensions peuvent se produire dans un moteur à rotor en court-circuit si, lorsqu'on l'a mis en marche en fer-

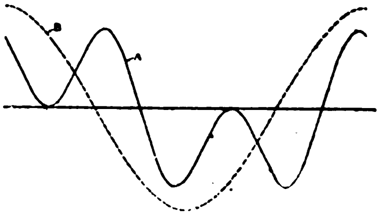


Fig. 4 *a*.

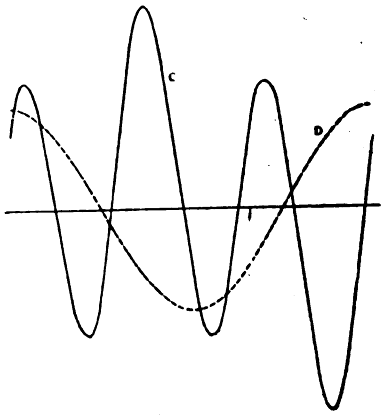


Fig. 4 *b*.

mant les interrupteurs primaires, on ouvre de nouveau ces interrupteurs, avant que le moteur ait pris sa vitesse et sa charge normales. Les interrupteurs doivent donc être établis de manière à avoir une action bien franche et que leur rebondissement soit impossible.

Surtensions en cas de vitesse dépassant celle du synchronisme. — Un autre cas où l'on a observé des surtensions dans le circuit du rotor avec des moteurs à secondaire bobiné, est celui des moteurs à deux vitesses où l'on vient à établir, au primaire, les connexions pour la faible vitesse, pendant que le moteur marche encore à la grande vitesse. Quand on ferme le circuit primaire, deux contacts s'établissent toujours avant le troisième, car il est pratiquement impossible que tous les trois se ferment en même temps. Le moteur marche donc momentanément avec une excitation monophasée dans

Digitized by Google

son stator et une vitesse double de celle du synchronisme. On peut montrer par un calcul simple que la courbe du flux dans l'enroulement secondaire prend, dans ce cas, une forme semblable à celles qu'indiquent les figures 3 *a* et 4 *a* selon la position relative des bobines des deux enroulements, et que des tensions semblables à celles qu'indiquent les figures correspondantes 3 *b* et 4 *b* peuvent ainsi être induites dans l'enroulement secondaire. Les sinusoïdes tracées en pointillé dans ces deux dernières figures représentent les tensions induites dans le secondaire, marchant à une vitesse double de celle du synchronisme, par le champ polyphasé, tension qui est naturellement la même que celle qui existe quand le secondaire est immobile et pour laquelle l'isolement de l'enroulement secondaire a été prévu. Autrement dit, la tension dans le secondaire est alors à peu près double de la normale et il faut ou construire les moteurs pour cette tension, ou l'éviter en s'arrangeant pour que le secondaire soit fermé avant le primaire, ce qui aura pour effet, en raison de l'amortissement dû au secondaire, de diminuer la vitesse de variation des flux dans l'enroulement secondaire et, par suite, les tensions maxima dans cet enroulement.

Conclusion. — D'autres phénomènes instantanés, donnant lieu à des inconvénients du même genre, peuvent se présenter dans le fonctionnement des moteurs asynchrones, mais les exemples cités suffisent à expliquer certaines difficultés rencontrées en pratique. On peut admettre quelques risques de ce genre pour les petits moteurs à tension faible, tandis qu'il faut étudier avec soin ces questions pour les moteurs de grande puissance et haute tension.

P. L.

Revues, analyses et informations

La station à vapeur de Buffalo, 210 000 kw [1].

Par suite des restrictions apportée par les gouvernements américain et canadien à l'utilisation des chutes du Niagara en vue de conserver la beauté du site, les usines hydro-électriques établies dans cette région ont atteint à peu près leur maximum de développement. La demande d'énergie toujours croissante a donc nécessité l'érection d'une centrale à vapeur.

Celle-ci, qui est établie sur les bords de la rivière Niagara à 7 miles au nord de Buffalo, a été munie des derniers perfectionnements de la technique de façon que le prix de revient de l'énergie y soit comparable à celui des stations hydro-électriques voisines. Ses caractères principaux sont : emploi de hautes pressions de vapeur et de la surchauffe, prévision large des chaudières et foyers, tuyauterie spéciale, système particulier d'alimentation d'eau, dispositifs électriques originaux et souples.

La centrale comprend actuellement un bâtiment de chaudières 70 × 25 m, une salle des turbos 66 × 23 m et une salle d'appareils électriques 66 × 7,6 m. Le tout est en construction métallique et briques et repose sur 167 caissons de ciment. Les figures 1 et 2 montrent la vue en plan et une coupe perpendiculaire à l'axe de la salle des machines de cette centrale.

Parc a charbon. — Il sera de 51 000 t avec grue à portique pour déchargemant des chalands. Provisoirement, le ravitaillement se fait par chemin de fer. Deux wagons à la fois peuvent se décharger dans des trémies placées en dessous du niveau de la salle des chaudières. Le charbon tombe sur une double installation de broyeurs qui l'amène à la grosseur de 5 cm a raison de 203 t : h. De là, par l'intermédiaire d'élévateurs à godets et de transporteurs à courroie (long. 61 m, larg. 76 cm), il passe dans une soute centrale de 2 540 t.

Chaudières. — Jusqu'à présent, il y a 5 chaudières Babcock et Wilcox à double face et collecteur transversal; 3 autres doivent être installées dans le bâtiment actuel. Chaque chaudière a 1 060 m² de surface de chauffe, 484 tubes de 102 mm de diamètre et 6,10 m de long, un tambour de vapeur de 1,52 m de diamètre et 9,15 m de long et fournit de la vapeur à 19,3 kg : cm² et 135° de surchauffe, elle est chauffée par deux foyers à quinze bouilleurs qui, au taux de 320 kg de charbon à l'heure par bouilleur, permettent l'évaporation de 63 500 kg c'est-à-dire l'équivalent de 72 500 kg à 100°. Le rapport de la surface de chauffe à la surface de grille est de 36 à 1.

La maçonnerie est en briques réfractaires et est entourée d'isolant en carton d'amiante et d'une armature d'acier et de magnésie.

Les foyers représentent la plus forte installation duplex qui ait jamais été exécutée. Avec une surface de grille de 29,6 m², ils doivent donner un rendement de 70 à 77 pour 100 suivant la quantité d'eau évaporée à l'heure. Ils sont commandés au moyen d'une transmission intermédiaire logée au sous-sol et fournissant 7,5 à 20 ch à la vitesse de 66 à 360 t : min. La transmission reçoit sa puissance de machines à soupapes 25 ch, 540 t : m, 19,3 kg : cm² de vapeur saturée, montées à l'étage des chaudières.

Le tirage forcé est prévu pour maintenir un courant d'air constant sur les feux au moyen d'un registre mû par l'eau sous pression. Trois ventilateurs Green prennent l'air de refroidissement des alternateurs pour l'envoyer sur les foyers. Ils sont entraînés chacun par engrenages par une turbine Terry de 300 ch dont la vitesse est réglée par un régulateur spécial à deux diaphragmes influencés, l'un par la pression aux turbines principales, l'autre par la pression aux turbines des ventilateurs.

Chaque chaudière est pourvue d'un économiseur Green à 576 tubes de 3,65 m (soit une surface de 878 m²) disposés en trois groupes de 16 sections de 12 tubes ; les trois groupes sont reliés en série. L'eau froide pénètre du côté où quittent les gaz et dans chaque groupe progresse du bas vers le haut. Les racleurs sont mus par un moteur G E.Co de 3 ch et la suie tombe dans des trémies qui la conduisent dans les cendriers. Chaque économiseur comporte un ventilateur Niagara pour l'aspiration des gaz ; sa vitesse varie de 87 à

[1] *The Electrical World*, t. LXIX, nos 4, 5 et 7 ; p. 170-172, 212-216, 308-311, 27 janvier, 3 et 17 février 1917.

450 t : min, la puissance absorbée est de 1,8 à 130 ch et la pression statique de 6,4 à 38 mm. Ces ventilateurs sont logés au-dessus des chaudières.

Il est prévu deux cheminées en acier entouré de briques, chacune d'un diamètre de 5,5 m et d'une hauteur de 56,4 m au-dessus des grilles.

Evaporateurs d'eau d'alimentation. — La plus grande partie de l'eau d'alimentation vient des condenseurs. Pour former le complément, on prend de l'eau à la rivière Niagara, mais pour obtenir des chaudières un bon rendement il faut empêcher les dépôts de tartre qui, non seulement donnent lieu à une mauvaise transmission de chaleur, mais obligent encore à éteindre et rallumer les feux pour permettre le nettoyage des chaudières, d'où perte nouvelle.

A cet effet, il est prévu trois évaporateurs Griscom-

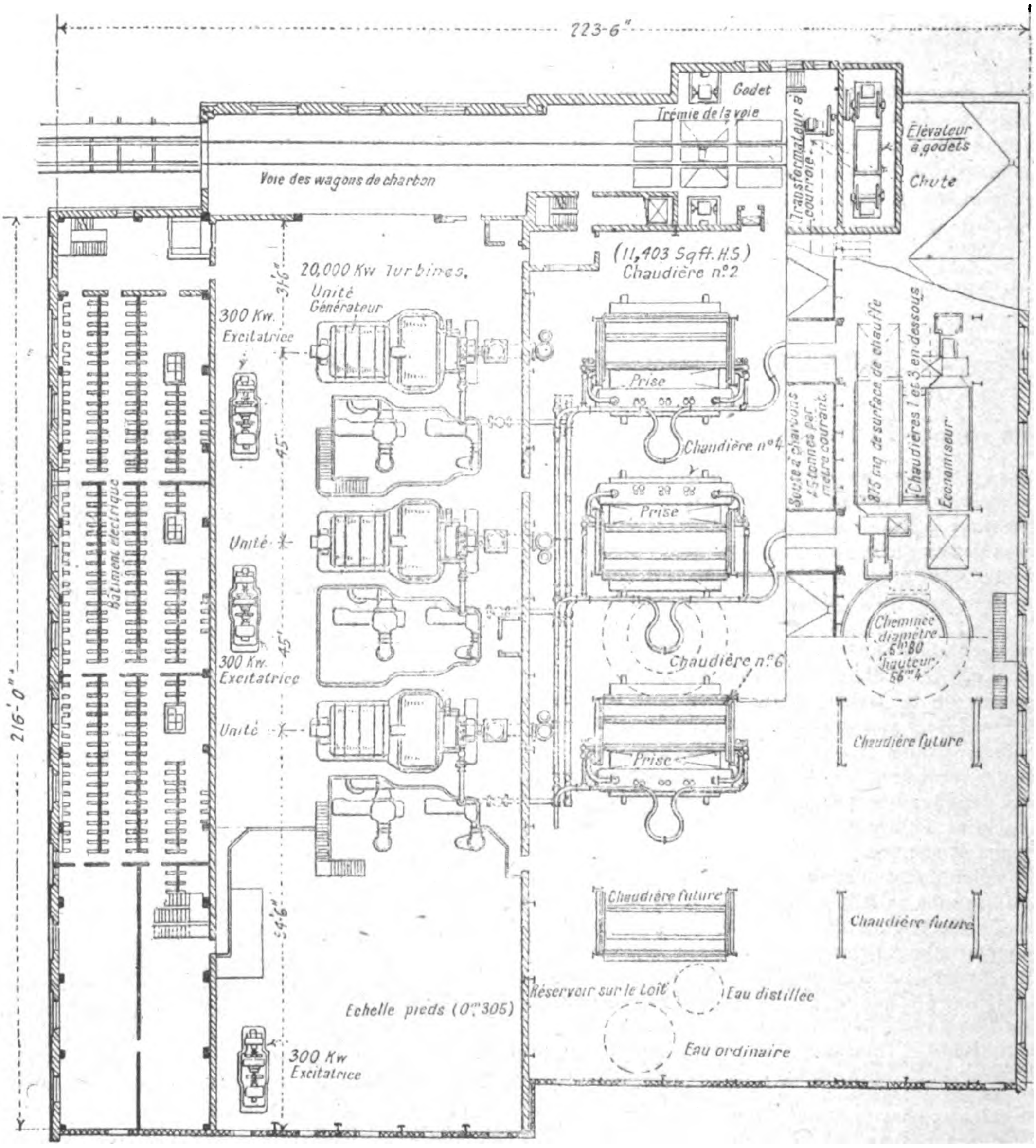


Fig. 1. — Vue en plan de la centrale.

Russell fournissant de l'eau distillée, à raison de chacun 4 500 kg : h pour une consommation de 2,5 kg d'eau distillée par kilogramme de vapeur. L'eau ordinaire passe successivement dans un réchauffeur, une pompe, un échangeur de chaleur (petit condenseur pour la vapeur d'échappement), un évaporateur à haute pression, un évaporateur à basse pression, un condenseur, pour arriver enfin dans un réservoir muni de flotteurs inférieur et supérieur pour régler automatiquement la quantité d'eau distillée. Un autre réservoir conserve toujours assez d'eau pour remplir complètement la chaudière. L'alimentation peut se faire soit directement à chaque chaudière, soit à travers son économiseur.

Utilisation de l'eau de condensation. — Celle-ci est réchauffée dans un système de réchauffeurs horizontaux

Digitized by Google

Cochrane de 10 000 ch alimenté par la vapeur d'échappement des turbines auxiliaires (commandant les pompes, ventilateurs et excitatrices) qui marchent sans condenseurs. L'excès de cette vapeur peut être envoyé aux turbines principales pourvues de valves spéciales; on peut également y envoyer la vapeur d'échappement des machines alternatives commandant les foyers, mais, dans ce cas, un séparateur d'huile est nécessaire. L'eau de condensation entre habituellement dans les réchauffeurs à une température supérieure à 5° pour passer à 71° dans les économiseurs, puis à 132° dans les chaudières. Toutefois, la batterie de réchauffeurs est prévue pour porter 136 000 kg d'eau à l'heure de 5° à 99°.

L'eau pénètre dans les chaudières par les deux extrémités du tambour transversal; la quantité en est réglée par des régulateurs Copes et vérifiée par des compteurs Venturi. La conduite d'amenée (203 mm) est double et comporte des dérivations pour l'essai de l'eau. Chacune des trois pompes d'alimentation a un débit de 4 540 litres à l'heure et est entraînée par une turbine à 19 kg. Chaque régulateur peut laisser passer 77 000 litres d'eau à l'heure sous une contre-pression de 1,75 kg : cm².

Tuyauteries. — Toutes les tuyauteries principales sont en double et disposées pour que chaque chaudière puisse opérer avec l'un ou l'autre système. Une conduite de vapeur de 20 cm part de chaque extrémité de la chaudière. Ces conduites sont réunies par paire à une autre de 25 cm reliée

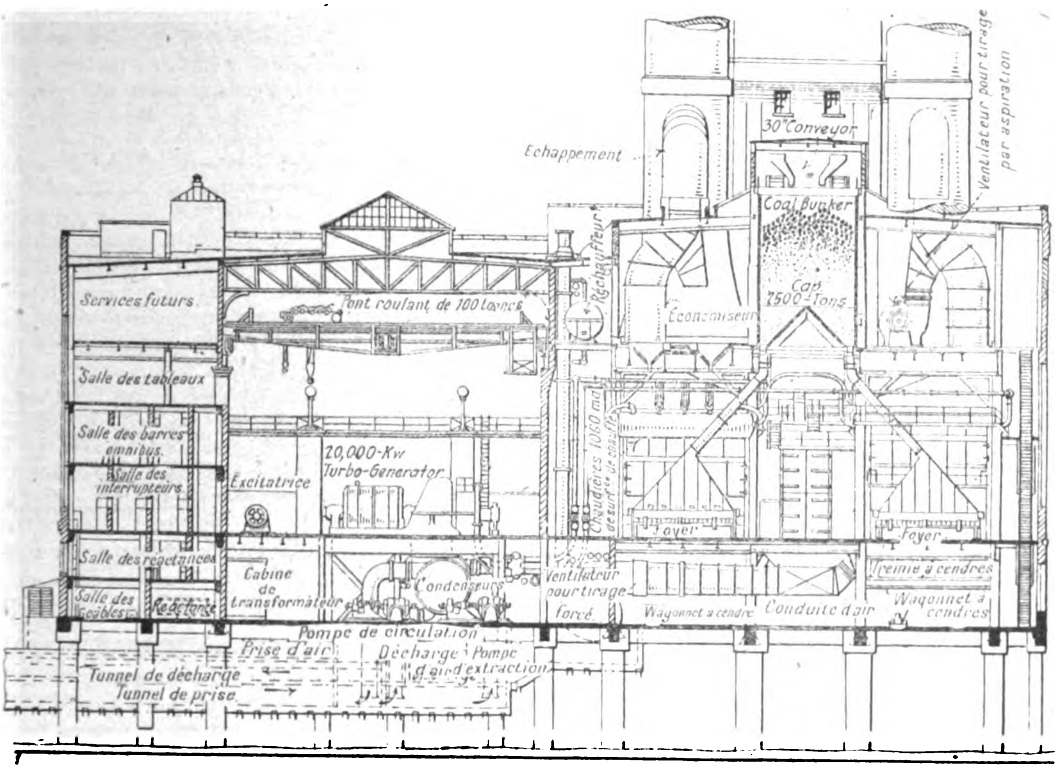


Fig. 2. — Coupe de la centrale faite perpendiculairement à l'axe de la salle des machines.

à l'un des deux collecteurs de 30 cm de diamètre. De ceux-ci partent deux tuyaux de même diamètre se réunissant à mi-chemin en une conduite de 35 cm qui aboutit aux turbines. Toutes ces tuyauteries sont en acier et comportent des boucles pour la dilatation. Elles sont essayées à la presse hydraulique à 17,5 kg : cm² et leurs accessoires à 35 kg : cm². Le revêtement calorifuge est de 10 cm de magnésie.

Les autres tuyauteries (alimentation, condensation, économiseurs, etc.), sont en fonte aciérée et également très soignées. La dilatation est compensée par des joints spéciaux en caoutchouc dans des cadres métalliques, et le revêtement varie de 4 à 5 cm d'épaisseur.

Les valves sont d'un modèle renforcé, la plupart en acier coulé. Celles placées à la sortie des pompes d'alimentation, par exemple, travaillent normalement à 28 kg : cm² de pression et une température de 120 à 134°. Les autres valves du système alimentaire sont prévues pour 24,5 kg : cm² et 67 à 132°.

Les soupapes de la tuyauterie d'air des condenseurs sont disposées de manière à pouvoir remplacer la pompe Leblanc en service habituellement par une pompe alternative pour la mesure du vide aux condenseurs.

Les vannes de la tuyauterie de vapeur à haute pression sont pourvues d'évitements (by-pass).

Chacun des trois groupes turbo-alternateurs est alimenté par deux conduites de 20 cm, munies de valves à commande électrique depuis le tableau principal.

L'installation des chaudières est pourvue d'une série très complète d'appareils de contrôle : tachymètres pour mesurer la vitesse des foyers et la consommation correspondante de charbon (0 à 400 t : min; 0 à 11 000 kg : h) — indicateur de pression d'air dans les foyers — indicateur de gaz carbonique dans l'air d'échappement — thermomètres enregistrant la température des gaz et de l'eau à l'entrée et à la sortie des économiseurs et dans les réchauffeurs d'eau d'alimentation — manomètres, etc.

Digitized by Google

Les cendres sont enlevées par des wagonnets de 2, 3 m³, traînés par une locomotive à courant continu de 3 t à double trolley pouvant développer un effort de traction de 545 kg et entraîner 7 t sur une voie de 61 cm inclinée de 5 pour 100. Elles servent à remblayer les abords de l'usine.

Turbo-générateurs. — Trois turbo-alternateurs triphasés de la G. E. Co sont installés jusqu'à présent, chacun d'une puissance de 22 222 kv-A à 12 000 v et 25 p : sec. Les alternateurs sont auto-ventilés, aspirant par leurs socles 1035 m³ d'air à l'heure, pris à l'extérieur du bâtiment et envoyé finalement aux souffleries des foyers. Les conduites d'entrée d'air sont munies de toiles métalliques pour empêcher l'entrée des insectes et peuvent être obturées en cas de brûlage d'une machine. Six jeux de bobines sont logés dans le stator et reliés au tableau pour la mesure des températures.

Les turbines travaillent à 17,6 kg : cm² et 347°. Elles comportent une prise à basse pression de 25 cm pour recevoir la vapeur d'échappement des turbines auxiliaires dans le but d'assurer l'équilibre thermique de la station. Les valves d'admission et soupapes pour rompre le vide sont manœuvrées électriquement lors de l'ouverture du circuit du générateur.

L'installation de condensation a été fournie par la Westinghouse Electric and Mfg Co. Elle comporte pour chaque turbine : un condenseur à surface de 3 060 m² — 2 pompes de circulation horizontales centrifuges à double aspiration de 182 m³ : min commandées avec engrenages à chevrons par 2 turbines sans condensation (chaque unité peut démarrer l'installation avec le siphon rompu) — 2 pompes d'extraction horizontales centrifuges à double étage, dont l'une suffit pour assurer le service avec une contre-pression de 24,4 m. Ces deux pompes sont également commandées directement par turbine — 2 pompes à air Leblanc montées sur l'arbre de la turbine principale. Chaque turbine principale est munie d'une soupape d'échappement libre donnant accès à

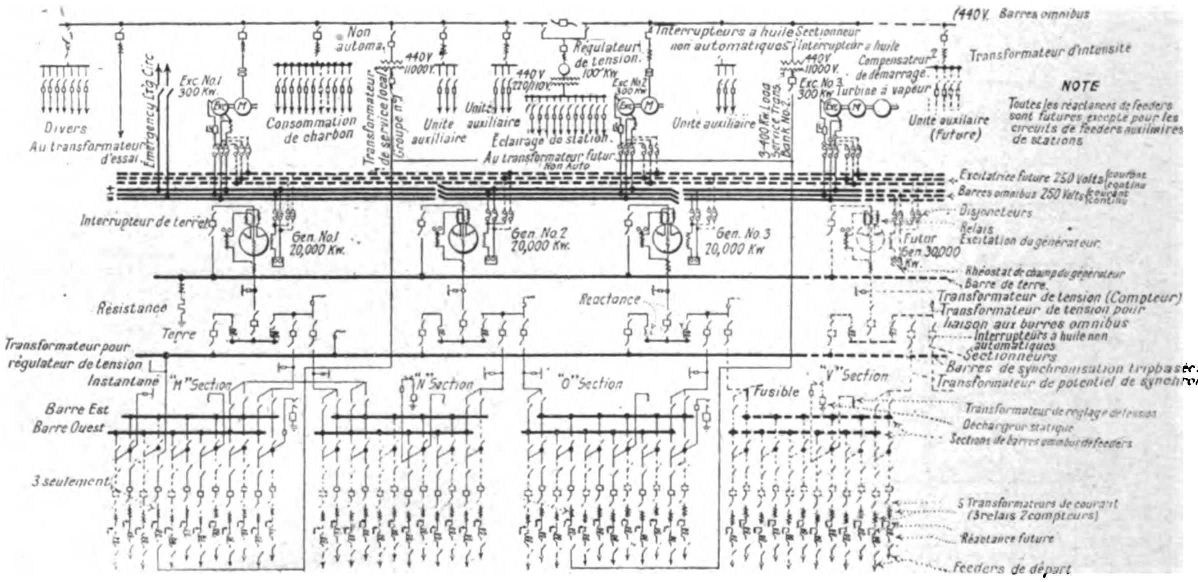


Fig. 3. — Schéma des connexions.

un tuyau de 0,914 m débouchant sur le toit. L'eau de condensation, avant de quitter le condenseur, passe sur les tubes d'entrée de la vapeur pour y être réchauffée.

L'excitation est fournie par trois groupes comprenant une dynamo de 300 kw, une turbine combinée Terry et un moteur d'induction. Normalement, la dynamo est entraînée par le moteur pendant les heures de faible charge. Lorsque la vitesse tombe de 4 pour 100, la turbine entre automatiquement en action. Pendant les heures de forte charge, où l'on a besoin de beaucoup de vapeur d'échappement pour les réchauffeurs d'eau d'alimentation, c'est encore la turbine qui entraîne le groupe. On obtient ainsi le maximum d'économie.

La décharge d'eau dans la rivière se fait par un tunnel parallèle au bâtiment et passant près des prises d'eau. On peut ainsi, en hiver, dériver une partie de l'eau chaude sur les grilles d'accès pour empêcher le gel. Les tunnels particuliers à chaque unité peuvent être obturés pour faciliter les réparations.

Une installation permanente d'essais comporte une pompe rotative à vide sec, un gazomètre pour essais volumétriques un condenseur de 130 m² pour les auxiliaires avec dispositifs de mesure convenables et un échantillonneur automatique de charbon pour chaque broyeur.

Appareillage et connexions. — Le bâtiment des appareils électriques s'étend sur toute la longueur de l'usine et une largeur de 10,70 m. Il comprend six étages. Cette grande étendue est nécessitée par le grand nombre de feeders de départ et les dispositions prises pour assurer un service souple et continu. Le schéma de l'installation (fig. 3) est simplifié par l'absence de transformateurs élévateurs. Il se comprend de lui-même.

Les réactances de synchronisation sont de 2 pour 100 et les réactances principales de 5 pour 100. Chaque générateur possède en double des barres de feeders prévues pour 12 feeders avec leurs réactances (qui seront installées ultérieurement). En réduisant le nombre des feeders on peut utiliser la place gagnée pour doubler en parallèle tous les interrupteurs à huile pour éviter les interruptions en cas de

Digitized by Google

réparations. Les systèmes extrêmes de barres de feeders pourront être reliés ensemble par des barres circulaires. Le neutre est mis à la terre à travers une résistance de 5 ohms. Les services auxiliaires (excitatrices, etc.) sont alimentés à 440 v par deux groupes de transformateurs abaisseurs. L'éclairage est pris sur les mêmes barres par l'intermédiaire de nouveaux tranformateurs réducteurs. Les alternateurs sont munis sur chaque phase de transformateurs d'intensité alimentant des relais pour manœuvrer simultanément et automatiquement les interrupteurs (principal, d'excitation et de neutre) et les soupapes (principale, basse pression et de vide) en cas de rupture dans les enroulements.

Toute l'installation d'appareillage et de connexions est du type cellulaire en ciment armé. Le bâtiment est séparé en deux sur la longueur par un mur de 30,5 cm et comporte de petits murs de 20 cm et des cloisons de 6,5 à 10 cm. Chaque générateur dispose d'une longueur de 13,70 m.

Les interrupteurs à huile du type à connexion supérieure sont placés à 2,14 m de distance de centre à centre, ce qui donne 71 cm d'écartement aux conducteurs et à leurs cloisons de séparation. Les traversées de murs et de planchers se font par des porcelaines fixées dans des plaques de grès ; les diverses chambres sont ainsi complètement isolées les unes des autres. Tous les conducteurs principaux se développent uniformément et sans croisement. Les salles de réactances ont une ventilation forcée et les autres salles et cellules une aération naturelle.

Le courant continu pour la manœuvre des interrupteurs à huile et pour l'éclairage de secours est assuré par une batterie de 60 éléments de 200 A pendant une heure.

L'installation comporte encore divers appareils de contrôle, qui la rend extrêmement complète ; dans cet ordre d'idées, on trouve un filtre d'huile, un pont roulant et deux ascenseurs.

M. B.

Canalisations aériennes en aluminium (¹).

L'emploi de l'aluminium dans la construction de lignes aériennes a pris une grande importance, particulièrement en Allemagne, par suite du manque de cuivre. Le degré de pureté de l'aluminium du commerce est de 98 à 99 pour 100. A l'air il se recouvre d'une mince pellicule d'oxyde qui protège le métal contre une action plus profonde. Son application aux canalisations aériennes a été longtemps retardée par sa résistance mécanique beaucoup plus faible que celle du cuivre.

Le tableau I permettra de comparer les diverses propriétés des deux métaux.

Les normales du V. D. E. recommandent un diamètre minimum des torons de 2,5 mm lorsque les câbles doivent être exposés à des vapeurs corrosives. L'expérience a montré que l'action de ces vapeurs n'est pas pénétrante par suite de la formation de la pellicule superficielle d'oxyde. Les mêmes normales du V. D. E. contenaient de nombreuses recommandations pour l'emploi des canalisations en aluminium à proximité de la mer, l'expérience poursuivie, particulièrement en France, a montré leur inutilité (*Bulletin des Elektrotechnischen Vereins*, 1916, nᵒˢ 5-6).

Les tables de montage annexées aux normales du V. D. E. prévoient dans le cas le plus défavorable une traction dans le fil de 7 kg : mm².

(¹) H. Henney. *E. T. Z.*, 3 mai 1917, p. 241 à 244, 3500 mots, 5 fig., 4 tab.

Tableau I.

PROPRIÉTÉS	ALUMINIUM	CUIVRE
Résistance à la rupture en kgs/mm²	17 à 20	35 à 40
Poids spécifique	3,7	8,95
Rapport des poids de fils de même longueur à section égale	1,0	3,32
Résistivité	0,029	0,0175
Rapports des poids à conductibilité équivalente	1,0	2,0
Sections ayant une conductibilité équivalente	1,655	1,0
Température de fusion	650°C	1 100°C
Coefficient de dilatation	0,000023	0,000017
Module d'élasticité	$\frac{1}{715\,000}$	$\frac{1}{1\,300\,000}$

L'aluminium présente sur le cuivre le gros avantage d'avoir un module d'élasticité beaucoup plus élevé qui permet d'augmenter la charge maxima. Au début, en vue de réduire les frais des poteaux de support, on dut se baser sur une charge maxima de 8 kg et l'expérience, ainsi que plus tard le calcul, ont confirmé l'admissibilité de ce chiffre. Il ressort de l'examen du tableau comparatif des propriétés que l'augmentation de la flèche de la ligne entre poteaux, lorsque la température s'élève, est plus grande dans le cas de l'aluminium, l'action du vent est également plus forte pour l'aluminium. Par suite, l'écartement entre les divers conducteurs d'une ligne sera plus grand pour une canalisation en aluminium. L'expérience a montré qu'un écartement de 1,5 pour 100 de la portée était suffisant. Pour de grandes portées cette distance peut être réduite. Pour une portée de 300 m, par exemple, un écartement de 3 m, soit 1 pour 100, a été reconnu suffisant.

Il est important de disposer les isolateurs de façon que les fils soient à des hauteurs différentes ; par exemple, pour un transport triphasé, ils devront être disposés de façon telle que l'un des côtés du triangle équilatéral soit vertical. De cette façon le danger du contact accidentel des conducteurs entre eux est écarté, d'ailleurs les conséquences de ce contact, étant donnée la basse température de fusion de l'aluminium, seraient beaucoup moins grandes que dans le cas du cuivre.

Pose de la ligne. — Pour éviter la détérioration des conducteurs, les tambours sur lesquels ils sont enroulés devront être recouverts à l'usine au moyen de planches. Pour le déroulement, les tambours seront placés sur des supports permettant aisément la rotation et on devra éviter le trainage des conducteurs sur le sol. Pour le guidage, des bobines à rainures profondes fixées sur les poteaux suffiront. Dès qu'un conducteur est posé entre deux mâts, on le fixe à l'un d'eux de la façon indiquée par la figure 1 également employée pour les conducteurs en cuivre. On évite la détérioration de l'aluminium par les vis en interposant une feuille d'aluminium. On fixe ensuite l'autre extrémité au deuxième mât au moyen d'une moufle et en intercalant un dynamomètre à ressort. Pour effectuer cette tension, le tendeur grenouille devra être écarté et on utilisera l'appareil employé dans les installations de tramways dont les angles sont arrondis. La tension sera effectuée jusqu'à une indication permanente de 7 kg au dynamomètre. On fixe alors le conducteur sur l'isolateur. Le procédé de fixation qui con-

Digitized by Google

vient le mieux est celui indiqué par la figure 2 où l'étrier et les pièces de serrage sont en aluminium. Ce procédé a, en outre, l'avantage de permettre facilement une modification de la tension de la ligne. Lorsqu'un tambour est terminé, la jonction avec le suivant se fait de la façon indiquée sur la figure 3. Pour éviter qu'il ne se forme une couche d'oxyde qui pourrait opposer un accroissement de résistance, la jonction se fait dans une boîte de jonction en deux parties constituée par une matière isolante résistant aux intempéries, telle que l'éburine, dans laquelle on coule de l'isolant. Cette boîte de jonction, très légère, peut également être installée pour une réparation entre poteaux.

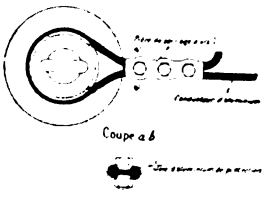


Fig. 1. — Fixation du conducteur à un mât pendant la pose.

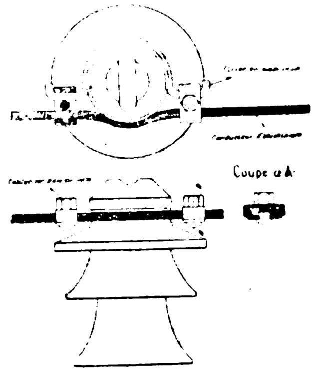


Fig. 2. — Fixation du conducteur à un isolateur.

De l'examen de plusieurs lignes en service depuis plusieurs années, l'auteur conclut à l'avantage de l'aluminium. Les grands froids du début de l'année 1917 ont amené plusieurs ruptures de lignes en cuivre et aucune de lignes en aluminium dans le cercle d'observation de l'auteur.

L'économie réalisée par l'emploi de l'aluminium dépend du cours des métaux. Il y a cependant lieu de tenir compte du prix plus élevé des poteaux de support. Le prix des mâts d'arrêt est à peu près équivalent, car, s'ils sont plus légers, ils sont également plus hauts.

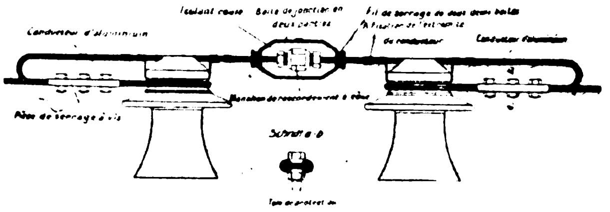


Fig. 3. — Dispositif de jonction de deux conducteurs.

Le tableau II donne une comparaison des prix de revient de 1 km de ligne en cuivre et en aluminium. Il résulte de l'examen de ce tableau que la différence n'est intéressante que pour les fortes sections.

TABLEAU II. — *Prix de revient comparés de 1 km de ligne en aluminium et en cuivre.*

	CUIVRE 35 mm² EN MARKS	ALUMINIUM 150 mm² EN MARKS	CUIVRE 50 mm² EN MARKS	ALUMINIUM 82 mm² EN MARKS	CUIVRE 70 mm² EN MARKS	ALUMINIUM 116 mm² EN MARKS	CUIVRE 95 mm² EN MARKS	ALUMINIUM 155 mm² EN MARKS	CUIVRE 150 mm² EN MARKS	ALUMINIUM 248 mm² EN MARKS
1 poteau d'arrêt... } printemps 1914.	110,70	109,8	136,70	126,90	157,60	142,10	205,40	161,40	222,80	214,90
9 poteaux porteurs } printemps 1914.	714,60	817,20	731,70	765,90	731,70	817,20	748,80	783,00	765,90	817,20
Cuivre à 1,50 marks par kg.........	1 416,00		2 025,00		2 835,00		3 847,50		6 075,00	4 000,00
Aluminium 2 marks par kg		920,00		1 305,00		1 880,00		2 500,00		
Prix total en marks pour 1 km	2 241,30	1 847,00	2 893,40	2 197,80	3 724,30	2 839,30	4 801,70	3 444,40	7 063,70	5 032,10
Différence	394,30		695,60		885,00		1 357,30		2 031,60	

Quelques notes sur les foyers électriques (1).

On compare souvent le rendement des appareils du type radiateur à celui des appareils du type à convection sans trop définir ce qu'on entend par rendement. Le rendement est de 100 pour 100 pour tous les appareils de chauffage électrique puisque finalement toute l'énergie est transformée en chaleur, mais la valeur pratique peut être différente. — Le rôle d'un foyer est habituellement de chauffer les personnes qui se tiennent devant lui et sa valeur pratique se déduira de la sensation purement physiologique de confort et de chaleur qu'éprouvent ces personnes et non de la lecture attentive d'un thermomètre délicat suspendu dans la pièce. — Or, on peut se chauffer et chauffer un objet quelconque de deux manières : par contact avec un corps chaud et par absorption d'énergie rayonnante. La première méthode n'est guère applicable aux personnes, à moins d'opérer par contact avec l'air chaud et cet air pour être efficace doit être très chaud. Il serait coûteux de maintenir par un procédé électrique une température élevée dans une pièce où la ventilation est normale. La seconde méthode est indépendante de la température de l'air, l'énergie rayonnante pouvant le traverser sans l'échauffer sensiblement. C'est ainsi, par exemple, que le rayonnement solaire suffit à rendre un pardessus incommodant dans une atmosphère dont la température est 0°. — L'élément temps doit entrer en ligne de compte dans l'appréciation de ce qu'on peut appeler la valeur pratique d'un foyer électrique. L'échauffement par contact avec de l'air légèrement chaud étant très lent, ce sont les foyers du type radiateur qui satisfont le mieux aux conditions de chauffage rapide. — A. B.

(1) W. STUBBINGS, *Electrical Review*, 25 mai 1917, t. LXXX, p. 564, 800 mots.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société Hydro-Electrique des Basses-Pyrénées.

Assemblée générale ordinaire du 22 juin 1917.

Les comptes de l'exercice écoulé font ressortir une amélioration notable, la Société ayant largement profité de l'activité nouvelle des industries de la région et en particulier des usines de guerre. La station hydro-électrique de Banca a produit 9600000 kw-h contre 6400000 kw-h l'année précédente. La force motrice est en progrès marqué; la puissance des moteurs raccordés au réseau est passée de 2100 kw en 1915 à 3200 kw en 1916. La clientèle de petits abonnés a également progressé; on comptait, au 31 décembre 1916, 4458 petits abonnés représentant 13000 lampes de 30 w.

Le chiffre des recettes est en augmentation de 261767 fr; il a atteint 796197 fr contre 535354 fr pour l'exercice précédent. Le bénéfice net, déduction faite du total des intérêts des obligations et des comptes courants ressort à 127744 fr auxquels il y a lieu d'ajouter le report de 1915, ce qui porte le solde disponible à 136198 fr.

Ce solde bénéficiaire a été employé à amortir à 1 fr le compte « Mobilier et agencements », le compte « Installations gratuites » et le compte « Outillage » et à affecter à la « Réserve spéciale pour amortissements » 90000 fr, de manière à la porter de 310000 fr à 400000 fr. Le solde de 20703 fr a été reporté à nouveau.

Le bilan que nous reproduisons ci-dessous n'attire aucune observation spéciale; mentionnons simplement que le port immeubles, terrains, lignes et postes de l'actif est en augmentation de 127525 fr représentant le montant des dépenses relatives aux travaux d'aménagement des habitations ouvrières de l'usine de Banca et à la construction des nouvelles lignes électriques entre Hossegor et Saint-Vincent-de-Tyrosse et entre l'usine de Mouguerre et les forges de l'Adour au Boucau. Pour avoir de plus amples renseignements sur la Société, nos lecteurs n'ont d'ailleurs qu'à se reporter à la monographie que nous lui avons consacrée dans le numéro 13 du 31 mars 1917 de la « R. G. E. », p. 195.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Mobilier et agencements	475,30
Installations gratuites	46,46
Immeubles et terrains	766 444,03
Constructions	9 851 692,48
Réfection réseau	24 814,79
Concession Saint-Vincent	33 500 »
Limiteurs, compteurs et installations en location	76 759,16
Branchements	69 388,69
Outillage	24 976,81
Actionnaires	225 000 »
Caisses et banques	212 348,32
Débiteurs divers	503 584,06
Portefeuille	51 000 »
Effets à recevoir	81 139,90
Cautionnements	11 250 »
A reporter	11 932 351,00

Report	11 932 351,00
Impôts remboursables	37 344,01
Marchandises en stock	183 135,70
Obligations à la souche	308 500 »
Compte d'ordre	800 000 »
	13 261 330,71

Passif.

	fr
Actions ordinaires	2 000 000 »
Actions de priorité	2 000 000 »
Obligations :	
4 1/2 pour 100	999 500 »
5 pour 100	5 000 000 »
Réserve légale	5 894,64
Réserve spéciale	12 198,76
Réserve spéciale pour amortissements	310 000 »
Créanciers à terme	226 574,60
Fournisseurs	31 207,40
Coupons moratoriés	792 005 »
Effets à payer	931 320,10
Comptes d'ordre	800 000 »
Règlements d'inventaire	15 431,37
Profits et pertes :	
Exercices antérieurs	8 454,50
Exercice 1916	137 744,34
	13 261 330,71

Union gazière et électrique.

Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917.

La majeure partie de l'actif de la Société étant représentée par des entreprises et participations situées dans la zone des opérations militaires, l'exercice n'a révélé aucun changement appréciable dans l'état de stagnation des affaires dont l'Union gazière et électrique assure la gestion ou le contrôle.

Dans le but de mettre fin à ses découverts chez les banquiers qui s'élevaient à 4628391 fr à la fin de 1915, la Société a fait appel aux trois derniers quarts à verser du capital actions, ce qui devait produire un apport en espèces de 4875000 fr. Au 31 décembre 1916, 2420374 fr avaient été réellement versés, le surplus, soit 2454625 fr, n'était pas acquitté; les intérêts de retards, à 6 pour 100 dont ces actionnaires étaient passibles, s'élevaient à 61392 fr qui ont été employés à compenser ceux de la dette flottante. En raison des circonstances, le service des intérêts des obligations a été suspendu à partir du 1er mars 1917 ainsi que le remboursement effectif pour amortissements qui devait commencer en 1917.

Le solde du compte Profits et pertes s'établit par un déficit de 339514 fr, auquel il faut ajouter celui des deux exercices précédents, soit 363297 fr, ce qui le porte à 702812 fr.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Actionnaires	2 454 625,48
Frais de constitution	56 398,35
Portefeuille :	
Versements effectués	5 207 854,45
Versements restant à effectuer	245 000 »
A reporter	7 963 878,28

Digitized by Google

Report.. ..	7 963 878,28
Entreprise gaz de Longwy	1 004 741,38
Comptes débiteurs divers	4 247 443,87
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations	240 000 »
Profits et pertes	702 812,35
	14 158 875,88

Passif.

	fr
Capital	7 000 000 »
Obligations	4 000 000 »
Banquiers et comptes créditeurs divers	2 913 875,88
Versement restant à appeler sur le portefeuille..	245 000 »
	14 158 875,88

Revues, analyses et informations

Chèques et comptes courants postaux.

Nous avons déjà signalé, en rendant compte des travaux de la Chambre de Commerce d'Orléans, le rapport que M. Méré a présenté récemment à cette Compagnie sur cette question. L'intérêt qu'elle présente au point de vue général des relations commerciales nous engage à reproduire in extenso ce rapport qui donne un très clair aperçu de l'état actuel de cette question. Voici ce rapport :

Messieurs, en juillet 1916, comme suite au rapport présenté par sa Commission des questions économiques, sur des *chèques et virements postaux*, notre Chambre de Commerce adoptait un vœu rejetant la proposition de loi de M. le député Amiard, pour les raisons suivantes, que nous rappelons sommairement :

L'État ne doit pas sortir de son domaine naturel et de ses attributions normales, en faisant concurrence aux banques privées ; il ne doit pas adopter la création d'un service de chèques postaux, dans les conditions onéreuses pour ses finances, où il est présenté ; il n'a qu'à améliorer le service des mandats-poste, actuellement existant, comme le commerce et l'industrie d'une part ; et, en leur nom, notre Chambre l'a toujours et vainement réclamé jusqu'ici.

Or, aujourd'hui, cette même Commission se trouve saisie d'un nouveau rapport, sur la même question, présenté au Sénat par M. Emile Dupont, manufacturier et sénateur de l'Oise, au nom de la Commission des finances du Sénat.

En effet, entre temps, la Chambre des députés, ayant discuté le projet de loi de M. le député Amiard, a adopté un texte, profondément modifié, portant création d'un service de *comptes courants et de chèques postaux*, actuellement soumis à l'approbation du Sénat.

C'est ce texte, sur lequel est amené à se prononcer dans son rapport, M. le sénateur Dupont, en même temps que sur une nouvelle proposition de loi de M. de la Batut, et c'est ce travail que l'honorable rapporteur veut bien soumettre à l'examen de notre Chambre, comme il l'a préalablement soumis aux délibérations du Comité consultatif des Postes et Télégraphes.

Nous résumerons rapidement les points principaux de ce rapport pour bien montrer combien il a été tenu compte des objections formulées par les Chambres de Commerce et comment ce système de circulation fiduciaire est, en somme, de l'aveu même des auteurs, une amélioration des services d'argent de notre administration des postes et télégraphes. Puis, nous passerons à la description sommaire des mesures proposées pour la mise à exécution, et auxquelles un décret donnera la ratification suprême.

Différenciation du chèque postal et du chèque de banque. — Tout d'abord, nos législateurs s'attachent à démontrer la différence qui séparera le chèque postal du chèque de banque.

Le premier est un simple ordre de paiement donné au service postal, et visant une personne désignée, au domicile de laquelle le paiement sera fait par les soins de l'administration, à moins que cette personne ne préfère être payée au bureau de poste. Ce chèque n'est pas négociable, transmissible à des tiers : il n'a que la valeur d'un mandat-carte, et, du reste, c'est sous cette forme qu'il circule. Enfin, le défaut de paiement de cette pièce libératoire n'engage aucunement la responsabilité de l'administration, pas plus que le retard dans le paiement ; elle n'est pas soumise à la loi du 14 juin 1865.

Le chèque en banque, au contraire, est un mandat de paiement négociable, et transmissible par endossement à des tiers, servant au tireur à retirer tout ou partie des fonds portés au crédit de son compte, et disponibles chez le tiré, soit pour le profit du tireur, soit pour celui de bénéficiaires désignés. Le chèque de banque oblige le tiré au paiement immédiat, sous peine de poursuites judiciaires ; ou, il expose le tireur lui-même à une amende, si sa provision chez le tiré n'est pas suffisante.

Comptes courants postaux. — Le chèque postal n'est qu'un mandat-poste, émis par l'administration des postes, sur ordre et pour compte d'une personne, qui lui a remis des fonds suffisants, dans l'un quelconque de ses bureaux de poste. Ces fonds, laissés en compte courant, et alimentés par les versements soit du titulaire de compte, soit de tiers s'acquittant ainsi de leurs obligations envers le titulaire, en espèces ou par virements de leurs propres comptes : ces fonds ne rapportent aucun intérêt. Ainsi en a jugé l'administration elle-même. Le minimum de dépôt initial est fixé à 50 fr.

Le chèque de banque est un papier-monnaie, garanti par les fonds, que le tireur laisse en compte courant chez le tiré ; fonds alimentés par les versements du tireur, ou ceux de ses débiteurs, par des escomptes de valeurs, par des encaissements d'effets, ou des avances sur dépôts de titres. Et ce compte courant produit un certain intérêt, tout en pouvant servir à des opérations de bourse, ou à des souscriptions, à des émissions d'emprunts éventuelles, services que ne peut atteindre le compte courant postal.

Le compte courant postal n'est pas une innovation : la loi du 5 avril 1879 sur les recouvrements, autorisait déjà l'administration des postes à remplacer les mandats-poste de recouvrement « par l'ouverture de comptes courants, au débit desquels figurerait un droit égal à celui qui aurait été perçu par la délivrance des mandats-poste voulus ».

Avantages. — Amélioration des services d'argent des postes.

Le chèque postal n'est, avons-nous dit, qu'un mandat-poste émis par une personne, ayant un compte courant ou un dépôt de fonds dans son bureau de poste, sans qu'elle soit

Digitized by Google

obligée de se déranger et d'aller verser des fonds à un guichet.

D'autre part, le titulaire de ce mandat n'a lui-même aucun dérangement à subir; la valeur de ce mandat lui sera versée en espèces à son domicile, à l'arrivée, ou en sera portée à son compte courant, s'il en a un, d'où il extraira, quand il voudra, les sommes nécessaires à son usage personnel, se les faisant apporter à sa demande par le facteur.

Tout titulaire de compte courant postal reçoit d'office et gratuitement, tous les quinze jours, une situation de son compte; chaque jour, il est prévenu des opérations effectuées à son compte, par envoi des coupons de mandats-cartes de versement de fonds, par des avis notificatifs des virements, ou du montant des chèques enregistrés. Il peut se faire envoyer hebdomadairement, ou même plus souvent en payant une petite redevance, l'état du solde de son compte.

Les banques, étant affiliées au service des chèques et comptes courants postaux, trouveront dans la poste un intermédiaire gratuit, ou peu onéreux, pour le transfert de sommes désignées aux comptes privés en banque, au moyen des virements postaux. Elles atteindront, grâce aux facteurs ruraux, une clientèle, que son éloignement au fond des campagnes, rendait réfractaire aux comptes en banque; la poste deviendra, comme le dit M. Ribot, le banquier de ceux qui n'en ont pas. Enfin, entre elles, les banques pourront, par le service des virements postaux, faire circuler économiquement et sûrement les sommes les plus importantes.

Avantages aussi pour les Sociétés de tous genres, qui ont des cotisations à recouvrer, des intérêts ou dividendes à distribuer; pour les administrations de journaux, dont ce service postal facilitera les opérations d'abonnement; pour les professions libérales, qui s'en serviront pour toucher leurs honoraires.

Mais, surtout, avantages pour les bureaux de poste, dont les services d'argent seront accélérés, améliorés, perfectionnés. Dans tous les cas, au moins un des deux versements d'espèces sera supprimé, parfois, pour les opérations de virements, les deux, travail moindre; travail mieux fait parce que, pour une grande partie, il pourra être fait en dehors de la présence du public, des sollicitations de quémandeurs impatients. Enfin, dégagement des bureaux de poste, moindre encombrement aux guichets, attente moins longue pour le public. N'est-ce pas ce que nous désirions tous obtenir ?

Mentionnons encore l'internationalisation possible du système avec tous les pays qui le pratiquent déjà chez eux, et entre eux.

Au point de vue monétaire, le rapporteur évalue le bénéfice de l'adoption de cette loi à la remobilisation d'une somme, que les calculs de l'administration évalue à 40 millions, en se basant sur la circulation antérieure des mandats-poste, et sur les résultats obtenus à l'étranger.

Cette amélioration de la trésorerie ne peut-elle pas nous faire passer outre aux objections qu'avait suggérées à notre Chambre de commerce l'opération élémentaire de banque que constitue la tenue des comptes courants ? Pour asseoir définitivement notre opinion, voyons ce qui s'est passé à l'étranger, où s'est dressée la même idée d'opposition, qu'y voyons-nous ? En Belgique, des banques bruxelloises invitant elles-mêmes leurs clients à s'affilier au service postal; en Allemagne, les banquiers s'inscrivant les premiers, et se félicitant, dans leurs comptes rendus annuels d'opérations, de l'accroissement d'affaires que leur a apporté la clientèle rurale, desservie même dans les plus petits hameaux par les facteurs ruraux.

Une de nos autres objections était la crainte d'une accumulation des capitaux dans les caisses de l'État, accumulation dangereuse en cas de crise. Pour y répondre, le fonds de garantie, plutôt assurance éventuelle de recouvrement des taxes et de prestations diverses à la charge des destinataires, a été réduit au minimum de la Belgique : 50 fr. Pour rembourser ce faible capital, quel que soit le nombre des inscrits, la trésorerie trouvera toujours les quelques dizaines de millions nécessaires. Allons plus loin dans la précision : la circulation des mandats-poste est de 4 milliards par an, en chiffres ronds ; or le solde des titres en instance de remboursement n'est que de 40 millions, soit 1 pour 100. En Allemagne, le solde des chèques courants, évalué les premières années à 0,50 pour 100, est tombé à 0,36, les années suivantes.

Le cas de grève des agents des P. T. T. ne complique pas plus la situation des titulaires de comptes courants, que l'arrêt de la circulation des lettres chargées et des mandats-poste.

Et voyez la prudence des auteurs du projet de loi : pas de chèques à ordre, pas de chèque au porteur; on ne dépasse pas ce qui a été fait à l'étranger, on ne s'écarte pas de ce qui existe pour le mandat-poste, dont le chèque postal aspire à être une forme améliorée. Le chèque postal reste à un titre exclusivement nominatif, que l'administration, pour éviter toute complication de responsabilité, ne paiera qu'au destinataire présentant les dues justifications d'identité.

Mesures d'exécution. — Nous trouverons dans l'exposé qui va suivre, comment on résout la question financière.

Nous tâcherons d'être aussi concis que possible, tout en restant clairs, dans cet exposé du système proposé, qui écarte toutes les complications des systèmes antérieurement examinés, y compris celui de M. de la Batut.

Toute personne, toute Société privée, toute collectivité même celle n'ayant pas demandé l'autorisation de l'État, tout service public, en ayant fait la demande par lettre (en franchise) au directeur d'un bureau de poste, et étant agréée par l'administration, peut être inscrite sur les contrôles du service des chèques postaux, et obtenir l'ouverture d'un compte courant postal, moyennant le versement d'une somme de 50 fr, une fois versée. Dans les mêmes conditions, on peut obtenir l'ouverture de comptes multiples, soit dans le même bureau : compte personnel, comptes commerciaux ; soit dans des bureaux différents : maison principale et succursales. La liste des titulaires de comptes courants sera publiée et vendue à ceux qui la désireront.

Le compte obtenu, le titulaire reçoit des mains de l'administration, contre remboursement du prix de fabrication, et des frais d'impression des noms, adresse et numéro de compte, deux carnets de formules de chèques. Un de ces carnets servira aux retraits d'argent, espèces retirées du compte par le bénéficiaire, soit à son profit chèque nominatif, soit au profit des tiers qu'il désignera chèque d'assignation ; l'autre aux virements de sommes de compte à compte. Une taxe uniforme d'écriture de 0,10 fr est fixée pour toute opération, quelle qu'elle soit, et pour toute somme inférieure à 100 000 fr (1).

Les chèques de retraits d'argent ou de virements, quel que soit le bénéficiaire, sont convertis par le bureau de poste, dès leur arrivée, en mandats-cartes, et les droits afférents à ces mandats sont portés au débit du compte du tireur :

(1) Les paiements supérieurs à 10 000 fr seront précédés d'une lettre d'avis quarante-huit heures à l'avance, lettre adressée au bureau régional des chèques.

Digitized by Google

cependant on déduit les droits de factage de ces mandats, quand toutes les opérations se passent par un jeu d écritures dans le même bureau de poste... sauf améliorations que la pratique seule peut faire découvrir.

La franchise postale est de droit pour toutes les opérations demandées par correspondance; mieux, les facteurs ruraux ou autres, en cours de tournée, peuvent, moyennant paiement de la légère indemnité qui leur est attribuée sur les sommes représentées par les mandats-poste qu'ils paient, accepter tous versements à transmettre au compte courant ouvert dans le bureau de poste dont ils dépendent. Des mandats-cartes, préparés à l'avance au nom du titulaire, et portant son numéro de compte, seront fournis contre remboursement des frais occasionnés, au titulaire qui les demandera.

Viendront augmenter la valeur des fonds en comptes courants, les sommes payées au titulaire par mandats-cartes, bons de poste, ou mandats-poste, après que le titulaire en aura pris connaissance, et dès qu'il les aura renvoyés acquittés par sa signature, isolément ou adjoints à un bordereau d'envoi.

Lorsqu'il s'agit de paiements à effectuer à des tiers, au nom du titulaire, ce dernier devra inscrire au dos du chèque d'assignation, toutes les indications pour que la transformation en mandat-carte au profit des tiers soit opérée sans erreur par le bureau de poste : paiements à domicile ou virements ; ces mandats pouvent être préparés par le titulaire même, qui les joint aux chèques d'assignation, dans sa lettre au directeur du bureau de poste. Mais, même dans ce dernier cas, la taxe d'écriture de 0,10 fr est due pour chaque mandat.

Pour les paiements à domicile, il n'est fait aucune différence entre les mandats-cartes, quelle que soit leur provenance. Ils continuent à être présentés deux fois, en cas d'absence. En cas de non-paiement, la somme que représentent les mandats-chèques est, au bout de dix jours, reportée au crédit du compte du tireur.

Tout bureau de poste, même auxiliaire, est ouvert aux services des chèques postaux dans les conditions où y fonctionne le service mandats-poste.

Le titulaire d'un compte courant postal peut en limiter, à sa volonté, l'importance, en fixant lui-même un maximum aux disponibilités à conserver. Dans ce cas, il indique le compte de la banque, auquel il désire que soit virée d'office telle somme minimum qu'il fera connaître.

Enfin le chèque postal n'étant pas soumis à la loi du 14 juin 1865, l'administration des postes a le droit de différer, voire même d'annuler, tout paiement de chèque illisible, raturé, surchargé, gratté, lavé ou douteux. Et, en cas d'insuffisance de solde de compte, elle passe outre au paiement dudit chèque. De toutes façons, le chèque non payé est retourné au tireur avec les explications voulues. Si même cette circonstance se reproduit plusieurs fois, insuffisance de solde en compte, l'administration annule d'office le compte courant.

Toutes réclamations ne sont admises que pendant 3 ans. Tout compte courant, sans opérations pendant 10 ans, est annulé et prescrit au profit de l'Etat, toutefois après avis préalable (3 mois d'avance) adressé par lettre recommandée au dernier domicile du titulaire, ou à défaut d'adresse, au procureur de la République.

La responsabilité de l'administration est complète en ce qui concerne les sommes reçues (art. 37 du décret des 23 et 30 juillet 1793). Responsabilité reconnue pour le service international par la convention de Rome : 14 août 1907.

Faut-il ajouter que l'administration décline toute responsabilité pour les erreurs commises par les tireurs, ou pour leur négligence à la prévenir des modifications survenues dans leur raison sociale, leur domicile ou adresse, leurs qualités, etc. ?

Et que, en cas de cessation ou annulation de comptes, l'ex-titulaire doit rendre les formules imprimées, dont il ne s'est pas servi ; lui, ou, en cas de décès, ses héritiers et en cas de cession de fonds, ses successeurs ?

Pour préparer, ou assurer ce service, le rapporteur estime au plus nécessaire un délai de six mois, et une dépense approximative de 800000 fr. Pour le fonctionnement, il croit qu'il sera assuré par une dépense d'un million environ, qui devra être couverte par les recettes dès la première année. A cet effet, il serait créé des bureaux régionaux (six croyons-nous pour toute la France) centralisant la comptabilité des comptes courants de toute leur région, et auxquels parviendrait, chaque jour, la liste officielle des opérations effectuées par chaque bureau de poste : encaissements et paiements. Un bureau central contrôlerait et coordonnerait la marche de tout le service, et, ce serait lui qui serait chargé de l'organiser. Nous aurions donc là un essai de décentralisation administrative comme en Suisse et en Allemagne.

En résumé, votre Commission des questions économiques vous propose l'adoption du vœu suivant :

La Chambre de commerce d'Orléans et du Loiret, après avoir entendu l'exposé résumé du rapport de M. le sénateur Dupont sur la proposition de loi visant la création d'un service de comptes courants et chèques postaux, proposition déjà votée par la Chambre des députés.

Constatant avec plaisir que ce projet tient compte des principales objections présentées par elle en juillet 1916;

Que, notamment, le nouveau système préconisé réalisera une amélioration réelle du service des mandats-poste, bons de poste, mandats-cartes et autres services d'argent de l'administration des postes, désencombrera les guichets et diminuera la durée d'attente du public dans les bureaux ;

Que, de plus, cette création procurera à la Trésorerie une somme disponible d'environ 40 millions, somme immobilisée dans les caisses postales pour répondre aux paiements journaliers en espèces ;

Que le chèque postal est créé dans des conditions restrictives telles qu'il ne pourrait plus faire concurrence à l'industrie des banques; et, passible de droits si élevés (à améliorer toutefois lorsque la pratique en démontrera la possibilité), que, d'une part, le service des recouvrements en banque ne souffrira pas non plus; et, d'autre part, le budget de l'Etat ne peut y trouver aucune cause de pertes ;

Que la limitation à la volonté du titulaire de l'importance des comptes courants et l'absence d'intérêt pour les sommes qui y sont conservées ne peuvent détourner l'argent des comptes en banque ;

Qu'enfin la fixation à 50 fr du minimum de fonds de garantie ne peut, même en cas de crise, créer aucun souci de remboursement, ni à l'Etat, ni aux particuliers ;

Revient sur ses préventions précédentes, et se rallie sans hésitations aux approbations des Chambres de commerce d'Amiens, de Limoges, d'Angers et de Marseille, et au vote émis par la Chambre des députés en faveur du nouveau projet présenté.

Après examen et discussion, ce rapport, mis aux voix, est adopté à l'unanimité.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Les distributions d'énergie électrique au point de vue du contrôle administratif

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF

Dans cette courte note, l'auteur indique l'organisation du contrôle administratif des distributions d'énergie électrique, telle qu'elle résulte de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes.

Organisation de 1893 a 1895. — Avant la promulgation de la loi du 15 juin 1906, c'est dans la circulaire des ministres de l'Intérieur et des Travaux publics, en date du 15 août 1893, que l'industrie électrique pouvait trouver les renseignements d'ordre administratif nécessaires pour l'établissement des distributions d'énergie électrique. Ce document dont l'intérêt, au point de vue des principes de droit administratif, est encore considérable aujourd'hui, avait été préparé par une Commission, composée de conseillers d'État et de fonctionnaires délégués des deux ministères. Il est nécessaire d'en rappeler les traits essentiels, au point de vue des distributions d'énergie électrique.

Circulaire interministérielle du 15 aout 1893. — Les canalisations ou conducteurs électriques, aux termes mêmes de la circulaire, qu'un particulier demande à établir pour le service d'un immeuble dont il est propriétaire, usufruitier ou locataire, sont installés sous ou sur la voie publique, en vertu d'une simple permission de voirie, délivrée par le maire pour la petite voirie ou par le préfet pour la grande voirie et pour les chemins vicinaux de grande communication ou d'intérêt commun.

Toute entreprise de distribution collective de lumière sur les voies publiques doit faire l'objet d'une concession municipale. L'établissement des ouvrages de la distribution sur les voies nationales ou départementales et sur les chemins de grande communication ou d'intérêt commun est subordonné à des permissions de voirie qui seront éventuellement délivrées, s'il y a lieu, par le préfet, sur la demande du maire. Ces permissions sont données à la commune, représentée par le maire et non à l'entrepreneur de la distribution.

S'il n'y a pas de demande du maire, le préfet ne peut délivrer ces permissions. Il n'en est pas de même dans le cas d'une installation par un particulier qui ne comporte pas d'acte de concession. Dans ce cas, le préfet a le pouvoir de délivrer des permissions de voirie sans l'intervention du corps municipal. (Avis des sections réunies de l'Intérieur et des Travaux publics du Conseil d'État, en date du 27 juin 1893.)

La circulaire ne donne pas d'indication explicite sur les distributions « de force ». Il est fait simplement allusion aux « concessions que l'État est compétent pour délivrer à raison de la nature des services à rendre ».

En fait, à cette époque, les distributions d'éclairage électrique se développèrent seules, et encore d'une façon assez médiocre. Sauf erreur, il n'y eut qu'une concession d'État, celle dite « de Jonage », à la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône ; il fallut recourir à la procédure compliquée d'une loi (9 juillet 1892) et encore la concession portait-elle avant tout sur le canal « navigable » de Jonage et la distribution électrique n'était que l'utilisation de la force motrice de la chute d'eau qui était créée par la dérivation à construire. L'administration avait considéré comme utile pour obtenir l'approbation du Parlement de présenter la loi comme ayant pour premier objet l'exécution de travaux publics, construction d'un canal navigable, tandis qu'en réalité l'objet essentiel était la distribution de l'énergie électrique, la chute d'eau n'étant que le moyen.

Ce régime administratif malgré la loi du 25 juin 1895 dont nous parlerons plus loin, a continué jusqu'à la loi du 15 juin 1906 ; il n'était guère favorable au développement des distributions d'énergie électrique.

Arrêté technique du 15 septembre 1893 pour l'établissement des conducteurs électriques sur la grande voirie. — Quant au point de vue technique, le premier document d'État semble avoir été, en France et même à l'étranger [1], l'arrêté préfectoral général du 15 septembre 1893, réglementant l'établissement des conducteurs d'électricité sur la grande voirie nationale et départementale. Un arrêté, spécial pour Paris, mais bien incomplet, avait été pris le 30 juillet 1891.

Cet arrêté de 1893 était insuffisant ; il ne résolvait le problème que pour la grande voirie ; toute la petite voirie restait en dehors ; en outre il n'assurait pas la

[1] Cependant, en Suisse, un règlement de 1890 a édicté les prescriptions à suivre pour préserver les lignes télégraphiques et téléphoniques contre les courants forts. A la fin de 1893, un règlement du « Board of Trade » fut pris pour l'usage de la lumière électrique et en 1894 fut promulguée en Italie une loi pour la transmission de l'énergie électrique qui permit dans ce pays le magnifique développement de l'industrie électrique.

Digitized by Google

protection des lignes télégraphiques et téléphoniques : il y avait certainement une lacune.

Loi du 25 juin 1895 du ministère des Postes et des Télégraphes. — L'Administration des Postes et des Télégraphes s'aperçut bientôt avec l'expérience, si faible qu'ait été le développement des distributions, que les règlements existants offraient une lacune au point de vue de la protection de ses lignes. C'est pour la combler que fut promulguée la loi du 25 juin 1895, concernant l'établissement des conducteurs d'énergie électrique autres que les conducteurs télégraphiques et téléphoniques. Cette loi instituait la formation, près le ministre des Postes et des Télégraphes, d'un Comité d'électricité permanent, composé, pour une moitié, de représentants professionnels des grandes industries électriques de France ou des industries faisant usage des applications de l'électricité. Le président en était choisi en dehors du Comité. Ce dernier donnait son avis sur les règles générales, applicables à l'établissement des conducteurs d'énergie électrique et sur toutes les questions qui lui étaient soumises par le ministre.

Cette loi ne prévoyait aucunement l'intervention des services de voirie dans la délivrance des autorisations et se bornait à envisager l'établissement des conducteurs électriques au point de vue des lignes télégraphiques et téléphoniques. Il y avait donc encore une lacune à cet égard. Au point de vue technique, des instructions pour l'application de la loi furent données par le ministre des Postes et des Télégraphes ; elles furent préparées par une Commission qui comportait des représentants des services de voirie. Ces instructions, inspirées de l'arrêté préfectoral du 15 septembre 1893, constituèrent un grand progrès pour faciliter la tâche des industriels dans la rédaction de leur demande. Malgré cela, au point de vue de l'instruction des affaires et de l'occupation des voies publiques, la loi et ses règlements laissaient subsister sans les résoudre beaucoup de difficultés.

Loi du 15 juin 1906. — C'est pour cette raison que cette loi fut abrogée et remplacée par celle du 15 juin 1906 dans laquelle le législateur a visé l'intervention de tous les services intéressés dans la question d'établissement des conducteurs d'énergie électrique.

Cette loi prévoyait, dans son article 18, l'élaboration de huit règlements d'administration publique. En fait, l'Administration a pu les réduire à trois ; néanmoins, l'application de la loi et de ses règlements est compliquée et parfois assez difficile. Mais une pratique déjà longue a permis d'établir une certaine jurisprudence et il pourrait être utile, dans l'intérêt général, de la faire connaître à l'industrie qui aurait ainsi la faculté, le cas échéant, d'en tirer parti. Sa connaissance offrirait même de l'intérêt pour les fonctionnaires, chargés de l'application de la loi et des règlements, qui pourraient y trouver des précédents utiles pour les espèces à instruire.

La loi du 15 juin 1906 est aujourd'hui bien connue et il serait superflu de l'analyser. Toutefois, il peut être utile de mettre en lumière le fonctionnement du Contrôle de l'Administration dans l'espérance de faire disparaître les risques de certaines difficultés avec les industriels intéressés.

Organisation du contrôle. — L'application de la loi du 15 juin 1906, contresignée par le ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, d'une part, et par le ministre de l'Intérieur, d'autre part, a été confiée au ministre des Travaux publics, qui a dans ses attributions la grande voirie nationale et départementale, les chemins de fer, canaux, etc. Dans chaque département, l'ingénieur en chef du service ordinaire est chargé du contrôle qui se partage en deux branches : le contrôle de voirie et le contrôle de l'exploitation technique.

Le contrôle est exercé, sous l'autorité et la direction de l'ingénieur en chef, par des ingénieurs et des contrôleurs.

Controle de voirie. — Le contrôle de voirie vise surtout la vérification des projets de distribution et l'exécution des travaux de premier établissement. Il est confié, dans chaque département, aux ingénieurs du service ordinaire, assistés des agents subdivisionnaires, sous-ingénieurs et conducteurs des Ponts et Chaussées, chargés du même service dans les limites de leurs subdivisions respectives.

Le contrôle de voirie s'occupe en particulier de la position d'implantation des supports sur les voies publiques.

Controle de l'exploitation technique. — Le contrôle de l'exploitation technique comprend toutes les questions d'exploitation des distributions établies, de sécurité, etc. Il est confié dans chaque département, tantôt à un ingénieur unique, tantôt aux ingénieurs chargés du contrôle de voirie. Le ou les ingénieurs du contrôle de l'exploitation technique sont assistés par un certain nombre de contrôleurs, variable suivant l'importance du service.

Au point de vue de l'origine de ce personnel, les fonctionnaires du contrôle de voirie sont tous des agents des Ponts et Chaussées ou du service vicinal ; ceux du contrôle de l'exploitation technique appartiennent pour la plus grande partie au service des Ponts et Chaussées, mais ils peuvent aussi, le cas échéant, être pris dans les services des Mines et des Postes et Télégraphes.

Consultation du service vicinal et du service des Postes et des Télégraphes — En dehors du service des Ponts et Chaussées qui, comme on vient de le voir, est chargé du contrôle des distributions électriques, il y a deux autres services particulièrement intéressés dans l'établissement des conducteurs d'énergie électrique : service des Postes et des Télégraphes et service des chemins vicinaux. Ces services sont consultés sur les demandes d'établissement de conducteurs d'énergie électrique toutes les fois qu'ils y sont intéressés, comme les autres services publics d'ailleurs. Ils reçoivent un exemplaire des dossiers et produisent leurs observations dans la conférence, prévue par la loi et ses règlements.

Digitized by Google

Contrôle d'État et contrôle communal. — Pour terminer cet exposé de l'organisation du contrôle de l'Administration sur les distributions d'énergie électrique, il y a lieu d'indiquer que, si l'ingénieur en chef du contrôle exerce ses fonctions sur toutes les distributions sans exception, les agents contrôleurs qu'il a sous ses ordres peuvent relever de deux autorités administratives distinctes. En effet, le contrôle des distributions d'énergie électrique, établies en vertu de concessions, accordées par l'État, et des distributions empruntant en tout ou en partie la grande voirie en vertu de permissions, relève directement et exclusivement du ministre des Travaux publics. Par contre, le contrôle des distributions, établies en vertu de concessions, données par les communes ou les syndicats de communes et des distributions, empruntant exclusivement les voies vicinales et urbaines, relève des municipalités ou des syndicats de communes qui en désignent les agents. Ces agents sont, d'ailleurs, soumis à la surveillance de l'ingénieur en chef et ils doivent remplir certaines conditions de capacité (arrêté ministériel du 27 décembre 1907). Il convient de remarquer que, pour que le contrôle soit communal, il est nécessaire que de l'ensemble des lignes à contrôler (concession communale ou permission de voirie) aucune n'emprunte en tout ou en partie la grande voirie. Inversement d'ailleurs, les agents du contrôle communal peuvent être chargés du contrôle d'État. Si les communes négligent de nommer les contrôleurs communaux, l'Administration des Travaux publics a la charge d'y pourvoir. En fait, en général, les agents, chargés du contrôle d'État, exercent les mêmes fonctions pour le contrôle communal.

Nécessité pour les industriels de se tenir en rapport avec le service du contrôle et particulièrement avec l'ingénieur en chef. — Telle est, dans son ensemble, l'organisation du contrôle de l'Administration sur les distributions d'énergie électrique; elle peut paraître compliquée, comme tout ce qui découle de l'application de la loi du 15 juin 1906 et des règlements annexes. En fait, elle ne l'est pas si l'industriel veut bien s'adresser directement à l'ingénieur en chef du département, chargé du contrôle, qui, possédant en main tout le service, lui fournira toutes les indications utiles pour éviter les pertes de temps et les fausses manœuvres. Les services de contrôle apportent la meilleure volonté à faciliter aux industriels les formalités à remplir et font tous leurs efforts pour aider au développement des distributions d'énergie électrique, tout en cherchant à sauvegarder la sécurité publique. Il arrive que certains industriels, ne suivant pas la bonne marche pour la procédure et lassés d'attendre, installent les lignes sans attendre les autorisations. Ils sont souvent obligés de les modifier après coup d'une manière coûteuse et gênante, en raison des erreurs commises et des réclamations justifiées du public et des maires. Mieux vaut procéder régulièrement. Il est de l'intérêt même des industriels d'attendre, pour commencer l'exécution de leurs travaux, de s'être mis d'accord avec tous les services intéressés et d'avoir obtenu au moins des autorisations verbales. Car, quand l'accord est établi entre tous les services, quand le service du contrôle est certain que l'exécution des travaux ne donnera lieu à aucune difficulté, il ne lui est pas interdit de fermer les yeux, si les travaux sont commencés avant la notification officielle des autorisations; mais l'accord préalable et complet est, il y a lieu de le répéter, une condition absolument nécessaire.

Il peut être très utile, avant de lancer les demandes officielles, de se mettre au préalable d'accord avec les services intéressés. Nous en donnerons deux exemples.

En ce qui concerne les concessions communales, il convient d'abord de se mettre d'accord avec l'ingénieur en chef du contrôle sur les tarifs et le cahier des charges qui doit, sauf empêchement absolu, être conforme au type afin d'éviter les retards d'une approbation par décret délibéré en Conseil d'État. Une fois l'accord établi avec l'ingénieur en chef, les pourparlers peuvent être entamés avec les communes et le demandeur aura l'appui de l'ingénieur en chef du contrôle, en cas de demandes de dérogations au type, souvent réclamées par les municipalités. Ces dérogations sont la plupart du temps inutiles et ne sont qu'une cause de retard; quelquefois même, ces dérogations sont sans valeur légale ou parfois, ce qui est pis, contraires à la loi. L'ingénieur en chef du contrôle, avec les renseignements dont il dispose, peut redresser bien des erreurs et éviter des fausses manœuvres, préjudiciables à tous les intérêts en présence.

En ce qui concerne l'exécution des travaux, il serait utile de faire procéder au piquetage des supports sur le terrain, avant d'adresser soit les demandes de permissions de voirie, soit les projets d'exécution. Ce piquetage étant exécuté, il conviendrait de se mettre d'accord avec les services de voirie et les maires sur l'emplacement des supports, de façon à éviter toute discussion soit au moment de la présentation des demandes ou des projets, soit au moment de l'exécution.

Avec les mesures indiquées ci-dessus et d'autres analogues pour les autres cas, les industriels simplifieraient bien la procédure à suivre, réduiraient le temps de l'instruction des affaires et hâteraient l'établissement des lignes. Toutes ces mesures peuvent se résumer d'un mot : entente préalable avec tous les services intéressés, voirie, postes et télégraphes, maires, etc.; solution des difficultés par des échanges de vue dans des conférences effectives, au besoin sur le terrain; prévention des difficultés, au lieu de les laisser prendre naissance pour avoir ensuite à les résoudre, ce qui nécessite du temps et de la peine.

Il est désirable que ces indications, mises en pratique par les industriels et les services de contrôle, puissent favoriser le développement des distributions d'énergie électrique.

Monmerqué.

Digitized by Google

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret relatif à l'organisation et au fonctionnement de l'office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion et Décret instituant, auprès du Comité interministériel pour la reconstiution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre, un Comité supérieur pour la coordination des secours publics et privés, soit en argent, soit en nature dans ces régions.

Nous avons tenu nos lecteurs au courant de tous les travaux parlementaires relatifs à la reconstitution des régions envahies et publié dans la « R. G. E. », la loi du 6 août 1917, portant ouverture de crédits au ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion.

Comme complément à cette loi, le Président de la République vient de prendre les décrets suivants, en date du 10 août 1917 et publie, le 12 août 1917 par le « Journal officiel », p. 6312 et 6314.

1° Décret organisant l'Office de la reconstitution industrielle :

Article premier. — L'Office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion, créé au ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes par la loi du 6 août 1917, est composé de seize membres nommés par décret contresigné par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et par le ministre des Finances, et comprenant :

Huit représentants du commerce et de l'industrie, dont la moitié appartenant aux départements victimes de l'invasion;

Deux représentants du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes ;

Un représentant du ministre des Finances;

Un représentant du ministre de l'Intérieur;

Un représentant du ministre de la Guerre;

Un représentant du ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre;

Un représentant du sous-secrétaire d'Etat des transports maritimes et de la marine marchande;

Un représentant du ministre des Travaux publics.

Ces seize membres ont seuls voix délibérative.

Art. 2. — Le président et le vice-président de l'Office sont nommés sur la proposition du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, par décrets contresignés par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et par le ministre des Finances.

Art. 3. — Le secrétaire général de l'Office est nommé par décret sur la proposition du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Il est chargé des fonctions de rapporteur général et peut être assisté de secrétaires rapporteurs désignés, après avis de l'Office, par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

Le secrétaire général dirige, sous l'autorité du président, le fonctionnement des services et assure l'exécution des décisions de l'Office.

Le personnel des services est nommé par arrêtés du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, sur la proposition de l'Office.

La rémunération du secrétaire général et celle des agents placés sous son autorité est fixée dans les mêmes conditions, après avis conforme du ministre des Finances.

Art. 4. — L'Office se réunit sur convocation du président toutes les fois que les besoins du service l'exigent.

L'Office ne peut valablement délibérer que si la moitié au moins de ses membres assistent à la séance.

En cas de partage, la voix du président est prépondérante.

Art. 5. — L'Office est chargé de recueillir et de centraliser les renseignements de toute nature relatifs à la reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion.

Il prépare et soumet à la signature ou à l'approbation du ministre :

1° Les programmes généraux des travaux à exécuter et des approvisionnements à constituer, avec indication des moyens d'exécution envisagés, et, en ce qui concerne les achats, avec indication de la nature et des quantités des divers objets ou marchandises, des régions ou pays d'origine dans lesquels seront passées les commandes et d'une évaluation approximative de la dépense;

2° Toutes mesures relatives à l'exécution de ces programmes et en particulier toutes conventions concernant l'achat, le transport, la manutention, le déchargement dans les ports, la réception, l'expédition, la mise en dépôt et la livraison des objets ou marchandises;

3° Tous règlements relatifs à la fixation des prix de cessions, à la distribution et à la délivrance de ces objets ou marchandises;

4° Toutes prescriptions relatives à la conservation et au renouvellement des stocks approvisionnés.

Art. 6. — En ce qui concerne les opérations effectuées par les tiers mandataires, conformément à l'article 4 de la loi du 6 août 1917, l'Office prépare les conventions à passer avec ces tiers et établit les programmes des achats qui leur sont confiés, sous les réserves spécifiées à l'article 5 de la loi.

Il donne son avis :

1° Sur les projets de contrat dont la conclusion est subordonnée à une autorisation spéciale.

L'avis de l'Office doit être formulé dans un délai de huit jours à dater de la réception du projet de contrat.

2° Sur toutes dispositions spéciales édictées par les tiers mandataires et soumises à l'approbation du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

3° Lorsque le tiers mandataire est une société, sur les décisions du Conseil d'administration et de l'Assemblée générale ayant trait aux opérations faites pour le compte de l'Etat.

L'avis de l'Office doit être formulé dans un délai de huit jours à dater de la réception de la décision.

Art. 7. — L'avis de l'Office peut également être demandé par le ministre sur toutes questions intéressant la reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion.

Art. 8. — Pour les cas d'urgence, l'Office peut déléguer son droit d'avis à une commission permanente composée du président ou du vice-président et de quatre de ses membres. Les avis formulés par la commission permanente sont obligatoirement portés à la connaissance de l'Office dans sa plus prochaine réunion.

Art. 9. — Le contrôle prévu par l'article 10 de la loi du 6 août 1917 est exercé, sur place ou sur pièce, soit par l'Office lui-même, soit conformément à ses instructions, par le secrétaire général ou par toutes personnes présentées par l'Office à l'agrément du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

L'Office donne son avis sur la suite à donner aux constatations des agents de contrôle.

Art. 10. — Les inspecteurs des finances chargés du contrôle de la comptabilité des tiers mandataires sont convoqués aux réunions de l'Office où sont examinées les constatations faites au cours de leurs vérifications. Ils peuvent être convoqués aux réunions où sont examinées des questions intéressant les tiers mandataires dont ils contrôlent la comptabilité.

Digitized by Google

Art. 11. — La comptabilité de l'Office est tenue par un agent comptable, nommé par décret sur proposition du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et après agrément du ministre des Finances.

Art. 12. — L'agent comptable est soumis aux vérifications de l'inspection générale des finances; il est justiciable de la Cour des Comptes, devant laquelle il prête serment.

Il est assujetti à un cautionnement qui est réalisé dans les conditions prévues par les lois en vigueur pour les comptables en deniers publics.

Le montant de ce cautionnement est fixé à 10 000 fr. Le versement en doit être préalable à l'installation de l'agent comptable à laquelle il est procédé par le ministre.

Le remboursement de ce cautionnement est autorisé dans les conditions générales applicables aux comptables de deniers publics.

Art. 13. — L'agent effectue les opérations de recette et de dépense de l'Office et tient le compte spécial institué par l'article 13 de la loi du 6 août 1917.

Art. 14. — Les dépenses imputables sur le compte spécial font l'objet d'ordres de paiement signés par le ministre ou son délégué.

Les recettes sont effectuées en vertu d'ordres de versement délivrés dans la même forme et transmis à l'agent comptable.

Art. 15. — Le montant des avances faites aux régisseurs par économie sera, dans chaque cas, fixé par décret contresigné par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et par le ministre des Finances; les justifications de ces avances devront être produites dans un délai de trois mois.

Art. 16. — L'agent comptable n'a aucun maniement de fonds. Les opérations matérielles de recette et de dépense sont effectuées pour son compte par les agents du Trésor ci-après :

A Paris : le caissier-payeur central du Trésor public.

Dans les départements : les trésoriers-payeurs généraux et, pour leur compte, les receveurs particuliers des finances et les percepteurs.

Un compte courant est ouvert à l'agent comptable dans les écritures du caissier-payeur central du Trésor public.

Art. 17. — Aucun ordre de paiement ne peut être délivré que dans les limites des disponibilités du compte courant de l'agent comptable prévu à l'article 16 du présent décret.

Aucune dépense ne peut être acquittée par les agents du Trésor que si l'ordre de paiement dont elle a fait l'objet a été revêtu du visa de l'agent comptable qui doit, en outre, aviser le comptable du Trésor désigné pour le paiement. L'agent comptable est responsable des justifications produites.

Les oppositions sur les sommes payables, en vertu des ordres de paiement, sont pratiquées entre les mains de l'agent comptable.

Art. 18. — Les pièces se référant aux recettes et aux dépenses effectuées par les agents du Trésor sont transmises à l'agent comptable.

Celui-ci centralise dans ses écritures, comme s'il les avait faites lui-même, les opérations dont il a reconnu la régularité. A cet effet, il débite le Trésor du montant des recettes et le crédite du montant des dépenses.

Art. 19. — A la fin de chaque année, l'agent comptable établit la situation du compte spécial. Cette situation, visée par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, est communiquée au ministre des Finances.

Art. 20. — L'Office tient une comptabilité administrative des opérations effectuées au titre du compte spécial. Cette comptabilité comprend tout ce qui concerne :

1° La constatation des droits, la délivrance des ordres de versement et le recouvrement des produits;

2° La liquidation des dépenses, la délivrance des ordres de paiement et les paiements effectués.

Une situation résumée de cette comptabilité visée par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, est fournie à la Cour des Comptes à l'appui du compte de l'agent comptable.

A cette situation est annexé un relevé faisant connaître les marchandises et le matériel achetés, les marchandises et le matériel cédés, le stock effectif des approvisionnements existants et la valeur d'après le prix d'achat de ce dernier stock.

Art. 21. — La comptabilité matières est centralisée par l'agent comptable chargé de présenter un compte matières annuel à la Cour des Comptes qui exerce son contrôle dans les conditions déterminées aux articles 873, 875 et 876 du décret du 31 mai 1862.

Art. 22. — L'agent comptable est soumis, pour tout ce qui n'est pas prévu au présent décret, aux règles applicables aux comptables du Trésor.

Art. 23. — Le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et le ministre des Finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

2° Décret du Comité supérieur pour la coordination des secours publics et privés :

Article premier. — Il est institué, auprès du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre, un Comité supérieur pour la coordination des secours publics et privés, soit en argent, soit en nature, dans ces régions.

Ce Comité supérieur comprend un représentant de chacun des ministres ci-après : ministres de l'Intérieur, des Affaires étrangères, des Finances et de la Guerre, un représentant du sous-secrétaire d'Etat du service de santé militaire, trois délégués du groupe parlementaire des départements envahis, un représentant de l'Union des œuvres de secours aux foyers dévastés par la guerre, un représentant du Secours national et le secrétaire général du Comité.

Pourront, en outre, être appelés devant le Comité supérieur, avec voix consultative, les représentants des autres sociétés ou œuvres pour l'examen des questions dont elles désireraient le saisir ou que le Comité désirerait leur soumettre.

Art. 2. — Le Comité supérieur de coordination des secours a une double mission. Il est destiné :

1° A centraliser tous renseignements relatifs aux secours distribués ou à distribuer dans les régions envahies ou atteintes par les faits de guerre;

2° A réaliser, par des relations permanentes, l'entente entre les différents organes publics et privés de collecte et de distribution de secours en vue d'éviter les doubles emplois ou les lacunes.

Art. 3. — Le Comité règle, d'une commune entente, sans la participation des représentants des sociétés et œuvres, les difficultés qui peuvent s'élever entre les divers services publics, soit au sujet de leurs attributions respectives, soit sur les manières de procéder ou à propos de tous autres objets.

S'il ne parvient pas à les mettre d'accord, il en est référé au président du Comité interministériel pour qu'il provoque une décision, soit directement des ministres intéressés, soit de la Commission exécutive.

Art. 4. — Il sera établi, dans chacun des arrondissements des régions libérées, un ou plusieurs bureaux destinés à recueillir, à centraliser et à communiquer tous renseignements intéressant la distribution des secours aux habitants de ces régions.

Ces bureaux seront créés en vertu de décisions concertées entre le président du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre et les ministres de l'Intérieur, des Affaires étrangères et de la Guerre.

Ils serviront de correspondants au Comité supérieur de coordination auquel ils transmettront et dont ils recevront toutes indications utiles.

Ils fonctionneront en liaison tant avec les autorités locales, civiles et militaires qu'avec les comités de réfugiés et de sinistrés et toutes autres sociétés ou œuvres s'occupant de secours.

Art. 5. — Le président du Conseil, le ministre des Affaires étrangères, le ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, président du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre, les ministres de l'Intérieur, des Finances et de la Guerre sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Digitized by Google

Arrêté relatif à la centralisation des sections d'administration militaire pour l'organisation, la reconstitution et la remise en état des régions occupées.

Nous signalons, à titre documentaire, l'arrêté suivant pris par le ministre de la Guerre, le 28 juillet 1917 et paru dans le « Journal officiel » du 1er août 1917.

Toutes les questions concernant la préparation et l'exécution des mesures d'administration militaire, relatives à l'organisation, à la reconstitution et à la remise en état des régions occupées seront centralisées par la section administrative du sous-secrétariat d'Etat de l'administration générale au ministère de la Guerre.

Constatation de l'état des lieux susceptibles de donner ouverture à la réparation des dommages de guerre (1).

Le Sénat a adopté dans sa séance du 7 juin 1917 une proposition de loi de M. Reynal relative à la constatation de l'état des lieux susceptibles de donner ouverture à la réparation des dommages de guerre.

L'auteur de la proposition de loi a pensé qu'il y avait lieu, pour éviter tout retard dans la reconstitution et toute contestation sur l'étendue du dommage, de donner aux sinistrés le moyen de faire constater officiellement, ne varietur et sans contestation ultérieure possible, l'état matériel des lieux et des choses tels qu'ils étaient lorsqu'ils les ont retrouvés ; la reconstitution complète et rapide ne pourra donc servir d'argument pour contester plus tard l'étendue du dommage subi. Le procès-verbal et l'état descriptif des lieux fera foi de l'état des biens dans l'instance suivie devant la juridiction compétente.

M. René Viviani, garde des Sceaux, ayant, tout en appuyant la proposition de loi, réclamé quelques modifications, la Commission des dommages de guerre tenant compte des observations de M. le garde des Sceaux propose à la Chambre d'adopter sans modifications la proposition de loi dont la teneur suit :

Article premier. — Tout prétendant-droit à la réparation d'un des dommages visés à l'article 12 de la loi de finances du 26 décembre 1914 pourra demander qu'il soit procédé contradictoirement avec le représentant de l'Etat à la visite des biens, meubles ou immeubles lui appartenant, en vue de dresser un état descriptif et détaillé des biens endommagés ou détruits.

A cet effet, il adressera au préfet du département une lettre recommandée précisant les biens à visiter.

Il indiquera s'il a l'intention de procéder lui-même à cette visite. Dans le cas contraire, il désignera son expert.

Le préfet désignera immédiatement l'expert de l'Etat, et la visite aura lieu sans aucun retard.

Art. 2. — Au cas où, dans la quinzaine le préfet n'aurait pas désigné l'expert de l'Etat, le président du tribunal de la situation des biens, ou, en cas d'impossibilité, celui du tribunal le plus voisin, saisi par une requête de l'intéressé, et le préfet dûment appelé pourra, statuant en référé, ordonner la visite ci-dessus définie.

Il nommera, si cela n'a point été fait par le préfet, l'expert de l'Etat et un troisième expert pour le cas où il y aurait désaccord.

Il fixera le délai dans lequel les opérations devront être terminées.

Art. 3. — Chacune des parties payera son expert.

Il sera fait masse des autres frais qui seront supportés pour moitié par les deux parties.

Art. 4. — Le procès-verbal de la visite et l'état descriptif des lieux seront déposés au greffe du tribunal. Copie en sera délivrée sur leur demande aux parties intéressées.

Ils feront foi de l'état des biens dans l'instance suivie devant la juridiction compétente pour la fixation de l'indemnité de réparation.

(1) Rapport fait au nom de la Commission des dommages de guerre, chargée d'examiner la proposition de loi, adoptée par le Sénat, relative à la constatation de l'état des lieux susceptibles de donner ouverture à la réparation des dommages de guerre par M. Emile Bender, député. *Journal officiel*, 7 août 1917. Documents parlementaires de la Chambre, séance du 21 juin 1917, annexe n° 3 446, p. 860.

ERRATA

Nous signalons à nos lecteurs les erreurs suivantes qui se sont glissées dans la « R. G. E. ».

1° Dans l'article de M. Dufour sur *Un nouveau compteur à haute tension* paru dans le numéro du 30 juin 1917, t. i :

Page 1010, 2e colonne, 25e ligne, lire : « par le faible prix du nouveau compteur », au lieu de : « par le faible prix du moteur compteur. »

2° Dans l'article de M. R.-V. Picou, *Sur les alternateurs compound* paru dans le numéro du 21 juillet, t. ii :

Page 89, 1re colonne, 8e ligne par en bas, lire : « de l'ordre de 20 pour 100 » au lieu de : « de l'ordre de 29 pour 100 ».

3° Enfin dans l'article de M. Tumerelle, sur *La traction électrique sur les canaux* paru dans le numéro du 18 aout, t. ii, des erreurs particulièrement nombreuses se sont glissées par suite d'un retard qui nous a empêché de revoir les dernières épreuves de cet article.

Page 243, 2e colonne, 10e ligne par en bas, lire : $r = (a + bt)\ V^{2,25}$ au lieu de : $r = (a + bt)\ V 2,25$.
Page 244, 2e colonne, 3e ligne, lire : 800 kg. au lieu de : 300 kg.
Page 246, 1re colonne, 19e ligne, lire : sas, au lieu de : cas.
Page 247, 1re colonne, 18e ligne, lire : oblige au lieu de : obligé.
Page 247, 1re colonne, 14e ligne par en bas, lire : deux, au lieu de : trois.
Page 247, 2e colonne, 21e ligne, lire : $\frac{6\,000\,000}{350 \times 275}$ au lieu de $\frac{600\,000}{350 \times 275}$.
Page 247, 2e colonne, 22e ligne, lire $\frac{2\,000\,000}{350 \times 275}$ au lieu de $\frac{3\,000\,000}{350 \times 275}$.
Page 248, 1re colonne, 11e ligne, lire : appelle au lieu de : rappelle.
Page 248, 1re colonne, 30e ligne, lire : 30 ch au lieu de 20 ch.
En outre, la figure 2 a été mise à l'envers par l'imprimerie.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : J **BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 11. — 15 SEPTEMBRE 1917.

Chronique. — Congrès général du Génie civil. — Une opinion allemande sur la Foire de Lyon du 18 au 31 mars 1917. — Légion d'honneur, p. 401 et 402.

Section scientifique et technique. — La distribution électrique mono-triphasée, par A. NOUGUIER, p. 403. — Revues, analyses et informations : Nouvelle méthode pour la mesure de la résistivité des métaux fondus, p 414 Sur la transmission téléphonique, p. 417; Décharge électrique dans les gaz comprimés, p. 420; La résistance à haute fréquence des fils isolés à torons multiples, p. 420.

Section industrielle. — Aménagement des forces hydrauliques en pays de montagne : Etude comparative de différents types de barrages en maçonnerie, mixtes, en béton armé et métalliques, par E. MAYNARD et P. LÉVY-SALVADOR, p. 421. — Revues, analyses et informations : L'éclairage de l'appareillage extérieur par projecteurs, p. 427; Les sous-stations à commutatrices électriques à marche automatique, p. 428.

Section économique et financière. — Comptoirs d'achats de matières premières, par Désiré PECTOR, p. 429. — Assemblées générales : Société d'Electricité de Caen, p. 432; L'Eclairage électrique, p. 432.

Section de législation. — Projet de réforme de la législation sur les marques de fabrique et de commerce, par André TAILLEFER, p. 433. — Législation, jurisprudence, réglementation; Décret modifiant le service de l'inspection de l'enseignement technique, p. 440.

Congrès général du Génie civil. — Dans notre numéro du 9 juin, nous avons exposé, t. I, p. 882, le but et le programme de ce Congrès; dans celui du 23 juin nous avons donné, t. I, p. 962, le compte rendu de la séance du 11 juin de la 6e section, Electricité industrielle; voici quelques autres renseignements qui viennent de nous être communiqués :

Plus de 800 membres ont déjà apporté leur collaboration effective; M. Raymond Poincaré, président de la République, a accordé sans réserve son haut patronage; M. Léon Bourgeois, ministre du Travail et de la Prévoyance sociale; M. Clémentel, ministre du Commerce et de l'Industrie; M. Loucheur, sous-secrétaire d'Etat, ont apporte le même empressement à donner leur patronage et ont mis à la disposition du Comité d'organisation toute la documentation de leurs bureaux et de leurs services techniques.

En thèse générale, toutes les sections du Congrès ont été d'accord pour envisager avant tout le côté économique dans les questions à résoudre. En particulier, elles se proposent d'étudier les moyens propres à éviter les gaspillages de toutes sortes : pertes de temps, de sous-produits, transports inutiles, dispersion d'efforts et d'énergies, etc. Sur ces différents points, il y a certes beaucoup à faire.

Comme méthode de travail les sections ont presque unanimement choisi la suivante : la question est tout d'abord remise à un rapporteur compétent chargé d'en faire une première étude d'ensemble et de réunir toute la documentation nécessaire; son rapport est ultérieurement lu, discuté, amendé, soumis à l'examen des sections techniques ou économiques, pour être ensuite imprimé et remis aux congressistes avant la réunion définitive du Congrès; chacun des congressistes, avant d'arriver aux séances, sera censé avoir lu les rapports, de telle façon qu'on se dispensera de les lire en séance et qu'on abordera de suite la discussion.

Les programmes des travaux des diverses sections montrent que dans toutes se trouvent étudiées des questions qui intéressent l'industrie électrique.

Parmi celles qui relèvent de la Section I (travaux publics et constructions civiles), nous relevons les suivantes :

Cahier des charges en général; unification des types et standardisation ;
Instruction et éducation professionnelles ;
Rapport du capital et du travail ;
Organisation méthodique des ateliers et chantiers.

Celles qui relèvent de la Section II (industries des transports) seraient presque toutes à citer; signalons seulement :

Traversées des chemins publics par les voies ferrées industrielles ;
Unification de tout le matériel fixe et roulant ;

Digitized by Google

Electrification des voies ferrées;
Utilisation des forces des marées.

La Section III (mécanique, moteurs, machines-outils) étudie, entre autres, les questions :

Généralisation du système métrique;
Standardisation des organes et filetages;
Laboratoires d'essais, recherches et conseils;
Appareils et instruments de précision;
Générateurs;
Moteurs;
Machines-outils pour le fer et le bois.

La Section IV (mines et métallurgie) porte à son programme un nombre considérable de question dont nous nous bornerons à signaler :

Approvisionnement des usines en combustibles et minerais;
Unification des profils;
Unification des cahiers des charges;
Construction d'outillage mécanique;
Alliages ferro-métalliques, etc.

La Section V (physique et chimie industrielles) a tenu plusieurs réunions plénières dans lesquelles elle a traité des sujets d'ordre général.

La Section VI (électricité industrielle) a mis à l'étude quatre questions, déjà signalées dans notre numéro du 23 juin.

La Section VII (génie rural et industries agricoles) met à son ordre du jour 10 questions parmi lesquelles nous signalons :

Emploi de l'électricité en agriculture.

La Section VIII (organisation rationnelle du travail industriel a déjà discuté et adopté un rapport de M. de Fréminville sur le sujet principal qui l'occupe ; des rapports sont en préparation sur :

Enseignement technique et professionnel à tous degrés;
Apprentissage;
Rôles des banques;
Production;
Main-d'œuvre coloniale.

Parmi les rapports de la Section IX (hygiène et prévoyance sociale) signalons :

Moyens préventifs contre les accidents;
L'alcoolisme, la tuberculose;
Assurance d'invalidité.

Enfin la Section X (législation industrielle) a envisagé :

Réforme de la loi de 1844 sur les brevets;
Marques collectives et indications de provenance;
Syndicats coopératifs et leur organisation légale;
Le contrat de travail;
Etablissement de vastes réseaux de transmission d'énergie électrique;
Enseignement professionnel, etc.

Une opinion allemande sur la Foire de Lyon du 18 au 31 mars 1917. — Nous lisons dans l'« Elektrotechnische Zeitschrift » du 26 avril 1917, t. XXXVIII, p. 238, l'information suivante qu'il nous a paru intéressant de reproduire in extenso.

La Commission permanente des expositions pour l'industrie allemande transmet les renseignements suivants qu'elle tient de source certaine. La Foire de Lyon a été ouverte le 18 mars. A côté de sociétés indigènes, beaucoup de sociétés étrangères etaient représentées, parmi lesquelles des sociétés suisses, italiennes, anglaises, hollandaises, espagnoles, américaines et quelques sociétés portugaises, russes, suédoises, belges, mexicaines, japonaises et chinoises Il y avait en tout, d'après les listes officielles, 2 700 exposants. Les sections suivantes étaient bien représentées : industries du bâtiment, textiles, métallurgiques; industries du cuir et des modes, automobile; industries du jouet et de la papeterie; industries de l alimentation et des articles céramiques. L'Amérique participait principalement dans l'exposition des machines agricoles. La librairie, la photographie et les sports étaient mieux représentés que l'année précédente. Beaucoup de grandes sociétés françaises n'ont pas exposé, parce qu'elles ne désiraient pas voir prendre à Lyon la renommée d'une ville de foire unique et que Bordeaux et Paris veulent avoir leur foire particulière. Il faut toutefois reconnaître que la Foire de cette année était en progrès sur celle de l'année précédente. Des efforts faits par l'étranger pour imiter la Foire de Leipzig, il ressort nettement quelle grande valeur ils attribuent à cette entreprise allemande. *La Foire de Lyon ne fera pas du reste une concurrence durable à la Foire de Leipzig, car elle sera vraisemblablement brisée par suite de la jalousie des autres grandes villes françaises.* Les intéressés pourront se procurer la liste officielle des exposants au siège social de la Commission, Berlin N. W. Herwarthstr, 3 a. — E. P.

Légion d'honneur. — M. Hinstin a reçu la croix de la Légion d'honneur, avec la citation suivante :

Hinstin (Paul-Samuel), de l'Electro-Matériel, capitaine (territorial) d'artillerie à l'état-major de l'artillerie d'une armée.

Officier d'un esprit très lucide et d'un jugement très sûr. Très dévoué et grand travailleur; a assuré à maintes reprises la direction d'un important service. Nombreuses annuités.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

La distribution électrique mono-triphasée

Dans ces dernières années, principalement aux Etats-Unis, on a utilisé les propriétés des moteurs d'induction, pour réaliser des convertisseurs de phases, qui ne sont pas encore très connus en France. L'auteur de l'étude suivante fait l'examen de ces appareils. Dans ce premier article, il indique les principes qui lui permettront ensuite d'exposer facilement le fonctionnement des différents convertisseurs de cette espèce et étudie le convertisseur mono-triphasé employé en Amérique pour la traction.

Le développement des réseaux électriques monophasés pour la traction ou l'électrométallurgie, à côté des réseaux triphasés pour les autres usages, donne une actualité et une importance très grandes à la question de la transformation de l'énergie monophasée en énergie triphasée, ou inversement.

Il devient, en effet, indispensable que les usines qui produisent l'une ou l'autre forme d'énergie puissent se porter secours et que chacune puisse fournir une partie de son énergie sous celle des deux formes pour laquelle elle n'est pas principalement installée.

Ce problème a déjà reçu différentes solutions (1), dont les unes, très générales, ont pour objet de permettre à la même usine génératrice de fournir, par les mêmes barres omnibus et par les mêmes feeders, les deux espèces de courants, sans que son fonctionnement soit troublé par le déséquilibrage et dont les autres ont simplement pour objet la transformation, à l'origine de certains feeders, de l'énergie qui leur est nécessaire, de la forme triphasée en la forme monophasée, ou inversement.

Les systèmes que nous allons étudier un peu plus loin rentrent dans cette dernière catégorie.

Mais, avant d'en aborder la description, nous allons rappeler quelques particularités remarquables de la réaction du rotor en court-circuit des moteurs d'induction, afin d'en préciser certains points.

1. Rôle de la réaction du rotor dans les machines d'induction. — Lorsque le rotor en court-circuit d'un tel moteur est amené, par un moyen quelconque, à tourner au synchronisme, dans le sens du champ tournant résultant, il ne se produit aucun courant dans l'enroulement, ou dans la cage, de ce rotor, tant que le champ produit dans le rotor par le stator reste parfaitement circulaire, c'est-à-dire parfaitement constant en grandeur. Des courants induits ne prennent naissance, dans ce rotor, que dans deux cas : si la vitesse relative du rotor par rapport au champ cesse d'être nulle, ou si le champ tournant résultant cesse d'être circulaire.

1° Le premier de ces deux cas se produit dès que le rotor doit vaincre un couple résistant mécanique, qui entraîne un léger glissement du rotor en arrière du champ.

Le rotor devient alors le siège de courants de très faible fréquence (1 p : sec, par exemple), dont la réaction sur le champ produit le mouvement et qui engendrent dans le stator un champ tournant circulaire, dans le sens de la rotation du rotor et au synchronisme avec la pulsation des courants d'alimentation (moteur bipolaire), comme le champ tournant fourni par le stator lui-même. Ces deux champs, tournant dans le même sens et à la même vitesse, donnent lieu, par leur composition, dans le stator, à un champ résultant tournant dans le même sens et à la même vitesse.

Dans le moteur monophasé asynchrone, le champ tournant principal produit par le stator, dans le sens de rotation du rotor, est compliqué d'un champ tournant parasite en sens inverse. Les courants rotoriques provenant de la rotation du rotor dans le champ principal agissent comme dans le moteur polyphasé. Les courants rotoriques provenant de la rotation du rotor dans le champ parasite agissent de manière à produire un champ opposé au champ parasite qui les engendre. On exprime souvent ce fait en disant que la réaction du rotor tend à *étouffer* le champ parasite. Cette réaction est d'autant plus efficace que la fréquence des courants rotoriques provenant de la rotation dans le champ parasite est élevée, puisqu'elle est sensiblement double de la fréquence du courant d'alimentation et que la résistance de l'enroulement rotorique est très faible.

La compensation est d'autant plus parfaite que le glissement est plus faible; quand le glissement est négligeable, le champ parasite l'est également et le champ résultant est alors presque parfaitement circulaire (1).

(1) Voir, en particulier : *Revue générale de l'Electricité*, 3 février 1917, et 10 mars 1917, t. I, p. 184-187 et p. 373.

(1) Toutefois, dans un moteur asynchrone *monophasé*, ainsi qu'on le sait, même à la vitesse ω du synchronisme, le champ résultant n'est pas encore tout à fait circulaire, puisque le champ parasite tournant en sens inverse n'est

Digitized by Google

2° Le deuxième cas se présente quand les flux qui traversent les enroulements des différentes phases du stator ne sont pas exactement polyphasés, ce qui peut provenir, soit de ce que les tensions appliquées ne sont pas elles-mêmes parfaitement polyphasées, soit, dans le cas où la machine fonctionne comme génératrice asynchrone (nous en verrons un exemple dans les machines étudiées plus loin), de ce que les courants demandés par les récepteurs ne sont pas exactement polyphasés, c'est-à-dire équilibrés, suivant l'expression consacrée.

Supposons, par exemple, qu'il s'agisse d'une machine asynchrone triphasée. Les flux produits dans les trois enroulements du stator sont de phases différentes dans le temps et aussi d'amplitude différentes, puisque nous supposons que les trois flux ne sont pas triphasés.

Soient $\overline{OA}$, $\overline{OB}$ et $\overline{OC}$ (fig. 1) les vecteurs qui représentent, en fonction du temps, les trois flux, ou plutôt

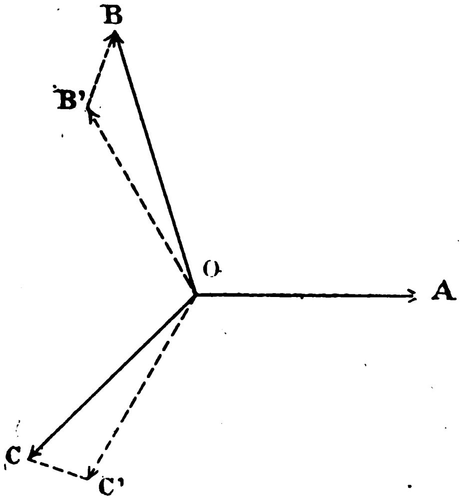


Fig. 1.

les trois forces magnétomotrices qui engendrent ces flux, puisque les forces magnétomotrices peuvent être composées entre elles, plus légitimement que les flux eux-mêmes, quand la saturation du fer est appréciable et que les conclusions déduites de la considération des forces magnétomotrices s'étendent ensuite facilement aux flux produits.

rigoureusement annulé que pour une vitesse infinie, en sens direct. D'autre part, dans un moteur asynchrone *monophasé*, le couple moteur s'annule pour une vitesse ω' très voisine de ω, mais un peu inférieure.

Donc, théoriquement, même s'il était possible de supprimer totalement le couple résistant, le moteur tournant à vide n'atteindrait pas la vitesse du synchronisme et, même s'il l'atteignait, le champ tournant résultant ne serait pas encore rigoureusement circulaire.

Mais, en réalité, la valeur du champ parasite est si petite, non seulement à la vitesse ω du synchronisme, mais déjà à la vitesse réelle de rotation à vide, que l'on peut considérer le champ résultant, comme pratiquement tout à fait circulaire, lorsque le rotor tourne à vide.

Considérons les vecteurs $\overline{OB'}$ et $\overline{OC'}$, qui sont exactement triphasés avec $\overline{OA}$. La force magnétomotrice $\overline{OB}$ peut être remplacée par les deux forces magnétomotrices $\overline{OB'}$ et $\overline{B'B}$ et la force magnétomotrice $\overline{OC}$ par les deux forces magnétomotrices $\overline{OC'}$ et $\overline{C'C}$. Les trois forces magnétomotrices $\overline{OA}$, $\overline{OB'}$ et $\overline{OC'}$ donnent lieu à un champ tournant C parfaitement circulaire. La force magnétomotrice $\overline{B'B}$ donne lieu à un champ alternatif fixe dans le stator et qu'on peut considérer comme provenant de la composition d'un champ C'_1 constant et tournant à la même vitesse que C, dans le même sens que lui et d'un champ C'_2 constant et tournant en sens inverse et à la même vitesse. De même, la force magnétisante $\overline{C'C}$ donne lieu à un champ alternatif, qui peut être considéré comme provenant de la composition de deux champs C''_1 et C''_2 constants et égaux et tournant à la même vitesse que C, le premier dans le même sens que C et le second en sens inverse.

En définitive, il y a un champ tournant circulaire $C_1 = C + C'_1 + C''_1$, dans le sens de rotation du rotor et un champ tournant circulaire $C_2 = C'_2 + C''_2$, dans le sens inverse.

Ainsi, *tout champ tournant polyphasé non circulaire C équivaut à la superposition d'un champ tournant circulaire principal C_1 dans le sens de C et d'un champ tournant circulaire parasite C_2 en sens inverse.*

Si le glissement est très faible, le premier champ tournant C_1 n'induit qu'un courant normal et de très faible fréquence (courant normal de travail) dans le rotor. Mais le second champ tournant C_2 induit, dans ce rotor, des courants de fréquence double (au glissement près) de la fréquence des courants d'alimentation.

Ces courants induits, dans le rotor, par le champ C_2 produisent un flux de réaction, qui engendre un champ tournant égal et opposé à C_2, ou, si l'on veut, *étouffent* le champ C_2, tout à fait comme dans le moteur asynchrone monophasé, ainsi que nous l'avons rappelé plus haut.

Ainsi, *la réaction du rotor a pour effet de s'opposer à toute déformation du champ tournant circulaire, en annulant le champ parasite.*

Mais cette réaction n'est pas une réaction rigide ; c'est une *réaction élastique* : elle agit à la façon d'un ressort, qui exerce une pression dans un sens, mais qui peut aussi fléchir dans l'autre sens et même se rompre, si l'action est plus forte que sa réaction. Si les causes qui tendent à produire la déformation du champ tournant circulaire sont irréductibles, comme, par exemple, si une génératrice puissante maintient entre les bornes du stator des tensions qui ne sont pas exactement polyphasées, la réaction du rotor consistera à produire des courants rotoriques suffisants pour engendrer un champ capable de compenser la déformation, c'est-à-dire un champ tournant en sens inverse égal et opposé à C_2 et les courants rotoriques pourront, dans certains cas, atteindre des valeurs considérables et même rendre le fonctionnement impossible, ou mettre le rotor hors de

Digitized by Google

service. Mais, si les conditions du système sont telles que la déformation du champ tournant puisse disparaître, autrement que par l'effet du flux de réaction, c'est-à-dire si cette déformation n'est pas complètement déterminée par les conditions du système, la réaction du rotor fera disparaître la déformation en modifiant ces conditions et sans avoir besoin pour cela de développer un flux de réaction puissant.

En d'autres termes, *la réaction du rotor tend à rendre exactement polyphasés les flux des différentes phases, soit en modifiant le régime des tensions et courants statoriques, si ce régime est modifiable, soit, dans le cas contraire, en engendrant, par des courants rotoriques, un champ tournant compensateur.*

Considérons, comme premier exemple, un moteur d'induction triphasé à rotor en court-circuit, dont les trois enroulements statoriques sont déconnectés de manière à former trois circuits indépendants, et supposons que l'on applique une tension alternative monophasée à la fréquence et à la tension pour lesquelles le moteur est construit, à l'enroulement 1 du stator et qu'on lance le moteur à vide dans l'un ou l'autre sens, indifféremment. Si la vitesse de lancement est suffisante, le rotor continuera à tourner à vide dans le même sens et à une vitesse très peu inférieure au synchonisme. Dans ces conditions, comme nous l'avons vu plus haut, le champ résultant sera exclusivement un champ C_1 tournant presque au synchronisme dans le sens du mouvement du rotor, et pratiquement circulaire ; le champ parasite C_2 sera à peu près complètement *étouffé* par la réaction du rotor. Ce champ tournant C_1 produira aux bornes des deux enroulements 2 et 3 du stator, des tensions qui, avec la tension appliquée à l'enroulement 1, formeront un système des trois tensions triphasées.

Ainsi, bien qu'un seul des trois flux triphasés soit produit normalement par une tension appliquée, la réaction du rotor tournant à vide aura pour effet de produire, ou de modifier, les deux autres flux, de manière à les rendre triphasés avec le premier.

Il en est de même dans le cas où les trois enroulements statoriques, au lieu d'être indépendants, sont connectés en étoile ou en triangle. Dans ce dernier cas, par exemple, du montage en triangle, la tension alternative appliquée entre deux bornes engendre, au repos du rotor, dans les trois enroulements du stator des flux de même phase, mais d'amplitude double dans l'enroulement compris entre ces deux bornes, de celle des flux dans les deux autres enroulements, qui sont montés en série entre les mêmes bornes. Lorsque le moteur est lancé à vide, à une vitesse suffisante dans un sens quelconque, il continue, comme dans le cas précédent, à tourner dans le même sens, presque au synchronisme, et la réaction de ce rotor a pour effet de rendre les trois tensions aux bornes triphasées (aux chutes de tension près), puisque rien ne fixe le potentiel de la troisième borne non alimentée et que ce potentiel peut s'établir à une valeur telle que les deux tensions entre cette troisième borne et chacune des deux premières soient triphasées avec la tension entre les deux premières.

Un deuxième exemple va nous montrer ce qui se passe quand ce sont les intensités et non plus les tensions, qui déforment le champ tournant.

Tant qu'une machine asynchrone polyphasée fonctionne en réceptrice, les courants dans les différentes phases sont exactement polyphasés en vertu de la complète symétrie des phases et si les tensions d'alimentation sont elles-mêmes exactement polyphasées. Mais, quand cette machine fonctionne en génératrice, ce n'est plus la réaction du rotor qui *appelle* les courants dans le stator, ce sont les récepteurs qui déterminent ces courants. Les intensités peuvent donc, selon la nature de ces récepteurs, ne pas être exactement polyphasées et ce déséquilibrage des intensités tend alors à produire une déformation du champ tournant, qui est corrigée par la réaction du rotor.

Or, une génératrice asynchrone fonctionne toujours en parallèle avec au moins une génératrice synchrone. Si l'inducteur à courant continu de cette dernière n'est pas pourvu de circuits amortisseurs Leblanc, aucune réaction ne s'opposera dans cette machine au déséquilibrage des intensités qu'elle débite : le champ parasite produira bien, dans le circuit inducteur, des courants parasites de fréquence double qui se superposeront au courant continu, mais, l'enroulement inducteur n'étant pas fermé en court-circuit sur lui-même, ni de résistance totale assez faible, le flux de compensation ne pourra pas se produire d'une façon sensiblement efficace. Les courants parasites produiront simplement l'échauffement excessif du circuit d'excitation et des masses polaires, que l'on observe lorsque ces machines débitent des charges déséquilibrées.

Au contraire, dans la génératrice asynchrone, la réaction du rotor tendra à équilibrer les intensités et, puisqu'elles peuvent l'être aux dépens de celles de la machine synchrone, tout le déséquilibrage sera reporté sur cette dernière.

Ainsi dans ce cas, l'effet équilibrant de la réaction du rotor en court-circuit s'exerce sur les intensités aussi bien que, dans les cas précédents, sur les tensions.

Si toutes les génératrices synchrones marchant en parallèle avec la génératrice asynchrone étaient pourvues de circuits amortisseurs Leblanc, dont le rôle est exactement celui de la réaction du rotor en court-circuit, le report du déséquilibrage sur les machines synchrones ne pourrait plus se faire et ce serait la réaction des rotors, et des circuits amortisseurs, qui devrait fournir les champs compensateurs tournant en sens inverse, dans chaque machine synchrone ou asynchrone. Dans le cas où le déséquilibrage serait très important, le fonctionnement pourrait devenir très mauvais, ou même impossible.

Les notions que nous venons de résumer vont nous permettre de nous rendre compte très facilement du fonctionnement des convertisseurs que nous allons examiner maintenant.

II. Convertisseur mono-triphasé. — Un premier système de convertisseur de courant monophasé en cou-

Digitized by Google

rants triphasés consiste à employer (fig. 2) un transformateur monophasé alimenté à deux fils au primaire et débitant, au secondaire, par trois fils dans un convertisseur de phase constitué par un moteur asynchrone diphasé à rotor en court-circuit, fonctionnant en réceptrice asynchrone monophasée, par la phase GH, et en

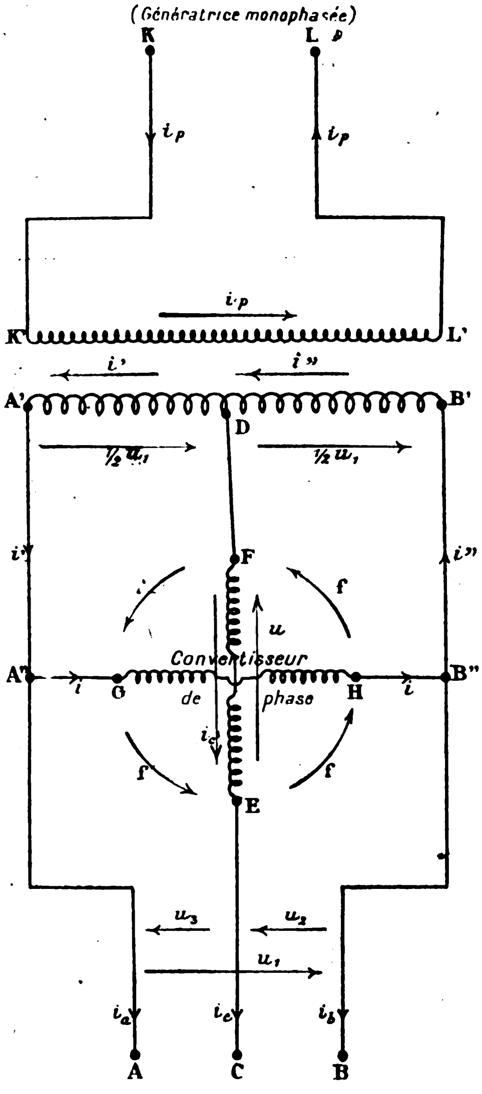


Fig. 2.

génératrice asynchrone monophasée, par l'autre phase EF, dont le nombre de spires est $\frac{\sqrt{3}}{2}$ fois celui des spires de la phase GH. Ce convertisseur de phase est muni d'un dispositif de lancement.

Ce système est employé [1] par le Norfolk and Western Railway, pour la traction électrique au moyen d'une alimentation monophasée avec un seul fil de trolley et d'une transformation en triphasé sur les locomotives, dont les moteurs sont triphasés asynchrones.

Mais ce même système peut être également très intéressant, dans le cas où une compagnie de traction monophasée aurait à fournir, accessoirement, l'énergie pour l'éclairage et la force motrice, dans une localité de moyenne importance.

Le schéma de la figure 2 indique les notations et les sens positifs choisis pour les tensions et les intensités. On a pris à dessein le même sens positif pour la tension et l'intensité dans chaque enroulement récepteur (GH) et des sens positifs inverses, pour la tension et l'intensité, dans chaque enroulement générateur (A'D, DB' et EF). De cette façon, la puissance moyenne mise en jeu dans un enroulement quelconque est toujours positive, qu'elle soit fournie ou absorbée.

TENSIONS. — Sans charge [1], c'est-à-dire quand les appareils récepteurs triphasés sont débranchés en A, B, C, le courant i_c dans EF est nul, puisque son circuit est ouvert en C.

Soit

$$u_1 = V_{A'} - V_{B'} = U\sqrt{2}\sin\omega t$$

la tension secondaire du transformateur.

Cette tension étant appliquée aux bornes G et H du convertisseur et le rotor de celui-ci étant lancé à une vitesse suffisante, le convertisseur continue à tourner en moteur asynchrone monophasé, ainsi que nous l'avons déjà indiqué dans les considérations générales du début. Dans ces conditions, le glissement est très faible et le flux résultant est, comme nous le savons, un flux tournant presque rigoureusement circulaire.

Si le rotor tourne dans le sens des flèches f, les phénomènes magnétiques, qui se passent dans l'enroulement EF (dans le sens EF) du convertisseur, sont exactement les mêmes que ceux qui se passent dans l'enroulement GH (dans le sens GH), mais avec un retard d'un quart de période qui est la durée nécessaire pour que le flux tournant résultant passe d'une position par rapport à l'enroulement GH à *la même* position, par rapport à l'enroulement EF.

La tension alternative $u = V_E - V_F$, que le flux résultant développe entre les bornes E et F de l'enroulement EF, est donc en retard de $\frac{\pi}{2}$ sur la tension $u_1 = V_G - V_H$.

De plus, comme l'enroulement EF a un nombre de spires égal à $\frac{\sqrt{3}}{2}$ fois celui des spires de l'enroulement HG, la valeur efficace de u est $U\frac{\sqrt{3}}{2}$ et, en définitive,

(1) Voir : *La Lumière électrique*, numéros des 30 octobre et 6 novembre 1915, t. XXXI, p. 97-105 et 121-129.

(1) Nous réservons l'expression « à vide » pour le rotor qui tourne sans produire de travail mécanique utile, même quand le convertisseur est « en charge ».

Digitized by Google

on a

$$u = V_C - V_D = -\frac{U\sqrt{3}}{2}\sqrt{2}\cos\omega t.$$

On peut alors facilement construire le diagramme des tensions (fig. 3), où la tension u est figurée par le vec-

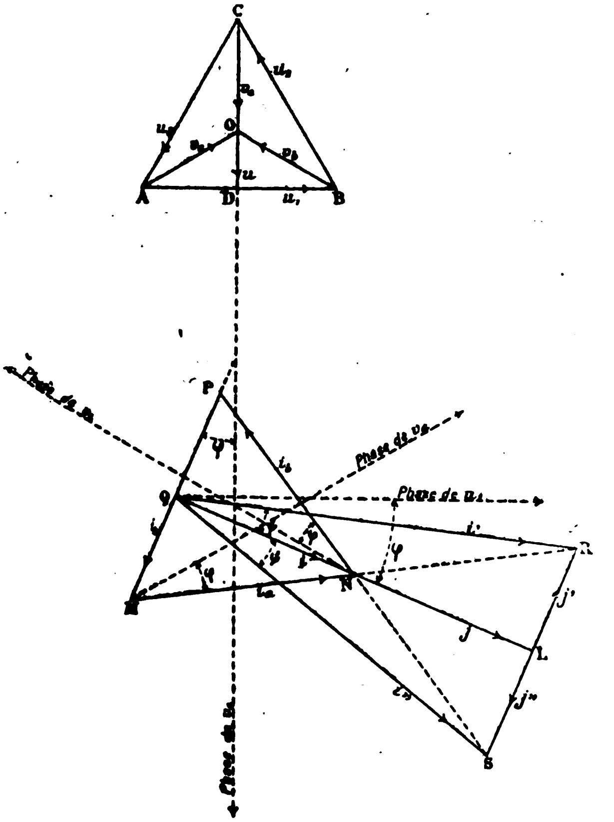


Fig. 3.

teur $\overline{CD}$. On voit, sans difficulté, que les trois tensions u_1, u_2 et u_3 entre les bornes A, B, C (fig. 2), qui sont représentées sur la figure 3 par les secteurs $\overline{AB}$, $\overline{BC}$ et $\overline{CA}$, sont bien triphasées, comme il le fallait, de même que les trois tensions étoilées v_a, v_b et v_c, représentées par les vecteurs $\overline{AO}$, $\overline{BO}$ et $\overline{CO}$.

Intensités et fonctionnement en charge. — En charge, quand les récepteurs triphasés sont alimentés, trois courants i_a, i_b et i_c sont absorbés par les bornes A, B et C. Nous supposerons d'abord ces trois courants équilibrés, c'est-à-dire parfaitement triphasés et déphasés du même angle φ, en arrière des trois tensions étoilées v_a, v_b et v_c, en sorte que, en particulier, le courant i_c sera

$$i_c = -I\sqrt{2}\cos(\omega t - \varphi).$$

Le courant dans EF n'étant plus nul, comme il l'était dans la marche sans charge, le courant i dans GH, au lieu d'être réduit à la faible intensité indispensable pour entretenir la rotation à vide du rotor du convertisseur et que nous négligerons dans ce qui suit, doit avoir l'intensité suffisante pour fournir l'énergie nécessaire pour que l'enroulement EF puisse débiter le courant i_c, sous la tension u.

Ainsi, la phase EF fonctionne en génératrice et la phase GH en réceptrice.

Mais, ainsi que nous l'avons déjà remarqué à propos des tensions, par suite de la rotation du rotor les phénomènes, qui se passent dans l'enroulement EF, sont retardés d'un quart de période. En d'autres termes, le convertisseur fonctionne comme un transformateur dont le primaire serait GH et dont le secondaire serait EF, mais dans lequel tous les phénomènes qui se passent dans le secondaire seraient retardés d'un quart de période.

Donc, aux pertes près dans le convertisseur, la puissance instantanée débitée par le secondaire EF étant ui_c, il faut que la puissance instantanée $u_1 i$ absorbée par le primaire (étant donné le choix des sens positifs) soit la même que ui_c, mais avec un déphasage de $\frac{\pi}{2}$ en avant.

Pour cela, étant donné que u est déphasé de $\frac{\pi}{2}$ en arrière de u_1 et a une valeur efficace égale à $\frac{\sqrt{3}}{2}$ fois celle de u_1, il faut que i_c soit lui-même déphasé de $\frac{\pi}{2}$ en arrière de i et ait une valeur efficace $\frac{\sqrt{3}}{2}$ fois plus petite que celle de i.

En d'autres termes, on a :

$$i = +\frac{I\sqrt{3}}{2}\sqrt{2}\sin(\omega t - \varphi)\ (^1).$$

Sur le diagramme des intensités (fig. 3), les trois courants i_a, i_b et i_c sont représentés par les vecteurs $\overline{MN}$, $\overline{NP}$ et $\overline{PM}$ et le courant i, par le vecteur $\overline{QN}$.

Ainsi, au facteur $\frac{\sqrt{3}}{2}$ près, les intensités i et i_c dans les deux phases du convertisseur sont diphasées, comme les tensions, mais l'ordre de succession des phases est, pour les intensités, en sens inverse de ce qu'il est pour les tensions. Il en résulte que le champ tournant circulaire produit par les courants de travail i et i_c est un champ parasite tournant en sens inverse du sens de rotation du rotor. Ce champ s'ajoute au champ tournant

(1) Ce résultat aurait pu être obtenu immédiatement, en appliquant les deux principes de la conservation des puissances réelles et réactives, comme nous le ferons au paragraphe IV, mais il était intéressant d'entrer dans le détail du fonctionnement.

Digitized by Google

parasite, qui existe déjà, dans ce sens, dans la marche sans charge et, comme les conditions de fonctionnement du convertisseur sont telles que les intensités i et i_c sont déterminées d'une façon irréductible (voir les considérations générales du début), la réaction du rotor ne pourra annuler le champ parasite produit par ces intensités i et i_c, qu'en fournissant un champ compensateur exactement opposé, comme elle le fait déjà pour annuler le champ parasite de la marche sans charge.

Ainsi, dans ce convertisseur, le champ parasite total tournant en sens inverse se compose de deux champs circulaires tournant dans ce même sens et superposés, dont l'un est le même sans charge et à toutes charges et dont l'autre s'accroît avec la charge.

On pourrait donc craindre que le champ parasite total, de sens inverse au sens de rotation, ne pût prendre une valeur telle que le couple qu'il produit ne l'emportât sur le couple produit par le champ tournant principal en sens direct. Il n'en est rien, parce que, comme on le sait, lorsqu'un rotor en court-circuit tourne dans un champ constant, à une vitesse voisine du double du synchronisme, le couple produit sur le rotor est de l'ordre du 1/100 du couple maximum que ce même champ peut produire sur le rotor, couple maximum qui aurait lieu pour une certaine vitesse inférieure à celle du synchronisme.

Ainsi, même quand le champ parasite total atteint une valeur telle que le couple maximum que peut produire ce champ soit supérieur au couple moteur maximum, que le champ principal peut produire dans le sens direct, ce qui est le cas dès que la charge est un peu forte, le couple moteur réel dans le sens direct, à la vitesse normale de marche, l'emporte encore de beaucoup sur le couple parasite, en sens inverse, à cette même vitesse normale, et, comme il suffit d'un très faible couple résultant pour entraîner le rotor à vide, aucun renversement du sens de rotation n'est à redouter.

On peut même faire accomplir au rotor un certain travail mécanique sans troubler le rôle principal du convertisseur. Dans ce cas l'intensité i, dans la phase réceptrice GH, s'accroît au delà de ce que demande l'intensité i_c débitée par la phase génératrice EF. Ces deux intensités ne sont plus alors diphasées au facteur $\frac{\sqrt{3}}{2}$ près et le champ parasite, que ces intensités engendrent, n'est plus circulaire. Il équivaut (voir les considérations générales du début) à la superposition d'un champ tournant circulaire parasite dans le sens inverse de la rotation du rotor et d'un champ tournant circulaire utile au mouvement, dans le même sens que la rotation. C'est ce qu'on voit facilement en supposant le courant i formé par la superposition de deux courants tels que :

$$i = \frac{I\sqrt{3}}{2}\sqrt{2}\sin\omega t + x.$$

Le courant $\frac{I\sqrt{3}}{2}\sqrt{2}\sin\omega t$, combiné avec le courant i_c, produit le même champ parasite relatif au fonctionnement en convertisseur, que dans le cas où le rotor n'accomplit aucun travail mécanique et le courant x produit un champ alternatif qui engendre le couple moteur destiné à vaincre le couple résistant mécanique. Comme d'habitude, on peut considérer ce champ alternatif comme résultant de la superposition de deux champs tournants circulaires en sens inverse, dont l'un augmente le couple moteur et dont l'autre s'ajoute au champ tournant parasite de sens inverse à la rotation.

On voit que le champ parasite total, en sens inverse de la rotation, est encore augmenté dans le cas où le moteur accomplit du travail mécanique.

D'autre part, le couple dans le sens de la rotation est augmenté, par l'accroissement x de i, à la demande du travail mécanique produit et le renversement du sens de rotation n'est pas plus à craindre dans ce cas que dans le cas de la marche à vide du rotor.

Toutefois, il est prudent de ne pas demander au rotor un travail mécanique trop élevé de crainte que la déformation du champ résultant ne devienne trop grande, d'une part, à cause de l'augmentation du glissement bt, d'autre part, à cause de l'augmentation du courant i dans la phase GH. Si cette déformation devenait trop grande, la réaction du rotor nécessaire pour la corriger pourrait devenir excessive, et le fonctionnement du convertisseur pourrait devenir dangereux pour le rotor.

Nous ne reviendrons plus sur le cas où le rotor accomplit du travail mécanique, et, dans tout ce qui suit, nous supposerons que le rotor tourne à vide.

Nous indiquerons plus loin l'influence du fort champ parasite en sens inverse sur le rendement du convertisseur.

Dans ce qui précède, nous avons négligé le courant i_0, dans GH, nécessaire pour entretenir le mouvement du rotor à vide et pour fournir les ampères-tours magnétisants. Dans une étude détaillée il faudrait tenir compte de ce courant i_0.

Fonctionnement du transformateur ou de la bobine d'inductance. — Maintenant que nous connaissons le courant i nous pouvons facilement, en négligeant toujours le courant i_0, déterminer les courants i' et i'' en DA'A'' et en B''B'D, en appliquant la première loi de Kirchhoff en A'' et B'', ce qui donne :

$$i' = i + i_a.$$

et

$$i'' = i - i_b.$$

Le diagramme des intensités (fig. 3) complété d'après ces deux dernières relations donne le courant i', par le vecteur $\overline{QR}$ et le courant i'', par le vecteur $\overline{QS}$ (si $\overline{NR} = i_a$ et $\overline{NS} = -i_b$). Ces deux vecteurs $\overline{QR}$ et $\overline{QS}$ font le même angle ψ de part et d'autre du vecteur $\overline{QN}$, qui représente i.

Digitized by Google

D'ailleurs, on a en valeurs efficaces :

$$\overline{QR} = \overline{QS} = \sqrt{\overline{QL}^2 + \overline{LR}^2},$$

ou, finalement :

$$\overline{QR} = \overline{QS} = \frac{I\sqrt{13}}{2}.$$

Quant à la valeur commune ψ des deux angles $\widehat{RQN}$ et $\widehat{SQN}$, elle est donnée par la formule :

$$\cos\psi = \frac{\overline{QL}}{\overline{QR}} = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{13}}.$$

On trouve ainsi que

$$\psi = 16^\circ\, 6'\, 7'',6.$$

En définitive, on a

$$i' = \frac{I\sqrt{13}}{2}\sqrt{2}\sin(\omega t + \psi - \varphi),$$

et

$$i'' = \frac{I\sqrt{13}}{2}\sqrt{2}\sin(\omega t - \psi - \varphi).$$

Soit n le nombre de spires primaires du transformateur et m celui des spires secondaires, chaque moitié du secondaire ayant $1/2\ m$ spires et soit i_p le courant primaire.

Le diagramme de la figure 4 indique, de la façon habituelle, le fonctionnement du transformateur : $\overline{OX}$ représente le flux résultant, $\overline{OA}$ la tension primaire et $\overline{OB}$ la tension secondaire ; α est l'angle d'avance hystérétique. Les ampères-tours magnétisants sont représentés par le vecteur $\overline{OD}$ (dont la longueur est très exagérée sur la figure 4). Ces ampères-tours magnétisants sont la résultante des ampères-tours primaires ni_p, représentés par $\overline{OE}$ et des ampères-tours de chacune des deux moitiés du secondaire : $1/2\ mi'$ représentés par $\overline{OC'}$ et $1/2\ mi''$ représentés par $\overline{OC''}$.

Les ampères-tours $\overline{OC'}$ et $\overline{OC''}$ ont pour résultante $\overline{OC}$ qui fait l'angle φ, en arrière de $\overline{OB}$, ainsi qu'il résulte du diagramme de la figure 3, où la résultante de i' et i'' est $2\overline{QL}$, de même phase que $\overline{QN}$.

Étant donnée la petitesse de $\overline{OD}$, ses composantes $\overline{OC}$ et $\overline{OE}$ sont presque rigoureusement égales et opposées et, par conséquent, l'angle φ', que fait $\overline{OE}$ en arrière de $\overline{OA}$, est pratiquement égal à φ.

Ainsi, *le déphasage du courant primaire monophasé en arrière de la tension primaire monophasée est le même que le déphasage dans l'ensemble des récepteurs triphasés.*

Les deux moitiés A'D et DB' de l'enroulement secondaire du transformateur sont parcourues par un courant d'intensité efficace $I\frac{\sqrt{13}}{2}$, ou $1,803\ I$, alors que, si le transformateur fonctionnait comme un transformateur monophasé ordinaire et à la même puissance secondaire $UI\sqrt{3}\cos\varphi$, son courant secondaire serait $I\sqrt{3}$, ou $1,732\ I$. La différence est faible : environ 4 pour 100 en plus. Cette petite augmentation ne se reporte pas sur l'intensité du courant primaire.

En toute exactitude, il faudrait encore tenir compte de ce que le secondaire du transformateur doit fournir,

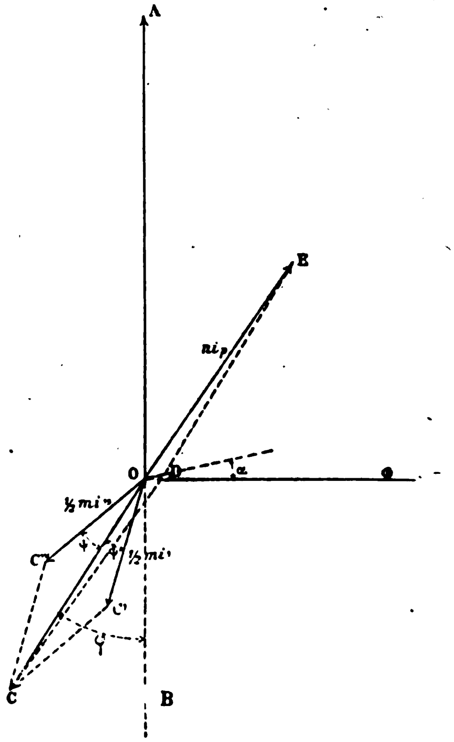


Fig. 4.

en plus du courant nécessaire au récepteur triphasé, le courant i_0 nécessaire au propre fonctionnement du convertisseur. Cette nouvelle augmentation se reporte sur le primaire.

Si la tension primaire monophasée est égale à la tension secondaire triphasée composée u_1, on peut supprimer l'enroulement primaire du transformateur et conserver seulement, sur le même noyau, l'enroulement secondaire. Le transformateur joue alors, comme nous allons le voir, le rôle de deux bobines d'inductance de même flux (fig. 5).

Les ampères-tours magnétisants sont toujours fournis

par la source monophasée et toujours négligeables [1] devant les ampères-tours en charge $1/2\, mj'$ et $1/2\, mj''$ dus aux courants j' et j'' dans les deux moitiés de l'enroulement unique.

On doit donc avoir, pratiquement :

$$\frac{1}{2} mj' + \frac{1}{2} mj'' = 0,$$

c'est-à-dire :

$$j' + j'' = 0.$$

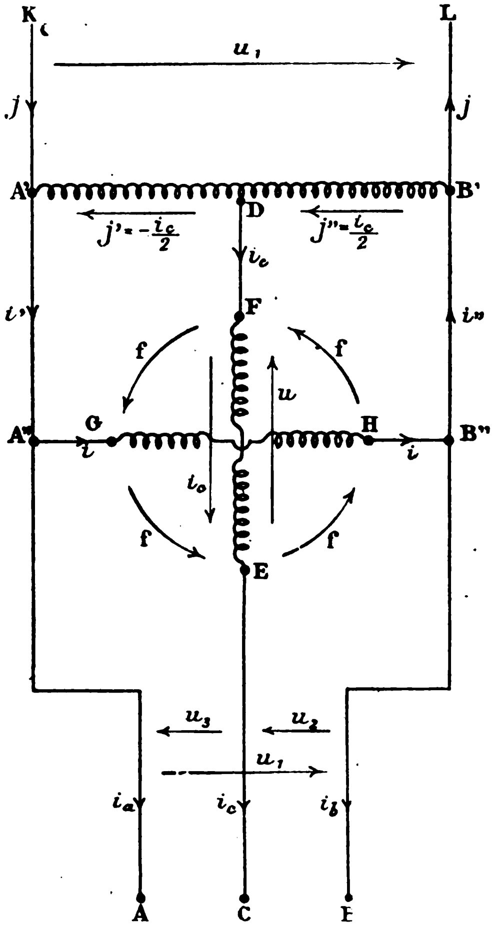


Fig. 5.

D'autre part, en appliquant la première loi de Kirchhoff en D, on a :

$$j'' - j' = i_c.$$

De ces deux dernières relations, on tire :

$$j' = -\frac{i_c}{2},$$

et

$$j'' = \frac{i_c}{2}.$$

On peut donc représenter, sur la figure 3, j' et j'' par les vecteurs $\overline{LR}$ et $\overline{LS}$.

En appliquant, encore une fois, la première loi de Kirchhoff, soit en A', soit en B', par exemple en A', on a

$$j = i' - j',$$

et par conséquent (voir le diagramme) :

$$j = 2i.$$

Le courant j est donc représenté par le vecteur $\overline{QL}$ qui est égal à $I\sqrt{3}$.

Puissances et rendement. — La puissance instantanée fournie par la source monophasée, aux bornes A' et B', est, dans le cas de la figure 2, aussi bien que dans le cas de la figure 5 :

$$2UI\sqrt{3} \sin \omega t . \sin (\omega t - \varphi),$$

(dans le cas de la figure 2, on le voit en faisant la somme des deux puissances instantanées fournies par les enroulements A'D et DB').

Cette puissance s'écrit :

$$UI\sqrt{3} \cos \varphi - UI\sqrt{3} \cos (2\omega t - \varphi).$$

Elle se compose d'une partie constante $UI\sqrt{3} \cos \varphi$ et d'une partie pulsatoire $- UI\sqrt{3} \cos (2\omega t - \varphi)$, dont la valeur moyenne est nulle.

Au contraire, la puissance triphasée équilibrée fournie, en A, B, C, aux récepteurs, se compose exclusivement d'une puissance constante $UI\sqrt{3} \cos \varphi$ égale à la précédente, puisque nous négligeons les pertes dans le convertisseur.

Il faut donc nécessairement que ce soit le convertisseur qui fournisse la contre-partie de la puissance pulsatoire et c'est là la vraie raison pour laquelle il est impossible de transformer une puissance monophasée en puissance triphasée sans appareils rotatifs.

On constate facilement, ainsi que nous allons le voir, que le convertisseur remplit en effet ce rôle.

La puissance instantanée absorbée dans GH est :

$$u_1 i = UI\sqrt{3} \sin \omega t \sin(\omega t - \varphi) = \frac{UI\sqrt{3}}{2} \cos \varphi - \frac{UI\sqrt{3}}{2} \cos(2\omega t - \varphi);$$

la puissance instantanée *absorbée* dans EF est :

$$- u i_c = - UI\sqrt{3} \cos \omega t \cos (\omega t - \varphi) =$$
$$= - \frac{UI\sqrt{3}}{2} \cos \varphi - \frac{UI\sqrt{3}}{2} \cos (2\omega t - \varphi).$$

Ainsi, quand le rotor n'accomplit aucun travail mécanique et si on néglige les pertes dans le convertisseur,

[1] Voir plus loin à ce sujet ce qui est indiqué à propos de la réversibilité et des transformateurs d'intensité.

Digitized by Google

cette machine reçoit par les bornes G et H et débite par les bornes E et F la puissance wattée constante $\frac{UI\sqrt{3}}{2}\cos\varphi$; mais chacun des deux enroulements absorbe la même puissance pulsatoire $-\frac{UI\sqrt{3}}{2}\cos(2\omega t-\varphi)$, en sorte que l'ensemble des deux enroulements GH et EF absorbe bien exactement la puissance pulsatoire $-UI\sqrt{3}\cos(2\omega t-\varphi)$ fournie par la source monophasée.

Comme nous venons de le voir, la puissance moyenne mise en jeu dans chaque phase du convertisseur est égale à la moitié de la puissance moyenne $UI\sqrt{3}\cos\varphi$ fournie par la source monophasée et absorbée par les récepteurs triphasés.

Ainsi, *la moitié seulement de la puissance P à fournir aux récepteurs triphasés est transformée dans le convertisseur*, le reste est transmis directement par les conducteurs A' A" A et B' B" B, sans passer par le convertisseur.

Mais, chacun des deux enroulements du convertisseur diphasé mettant en œuvre la puissance $\frac{P}{2}$, l'un comme récepteur, l'autre comme générateur, *le convertisseur doit être dimensionné exactement comme un moteur diphasé de puissance P*, dont chaque phase absorberait en réceptrice la puissance $\frac{P}{2}$.

Quant au transformateur, dans le cas de la figure 2, en négligeant encore les pertes, on voit facilement que son primaire reçoit la puissance moyenne $UI\sqrt{3}\cos\varphi$ et que chacune des moitiés de son secondaire débite la puissance moyenne $\frac{UI\sqrt{3}\cos\varphi}{2}$. Dans le cas de la figure 5, chaque demi-enroulement A'D et DB' reçoit ou débite une puissance moyenne nulle, quisque les courants $-\frac{i_c}{2}$ et $\frac{i_c}{2}$ sont tous deux en quadrature avec les tensions $\frac{u_1}{2}$ appliquées entre A' et D et entre D et B'. Néanmoins, *dans le cas de la figure 5, le noyau magnétique doit être de mêmes dimensions que dans le cas de la figure 2*, puisque le flux est le même.

Les pertes dans le convertisseur, que nous avons négligées jusqu'ici, comprennent toutes les pertes habituelles du moteur asynchrone diphasé ; mais, ici, la perte par chaleur Joule due au courant parasite de fréquence sensiblement double de la fréquence d'alimentation, qui circule dans le rotor pour compenser le flux parasite de sens inverse du sens de rotation, est sensiblement plus élevée que dans le moteur diphasé, surtout à pleine charge. En revanche, le courant de très faible fréquence, qui circule dans le rotor par suite de sa rotation dans le champ tournant dans le sens direct est, à toute charge du convertisseur, le même que dans le moteur diphasé tournant à vide (si le convertisseur n'accomplit aucun travail mécanique).

En conséquence, aux faibles charges, les pertes dans le convertisseur seront un peu plus fortes que dans le moteur diphasé de même puissance ; mais, aux fortes charges, les pertes dans le convertisseur seront de même ordre que dans le moteur diphasé et plutôt un peu plus faible, car, alors, dans le rotor, la diminution du courant de basse fréquence l'emporte sur l'augmentation du courant de fréquence double.

En réalité, le convertisseur ne transforme, comme nous avons vu, qu'une puissance $\frac{P}{2}$, mais le rendement intéressant à considérer est celui de la transformation de la puissance totale fournie par la source monophasée et absorbée par les récepteurs triphasés. C'est donc à la puissance P, que les pertes doivent être rapportées.

Par conséquent, *aux faibles charges, le rendement de la transformation de l'énergie monophasée en énergie triphasée est un peu moins bon que celui d'un moteur diphasé de même puissance que le convertisseur, à la même puissance ; mais il est plutôt un peu meilleur aux fortes charges.*

Fonctionnement en charge déséquilibrée. — Dans le cas où les récepteurs triphasés absorbent trois courants, i_a, i_b et i_c, non équilibrés, soient (fig. 6) $\overline{MN}$,

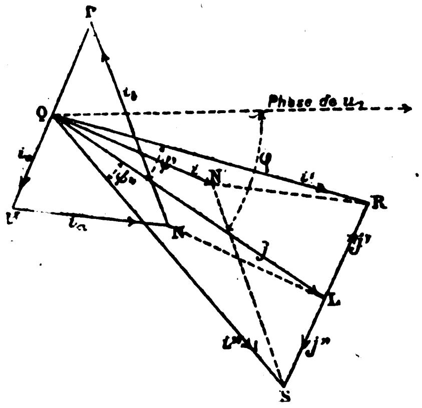


Fig 6.

$\overline{NP}$ et $\overline{PM}$, les vecteurs qui représentent ces trois courants. Le courant i, dans l'enroulement GH, est encore représenté par le vecteur $\overline{QN'}$ perpendiculaire à PM en son milieu et égal à $\overline{PM}\frac{\sqrt{3}}{2}$. Traçons, à partir du point N', les vecteurs $\overline{N'R}=\overline{MN}$ et $\overline{N'S}=\overline{PN}$, nous aurons, en $\overline{QR}$ et $\overline{QS}$, les vecteurs représentant les courants i' et i''. On vérifie facilement que RS est égal et parallèle à PM.

Dans le cas du dispositif de la figure 5, les courants j', j'' et j sont respectivement représentés par les vecteurs $\overline{LR}$, $\overline{LS}$ et $\overline{QL}$, le point L étant le milieu de RS.

On a donc, sur la figure 6, tous les éléments des intensités et de leurs phases.

Digitized by Google

Le fonctionnement du convertisseur est analogue, quoique déséquilibré, à celui du cas où les courants i_a, i_b et i_c sont équilibrés.

Ici la puissance triphasée $P = v_a i_a + v_b i_b + v_c i_c$ ne se réduit plus à une constante. Les portions pulsatoires des trois puissances $v_a i_a$, $v_b i_b$ et $v_c i_c$ qui peuvent s'écrire $\frac{U\sqrt{3}}{3} I_a \cos(2\,\omega t - \varphi_a)$, $\frac{U\sqrt{3}}{3} I_b \cos(2\,\omega t - \varphi_b)$ et $\frac{U\sqrt{3}}{3} I_c \cos(2\,\omega t - \varphi_c)$, n'ont plus une somme algébrique identiquement nulle et la puissance P comporte une portion pulsatoire. Le convertisseur devra fournir la différence entre la puissance pulsatoire fournie par la source monophasée et la puissance pulsatoire absorbée par les récepteurs.

Réversibilité. — Tel que nous venons de le décrire, le convertisseur mono-triphasé n'est pas réellement réversible. Si l'on substitue aux récepteurs triphasés une génératrice triphasée et à la génératrice monophasée des récepteurs monophasés, le convertisseur, alimenté par sa phase GH sous la tension u_1 et convenablement lancé à vide, tournera encore au synchronisme, à un faible glissement près, la tension qui s'établira aux bornes E et F sera encore la même que dans le cas précédent et le diagramme des tensions sera encore exactement celui de la figure 3.

Mais, on voit immédiatement que la génératrice triphasée peut alimenter les récepteurs monophasés par ses deux bornes A et B et directement par les conducteurs AA″A′ et BB″B′, sans que le convertisseur intervienne, c'est-à-dire sans que le courant i_c prenne naissance, puisque rien n'oblige les courants i_a, i_b et i_c à être triphasés. En effet, supposons que l'on ait placé un interrupteur unipolaire entre F et D (fig. 2 et 5) et que cet interrupteur soit ouvert, le convertisseur tournant au synchronisme à vide, alimenté par sa phase GH, et les récepteurs monophasés étant alimentés par les conducteurs AA″A′ et BB″B′. Le potentiel du point D sera exactement celui du point E (voir diagramme des tensions, fig. 3), si bien que la fermeture de l'interrupteur FD ne changera rien au régime et le courant i_c ne s'établira pas.

Ainsi le régime des intensités n'est pas déterminé. Mais il faudrait peu de chose pour qu'il le soit, et, dans tous les cas, cette détermination ne demanderait pas de dépense d'énergie appréciable.

Dans le cas de la traction, comme sur le Norfolk and Western Railway, quand on freine le train par récupération, ce sont les moteurs triphasés qui font fonction de génératrices asynchrones, la source monophasée leur fournissant le rythme et les courants magnétisants par l'intermédiaire du convertisseur; mais, du côté triphasé, il n'y a que des génératrices asynchrones, à l'exclusion de toute machine synchrone. Dans ce cas, ainsi que nous l'avons expliqué dans les considérations générales du début, les courants i_a, i_b et i_c seront triphasés, en vertu des propriétés équilibrantes des génératrices asynchrones à l'action desquelles les conditions du système ne s'opposent pas. Le régime des intensités sera alors celui du diagramme de la figure 3 avec inversion des sens positifs des intensités.

Si les génératrices triphasées étaient synchrones, on pourrait arriver au même résultat en faisant passer les trois courants i_a, i_b, i_c dans les trois enroulements, rendus indépendants, d'un moteur triphasé d'induction asynchrone dont le rotor en court-circuit tournerait à vide. Ce moteur équilibreur serait placé, soit à l'usine génératrice au départ du feeder triphasé, soit immédiatement avant le convertisseur; dans tous les cas, il serait nécessaire d'entretenir son mouvement de rotation, de crainte que, aux instants où les intensités i_a, i_b et i_c seraient très faibles, le couple moteur ne fût insuffisant : on pourrait, par exemple, l'accoupler en bout d'arbre avec le convertisseur.

Ce moteur obligerait les trois courants i_a, i_c et i_b à être triphasés et bien équilibrés et le régime des intensités s'établirait encore conformément au diagramme de la figure 3 avec inversion des sens positifs des intensités.

Mais on introduirait ainsi, entre les génératrices triphasées et le convertisseur, trois chutes de tension presque entièrement inductives et proportionnelles, en valeurs efficaces, à l'intensité efficace I commune aux trois courants i_a, i_b et i_c. Bien que presque entièrement inductives, ces trois chutes de tension constitueraient un sérieux inconvénient, qui, dans bien des cas, rendrait ce dispositif inacceptable. Aussi, ce système n'a-t-il qu'un intérêt théorique.

La disposition suivante est beaucoup plus simple et beaucoup plus pratique.

Le problème consiste à profiter de l'indétermination du système des intensités pour établir, entre certaines d'entre elles, des liaisons telles que i_a, i_b et i_c soient triphasés. Considérons d'abord, par exemple, le cas du dispositif de la figure 5. Lorsqu'on veut l'utiliser à transformer du courant triphasé en courant monophasé, les tensions u_1, u_2 et u_3 sont déterminées par la génératrice triphasée et représentées par le diagramme A B C de la figure 3 et la tension u entre E et F est toujours représentée par le vecteur $\overline{CD}$. Mais, en ce qui concerne les intensités, c'est le courant monophasé j, qui est déterminé par les récepteurs. Ainsi, dans le diagramme de la figure 6, c'est le vecteur $\overline{LQ}$ qui est donné.

Nous allons voir qu'une seule liaison très simple entre les intensités suffit pour que le diagramme des intensités de la figure 6, soit ramené à celui de la figure 3, c'est-à-dire pour que le triangle MNP soit équilatéral.

La liaison que nous choisirons est celle qu'exprime la relation

$$j = 2i$$

Si cette relation est satisfaite, le vecteur $\overline{N'Q}$ doit être égal *géométriquement* à $\frac{\overline{LQ}}{2}$, c'est-à-dire que le point N′

Digitized by Google

doit être au milieu de QL. Comme NL est toujours égal et parallèle à N'Q, le point N' ne peut se trouver au milieu de QL, sans que le point N s'y trouve également. Enfin, le vecteur $\overline{N'Q}$ (ou $\overline{NQ}$, puisque N et N' sont confondus) est toujours, en vertu de la propriété fondamentale du convertisseur, perpendiculaire à PM en son milieu et égal à $\overline{PM}\frac{\sqrt{3}}{2}$. Finalement, le diagramme de la figure 6 est bien devenu celui de la figure 3, comme nous le désirions.

Pour réaliser cette liaison $j = 2i$, il suffit d'ajouter au système un transformateur d'intensité MNPQ (fig. 7), dont l'enroulement PQ, parcouru par le courant j, a un nombre de spires égal à la moitié de celui des spires de l'enroulement MN, parcouru par le courant i, les sens de ces deux enroulements étant inverses.

Sans reprendre en détail la théorie du transformateur d'intensité, nous allons montrer rapidement que cet appareil se trouve ici dans des conditions très favorables à son bon fonctionnement et en profiter pour étendre son principe au cas où il y a plus de deux enroulements, ce qui nous sera utile plus loin.

Considérons plusieurs enroulements, trois par exemple, autour d'un même noyau magnétique et soient n_1, n_2, n_3 leurs nombres de spires et i_1, i_2, et i_3 les trois courants qui y circulent. Le principe fondamental du circuit magnétique donne

$$\frac{4\pi}{10}(n_1 i_1 + n_2 i_2 + n_3 i_3) = \mathcal{R}\Phi. \qquad (1)$$

Pour qu'on ait :

$$n_1 i_1 + n_2 i_2 + n_3 i_3 = 0, \qquad (2)$$

il faut donc que le produit $\mathcal{R}\Phi$ soit nul, ou tout au moins négligeable.

Dans les transformateurs industriels ordinaires, qui sont des transformateurs de tension, c'est le facteur $\mathcal{R}$ qui est très petit, parce que les noyaux magnétiques sont très gros et qu'on s'attache, dans la construction, à réduire le plus possible cette réluctance $\mathcal{R}$. Si bien que, même pour une valeur assez élevée de Φ, le produit $\mathcal{R}\Phi$ est négligeable et, par conséquent, les ampères-tours magnétisants (qui sont la résultante $n_1 i_1 + n_2 i_2 + n_3 i_3$) sont également négligeables.

Dans les transformateurs d'intensité, au contraire, dont les noyaux sont petits, la réluctance $\mathcal{R}$, sans être extrêmement élevée, n'est pas négligeable et c'est le facteur Φ qu'on cherche à rendre négligeable, ou nul, s'il se peut. Pour cela, il suffit, que l'un au moins des trois enroulements soit fermé en court-circuit sur lui-même, ou sur une impédance négligeable. Alors, en effet, la tension aux bornes de cet enroulement est pratiquement nulle et, comme elle est égale à $n\frac{d\Phi}{dt}$, c'est-à-dire, en valeur efficace, à $n\omega\Phi_{eff}$, elle ne peut être nulle sans que Φ_{eff} le soit également.

D'une façon générale, pour que le fonctionnement du transformateur d'intensité soit exact, c'est-à-dire pour que la relation (2) soit satisfaite, il suffit que la tension aux bornes de l'un des enroulements soit rendue nulle. Les tensions aux bornes des autres enroulements sont, par là même, rendues nulles également.

Or, dans le cas de la figure 7, soit ε la tension $V_N - V_M$, aux bornes de l'enroulement NM. La tension

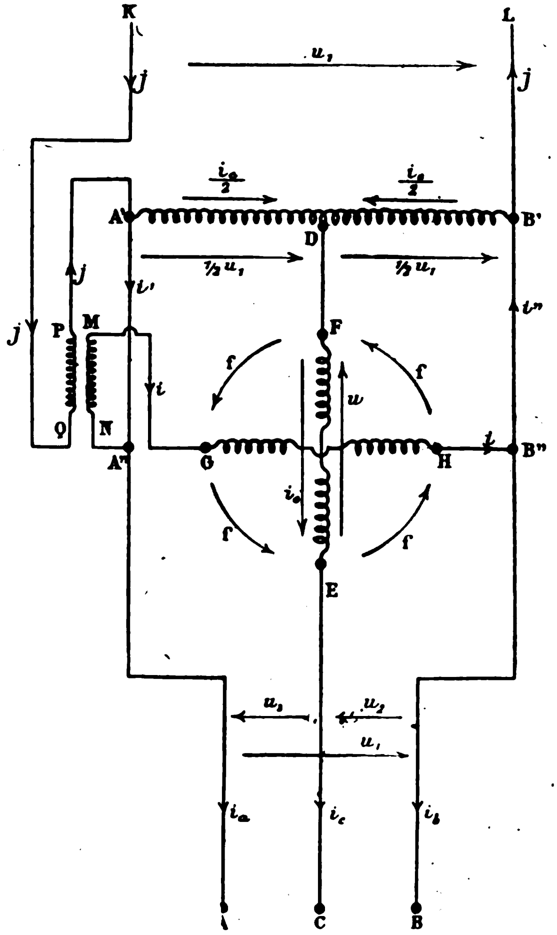


Fig. 7.

$V_{A''} - V_{B''}$ étant toujours égale à u_1, la tension $u_1' = V_G - V_H$ devra être telle que l'on ait, entre A'' et B :

$$u_1 = \varepsilon + u'_1 \qquad (3)$$

Mais la tension aux bornes E et F du convertisseur étant maintenue égale à u par le fonctionnement même de la génératrice triphasée (vecteur $\overline{GD}$ sur le diagramme des tensions de la figure 3), le fonctionnement du convertisseur obligera la tension, à ses deux autres bornes C et H, à être égale à u_1. On devra donc avoir $u'_1 = u_1$ et, par suite, d'après la relation (3) :

$$\varepsilon = 0.$$

Digitized by Google

Ainsi, la tension aux bornes de l'enroulement NM, sera forcément nulle et le transformateur d'intensité réalisera très bien la condition $j = 2\,i$, comme nous le voulions.

Nous avons donc là un moyen très pratique de rendre reversible le convertisseur mono-triphasé.

D'ailleurs, l'adjonction de ce transformateur d'intensité MNPQ ne gênera nullement le fonctionnement dans le cas de la transformation de l'énergie monophasée en énergie triphasée équilibrée. En effet, si les courants i_a, i_b et i_c, aux bornes réceptrices A, B, C, sont équilibrés, on aura par cela même $j = 2\,i$, et il en résultera que la somme des ampères-tours sur le transformateur d'intensité sera nulle, et par suite le flux Φ sera nul également, sans qu'on ait besoin de prendre de dispositions spéciales pour cela.

Si, au contraire, des courants i_a, i_b, i_c ne sont pas équilibrés, on n'aura plus $j = 2\,i$, et un certain flux Φ prendra naissance dans le noyau du transformateur d'intensité. La tension ε ne sera plus nulle et il en résultera un certain déséquilibrage des tensions triphasées.

Si cette circonstance est à craindre, il faudra prévoir le noyau du transformateur d'intensité de façon qu'il puisse supporter le flux Φ.

Ainsi ce dispositif de réversibilité ne convient, dans le cas de la transformation dans le sens monophasé en triphasé, que si les courants dans l'ensemble des récepteurs triphasés ne peuvent jamais être déséquilibrés dans une proportion importante.

Au lieu de réaliser la liaison $j = 2\,i$, on aurait pu en réaliser d'autres qui auraient donné le même résultat comme, par exemple, la liaison $j = i_a - i_b$, ou encore la liaison $i = \dfrac{i_a - i_b}{2}$, ainsi qu'il est facile de le montrer. Mais ces deux dernières exigent des transformateurs d'intensité à trois enroulements, c'est pourquoi nous avons préféré la première.

Dans le cas de la disposition de la figure 2, on peut obtenir le même résultat en employant un transformateur d'intensité parcouru au secondaire par le courant i et au primaire par le courant primaire i_p et disposé pour réaliser la liaison $i_p = 2\,\dfrac{n}{m}\,i$. Ou bien encore, on peut employer, dans ce cas, des transformateurs d'intensité à trois enroulements et réalisant les liaisons $i = \dfrac{i_a - i_b}{2}$, ou $i + i' = 4\,i$. Ces deux dernières dispositions présentent l'avantage de ne pas faire passer de courant à haute tension dans le transformateur d'intensité.

Toutes ces dispositions sont faciles à étudier, et ce que nous avons dit plus haut nous dispense d'insister davantage.

Jusqu'à présent, ces procédés n'ont pas été employés, et, quand on veut transformer du courant triphasé en courant monophasé, on emploie actuellement un autre système de convertisseur, un peu différent du précédent, et que nous allons examiner maintenant.

(A suivre.)

A. NOUGUIER.

Revues, analyses et informations

Nouvelle méthode pour la mesure de la résistivité des métaux fondus [1].

Les résultats de recherches expérimentales sur la conductibilité électrique de métaux et d'alliages fondus commencées en 1911, ont fait l'objet d'une série de mémoires [2] dont cinq relatifs à la conduction métallique ont paru dans le « Journal of the Franklin Institute ».

Pour obtenir des données précises desquelles puissent être déduites des courbes donnant la relation entre la résistivité et la température sur un large intervalle de températures, il a été nécessaire de mettre entièrement au point de nouvelles méthodes pour l'obtention des températures requises et aussi pour la mesure de la résistivité de substance à l'état fondu.

COURBES DE REFROIDISSEMENT ET COURBES DE RÉSISTIVITÉ. — On a longtemps procédé à l'étude de certains caractères physiques des métaux et des alliages par le tracé des courbes d'échauffement et de refroidissement surtout au moment de leurs changements d'état. Les déterminations des points de fusion et de congélation ont été faites par ce procédé et c'est ainsi qu'ont été le plus souvent obtenues les données nécessaires au tracé des diagrammes d'équilibre. On peut avoir des renseignements de même valeur avec une égale facilité et une précision plus grande, en représentant, non la marche du refroidissement d'un élément, mais la variation de la résistivité de la substance avec la température, quand on fait croître ou diminuer lentement celle-ci. Les méthodes perfectionnées pour la mesure de la résistivité des substances fondues ont permis, dans certain cas, de mesurer simultanément les résistivités de deux métaux sous des conditions identiques de température, jusqu'à des températures de 1 680° C. Toutefois, quand la température dépasse 1000° C, des difficultés surviennent, dues à la formation des équilibres chimiques nouveaux et à l'altération de l'échantillon étudié. Au-dessous de cette température des difficultés de cette nature ne sont pas très sérieuses.

Il semble que les données relatives à la résistance électrique d'un métal et surtout d'un alliage sous des phases solide, solide-liquide et liquide peuvent fournir des données nouvelles et importantes qu'on n'obtiendrait pas par la con-

(1) E.-F. NORTHRUP et R.-G. SCHERWOOD, *Electrician*, 30 mars 1917, t. LXXVIII, p. 762-764, 2 fig.

(2) *Trans of the American Electrochem. Soc.*, t. XX, 1911 et t. XXV, 1914. — *Metallurgical and Chemical Engineering*, juin 1912, mai 1913, janvier 1914, février 1914, mars 1914, mai 1914, mars 1915. — *Journal of the Franklin Institute*, février 1913, janvier 1914, mars 1914, juillet 1914, mars 1915.

Digitized by Google

sidération des courbes de refroidissement ou par une quelconque des autres méthodes actuellement employées pour l'étude des propriétés physiques des alliages.

Le travail qui est résumé ici contient les résultats obtenus par la méthode envisagée, sur des alliages d'étain et de bismuth.

Dispositifs employés. — Si les mesures de la résistivité doivent être poursuivies au delà de 1100° C ou 1 200° C, un four à résistance ne convient pas et il devient nécessaire d'utiliser un type de four mis au point par le premier des auteurs pour ce genre spécial de recherches. Toutefois, en vue de l'étude des alliages, il n'est généralement pas nécessaire, et il est souvent impossible (par suite de la vaporisation d'un des métaux) de faire des observations au-dessus de 1000° C. Dans ce cas, un four vertical constitué en enroulant sur un tube en porcelaine un fil ou un ruban de nickel chromé est suffisant. Dans ce qui suit les auteurs se sont limités à la considération des mesures de résistivité qui peuvent être faites au moyen d'un four de ce modèle.

La température peut être mesurée, soit avec un thermomètre à résistance, soit avec un couple thermo-électrique, le calibrage étant effectué avec une très grande facilité en utilisant les points de congélation de certains métaux.

Pour obtenir la valeur de la résistivité d'un métal fondu, il est bon d'employer un dispositif qui donne ce résultat par insertion directe de l'appareil dans une masse considérable de la substance fondue renfermée dans un creuset. L'instrument imaginé pour cet objet est appelé « ré istomètre ». Il consiste essentiellement en deux tubes de quartz ou de porcelaine spéciale, enfermés dans un large tube de graphite et solidement cimentés dans un bloc de pierre. Des électrodes en tungstène sont amenées dans les tubes de quartz ou de porcelaine et permettent de mesurer le courant ainsi que la différence de potentiel appliquée, pour toute substance versée à l'état fondu dans le tube de graphite, d'où l'on déduit la résistance de la substance. Le résistomètre est plongé dans un cuve spéciale dans laquelle il s'échauffe et la température est mesurée par un couple adjacent qui doit être aussi près que possible de la substance étudiée.

Il est bon d'obtenir les valeurs de la résistivité, par des lectures directes, en microhms-centimètres. Une méthode de zéro nécessite l'emploi d'un pont double de lord Kelvin. Le courant de mesure doit être alternatif. Toutes les difficultés provenant de forces électromotrices et de courants parasites sont ainsi évitées. Un galvanomètre pour courant alternatif remplissant toutes les conditions requises a été construit spécialement pour ces recherches.

Pour la mesure de la résistance des substances fondues, il faut utiliser des électrodes qui puissent servir à la fois pour les mesures de courant et du potentiel. Des fils de tungstène et, dans la plupart des cas, de molybdène ont donné toute satisfaction aux températures utilisées, car, ni le tungstène, ni le molybdène ne fondent ni ne forment des alliages avec les métaux fondus n'appartenant pas au groupe du fer.

Pour avoir directement les résultats en microhms-centimètres, il est nécessaire de construire le résistomètre de manière que sa constante puisse être obtenue aisément. C'est ce qu'on fait en le remplissant de mercure pur qui sert d'étalon pour la résistivité. Quand la valeur de la constante du résistomètre a été ainsi obtenue, les valeurs du rapport des bobines dans le pont peuvent être choisies de manière que les lectures du pont, multipliées par une puissance de dix, donnent des microhms-centimètres. Pour cette raison, les valeurs du rapport des deux branches doivent être réglables.

Deux modifications du résistomètre ont été utilisées, la première servant principalement pour les essais des métaux et des alliages précieux où l'on ne peut disposer pour l'expérience que de faibles quantités, la seconde, d'un modèle plus robuste, est utilisée pour l'étude des métaux et des alliages vulgaires.

Comme on l'a établi antérieurement, les forces électromotrices intenses, d'origine parasite, qui prennent naissance dans le résistomètre, quand on l'immerge dans un métal ou dans un alliage fondu, excluent l'emploi d'un courant continu comme courant de mesure et, par suite, d'un galvanomètre à courant continu. On a utilisé du courant alternatif à 60 et à 25 p : sec Ce dernier est préférable et il est alors de moindre importance, quand on veut avoir une grande précision, que les bobines du pont double de Kelvin soient exemptes de capacité et de self-induction. Le galvanomètre à courant alternatif qui a été construit pour ce travail satisfait aux conditions suivantes qui caractérisent un bon instrument.

La sensibilité est celle d'un bon galvanomètre d'Arsonval du type habituel. La sensibilité du galvanomètre à courant alternatif n'est pas constante, comme c'est le cas pour un instrument à courant continu, mais peut varier dans de larges limites par la seule modification du courant qui traverse les bobines de champ. L'amortissement du système variant comme le carré de l'intensité du champ, on choisit ce dernier de valeur telle, que le système, après déviation, retourne au zéro d'une manière apériodique, en réglant le courant dans les bobines de champ, avec la résistance particulière qu'on met en série avec la bobine mobile. Avec un tel réglage de l'intensité du champ, la sensibilité du galvanomètre égalerait celle de l'instrument à courant continu auquel on a fait allusion ci-dessus La durée de l'oscillation apériodique du galvanomètre ne doit pas dépasser deux à trois secondes, ce qui rend nécessaire l'emploi d'une bobine légère et étroite comme système oscillant.

Quand le galvanomètre à courant alternatif est en fonction, le système oscillant se trouve nécessairement en circuit fermé, et comme celui-ci est suspendu dans un champ où le flux magnétique est alternatif, des courants prennent naissance par induction dans le circuit de la bobine oscillante. Il est essentiel que ces courants induits n'entraînent pas le système vers une position d'équilibre stable autre que celle du repos lorsque aucun courant ne passe. Cette nécessité est pleinement satisfaite grâce à la forme spéciale qu'on donne aux pièces polaires de l'aimant lamellaire du galvanomètre.

Les bobines de champ, au nombre de deux, peuvent être montées en série ou en parallèle. Elles sont toujours montées en série avec le circuit principal du pont double de Kelvin et, par suite, doivent pouvoir transporter sans échauffement et sans aimantation trop forte de l'aimant, un courant au moins aussi intense que celui qui traverse le pont. Il n'est pas prudent de réduire le courant des bobines de champ, qui ont une forte self-induction, au moyen d'un shunt. Toutefois, le pont, qui n'est pas inductif, peut être shunté à volonté. D'où il résulte que, dans les bobines de champ, le courant peut être choisi supérieur, mais non inférieur, au courant qui traverse le pont.

Dans le galvanomètre on a supprimé le noyau de fer qu'on met généralement entre les pièces polaires dans les instruments pour courants continus.

Les pôles sont creusés de manière que la bobine oscille dans un cylindre creux. Cette construction a été adoptée

Digitized by Google

afin que, la bobine étant en court-circuit, elle tende à se placer d'elle-même vers la partie la plus faible du champ.

Le circuit électrique utilisé est représenté schématiquement sur la figure 1 ; le résistomètre a été également figuré avec ses dimensions latérales beaucoup exagérées par souci de la clarté. La source de courant est le secondaire d'un transformateur abaisseur de tension T. En S se trouve un commutateur qui, dans la position 2, met le résistomètre et le pont double de Kelvin hors-circuit et met les bobines d'aimantation CM du galvanomètre en circuit avec le secondaire du transformateur et les deux résistances R' et R. Quand le commutateur S est dans la position 1, la résistance R' est coupée du circuit et le résistomètre, ainsi que le pont double de Kelvin, sont mis en circuit avec la source de courant. Le commutateur S est construit de manière qu'aucun des contacts 1 ou 2 n'est interrompu avant que l'autre ne soit établi. Ceci est nécessaire pour empêcher une faible déviation brusque du galvanomètre qui se produirait

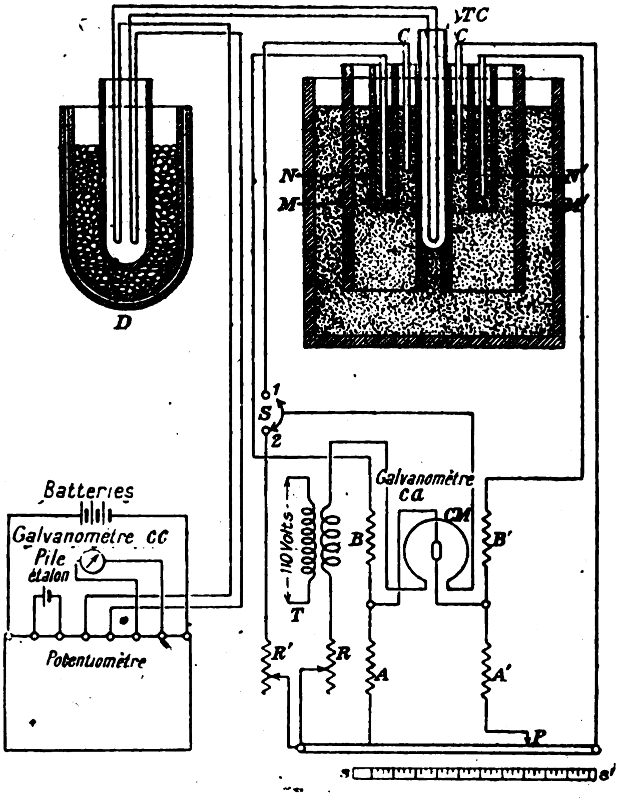


Fig. 1. — Schéma de montage employé pour faire les mesures.

si le courant était momentanément interrompu dans les bobines d'aimantation. On donne à la résistance R' une valeur telle que la résistance totale en circuit avec le secondaire du transformateur soit la même, que le commutateur occupe la position 1 ou la position 2. En mettant, au moyen du commutateur S, le pont et le résistomètre hors circuit, on peut ainsi déterminer aisément le zéro du galvanomètre. Les résistances A et A' sont des bobines dont le rapport des résistances est fixe et qui valent généralement 1 000 ohms chacune. Le rapport des résistances B et B' peut être modifié. On le choisit de manière que les positions du contact mobile P, lues sur l'échelle SS', indiquent la résistance de l'échantillon en microhms-centimètres, après avoir été multipliées par une puissance de 10.

Le couple thermo-électrique TC plonge dans le bain de substance fondue de manière que la soudure chaude soit à mi-chemin entre les extrémités inférieures des deux tubes potentiels NN' et des deux tubes de courant MM'. La soudure froide plonge dans un vase Dewar D rempli de glace pilée, et les extrémités du fil de cuivre qui partent de la soudure froide sont réunies au potentiomètre comme l'indique la figure 1.

Il est de la plus haute importance, dans les recherches à haute température, de voir si l'on a un accroissement linéaire de la résistance des métaux purs quand on va jusqu'à des températures très élevées. En représentant simultanément l'accroissement de résistance des deux métaux différents soumis à des conditions identiques de température, il est possible de s'assurer, en étudiant plusieurs paires de métaux combinés différemment, qu'ils ont tous un accroissement linéaire de résistance.

On a trouvé que la résistance de l'étain et du plomb varie linéairement quand on chauffe ces métaux fondus jusqu'à 1575° C. La méthode décrite convient surtout pour la comparaison directe, à une température très élevée, du taux d'accroissement de la résistance de deux métaux fondus. Si cette comparaison pouvait être faite pour différents couples de métaux pris suivant des combinaisons diverses, elle établirait jusqu'à une température élevée une extension de l'échelle des températures sur une base nouvelle et tout aussi aisée à reproduire que l'échelle gazeuse. L'une et l'autre forme de résistomètre peuvent être utilisées comme pyromètre jusqu'à des températures de 1600 à 1700° C.

Le calibrage du résistomètre et le réglage du rapport des bobines peuvent être faits expérimentalement et sans calcul de la manière suivante : un récipient, ayant les mêmes dimensions que celui destiné à contenir l'échantillon, est rempli de mercure pur; le résistomètre est disposé dans ce mercure dont on mesure la résistance avec un thermomètre ordinaire ; on donne aux deux bobines A et A' une valeur arbitraire, par exemple 1 000 ohms; on fait sur l'étalon variable de faible résistance une lecture qui, multipliée par une puissance de 10, fournit la résistance spécifique du mercure en ohms; l'équilibre du pont est alors établi par le réglage simultané des bobines BB'; les lectures du pont, après avoir été multipliées par la puissance de 10 convenable, donneront la résistivité du mercure en ohms par centimètre cube.

Au moyen de ces réglages, les résistivités des échantillons étudiés sont déterminées sans aucun calcul, en sorte qu'il est réellement plus simple de mesurer la résistivité du cuivre fondu par exemple, que celle d'une tige de métal à la température ambiante.

Résultats. — Toutes les courbes de résistivité des métaux purs et des alliages présentent le caractère commun d'être rectilignes, lorsque le métal ou l'alliage sont fondus. De plus, il est intéressant de remarquer que le coefficient angulaire $\frac{dR}{dT}$ pour toutes les courbes des alliages Bi-Sn à l'état fondu est sensiblement le même.

Les courbes relatives aux alliages Bi-Sn reproduites sur la figure 2 permettent de formuler les conclusions suivantes :

1° La portion linéaire des courbes donne la relation entre la résistivité et la température de l'alliage quand celui-ci existe comme solution liquide homogène. Quand le refroidissement atteint le point désigné sur toutes les courbes

Digitized by Google

par la lettre A, il se produit une séparation de cristaux mixtes et d'une solution liquide qui disparaît peu à peu à mesure qu'augmente la quantité des cristaux mixtes jusqu'au point B. A ce moment, la dernière trace de solution liquide disparait et, au même instant, les cristaux mixtes uniques commencent à se scinder en deux sortes de cristaux mixtes conjugués. La portion restante des courbes donne la résistivité de l'alliage quand les deux cristaux mixtes changent progressivement leur composition relative à mesure que progresse le refroidissement. La température à laquelle disparait la dernière trace de solution liquide et

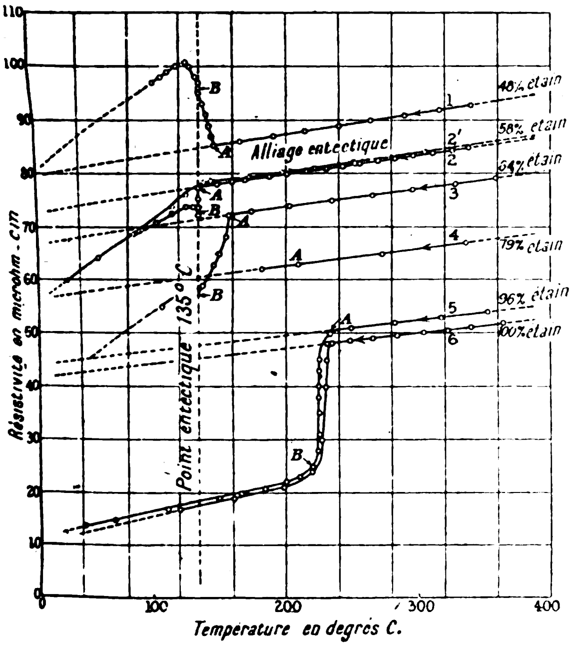


Fig. 2. — Courbes donnant la variation de résistivité en fonction de la température pour les alliages Bi-Sn au moment du changement d'état. Le pourcentage indique la concentration du pourcentage atomique. Les courbes 1, 2, 3, 4, 5 et 6 sont obtenues par un refroidissement lent; la courbe 2' par un échauffement lent.

commence la formation des deux cristaux mixtes est toujours, pour les alliages envisagés, la température fixe appelée « point d'eutexie ».

2° La courbe d'échauffement de l'alliage eutectique (courbe 2') est intéressante, car elle montre que le mélange représenté par les proportions de cet alliage possède la composition voulue pour « effacer » la coupure brusque présentée par toutes les autres courbes aussi bien que par les métaux purs eux-mêmes. Les courbes d'échauffement ont été tracées pour ces métaux, mais comme elles ne diffèrent que légèrement des courbes de refroidissement et qu'elles ne paraissent pas présenter un intérêt spécial, on ne les a pas reproduites. Le phénomène ci-dessus, associé comme il l'est, avec l'alliage qui possède la plus basse température de congélation, suggère plutôt l'existence d'une sorte de relation définie entre l'arrangement moléculaire qui produit un abaissement du point de congélation de l'alliage et l'arrangement moléculaire qui entre en jeu pour modifier la résistance de l'alliage.

3° Quand on considère le fait que la phase liquide d'un métal ou d'un alliage ne possède aucune structure cristalline, comme dans le cas envisagé ici, et est entièrement homogène, il est logique de conclure qu'une étude systématique de la résistivité électrique de divers métaux et alliages à l'état liquide pourra fournir des renseignements intéressants et constituer une base nouvelle pour la comparaison de cette propriété avec d'autres propriétés des métaux et des alliages. A ce point de vue, il est intéressant de noter qu'une relation linéaire existe entre la résistivité de divers alliages de bismuth et d'étain et le pourcentage des atomes-grammes de chacun des constituants de l'alliage. Reste à savoir si cette relation ou une relation analogue est valable pour les alliages d'autres métaux.

A. B.

Sur la transmission téléphonique (1).

Le but d'un système téléphonique est de permettre à deux personnes de communiquer verbalement bien qu'étant éloignées l'une de l'autre. Le seul moyen pratique connu pour réaliser ce but est l'électricité. Les problèmes concernant la transmission téléphonique, sauf ceux se rapportant au transmetteur et au récepteur sont, par conséquent, des problèmes relatifs à la transmission de l'énergie électrique. D'une façon générale, ces problèmes ressemblent à ceux se rapportant à la transmission de courants alternatifs, mais il y a de nombreuses différences importantes quant à la qualité et la quantité. Le courant électrique qui transmet un message téléphonique est un courant alternatif composé de nombreuses fréquences différentes et variant d'une manière très complexe. Pour transmettre ce courant avec succès, on doit arriver aux résultats suivants : il doit être transmis de façon que la quantité d'énergie reçue soit suffisante pour agir d'une manière satisfaisante sur le récepteur. Il doit être transmis également bien dans chacune de ses parties constituantes dont les fréquences varient d'environ 200 à plus de 2000 périodes par seconde et doivent être transmises avec un degré d'efficacité suffisamment uniforme pour que le caractère de l'onde ne soit pas indûment déformé. De plus, l'onde doit être protégée contre les troubles produits dans les circuits par des sources extérieures. Ces résultats doivent être atteints, non seulement par rapport aux fils de ligne et aux appareils directement associés avec eux, mais aussi par rapport aux tableaux de distributions nécessaires pour l'interconnexion, les appareils de signalisation nécessaires pour contrôler l'emploi des circuits et les appareils protecteurs nécessaires pour sauvegarder ceux qui se servent des circuits et les circuits eux-mêmes ainsi que les appareils associés contre les courants ou les potentiels électriques dangereux.

Longues lignes aériennes. — Afin d'illustrer la nature de quelques-uns de ces problèmes, je considérerai d'abord une longue ligne interurbaine.

Un circuit New-York-San Francisco, ou plutôt les circuits qui, combinés, constituent un circuit New-York-San Francisco représentent de nombreux circuits téléphoniques qui tous ensemble forment un réseau reliant les principaux centres des États-Unis. La distance entre New-York et San Francisco est de 3400 miles. Le circuit en question comprend deux fils pesant chacun 435 livres par mile, soit un total d'environ 3000000 livres de cuivre. Un tel circuit, pour le courant téléphonique ayant une fréquence moyenne de 800 p : sec, délivrerait à l'extrémité de réception un cinquante billionième de l'énergie déposée à l'extrémité de

(1) Bancroft Gherardi, ingénieur de l'American Telephone and Telegraph Company. *The Telephone Review*, juin 1917, d'après *Sibley Journal of Engineering Cornell University*.

Digitized by Google

départ. La limitation de la puissance de transmission des transmetteurs téléphoniques et la sensibilité des récepteurs téléphoniques qui seront examinées plus tard établissent le fait qu'il n'est pas raisonnable d'espérer une bonne transmission sur une ligne qui ne fournit pas au récepteur au moins un millième de l'énergie envoyée par le transmetteur et, dans de nombreux cas, un centième est au moins désirable.

Charge des circuits ou pupinisation. — Ces faits sont suffisants pour montrer que le problème de la téléphonie à grande distance est pour beaucoup un problème de ligne. Une première amélioration de l'efficacité d'une longue ligne est obtenue par l'adjonction à des intervalles indéterminés, des bobines d'induction connues sous le nom de bobines de charges ou bobines Pupin. Sur la ligne New-York-San Francisco, il y a environ 400 de ces bobines placées à des intervalles d'environ huit miles. Ces bobines diminuent les pertes dans le circuit à tel point qu'il délivrerait à l'extrémité de réception environ un millionième de l'énergie fournie à l'extrémité de départ. Cette proportion d'énergie reçue est encore bien au-dessous de celle qui est nécessaire pour le service commercial.

Un progrès a cependant été accompli mais seulement par une conception et une fabrication soigneuses des bobines de charge et par leur espacement. Par le fait que ces bobines sont placées successivement sur la ligne, toutes les pertes qui s'y produisent sont cumulatives et, comme toute bobine d'induction peut, à la fois, avoir des pertes dans son conducteur et dans son noyau, elles doivent être soigneusement étudiées. Une perte apparemment insignifiante de 1 pour 100 dans chaque bobine fera que l'énergie reçue sera de 2 pour 100 moindre de ce qu'elle aurait été s'il n'y avait pas eu de pertes dans les bobines. Actuellement, sur ce circuit, la perte dans les bobines réduit l'énergie reçue d'environ un quart de ce qu'elle aurait été sans pertes d'énergie dans les bobines. Pratiquement, ces bobines sont aussi bonnes qu'il est convenable de les faire dans l'état actuel de l'industrie et en considérant les côtés économiques du problème.

Relais téléphoniques. — Des améliorations ultérieures ont été faites en associant à la ligne des appareils intermédiaires appelés « relais téléphoniques » capables de recevoir un courant électrique affaibli et de faire passer à la ligne un nouveau courant électrique dérivé d'une source d'énergie séparée et contrôlé par le courant électrique affaibli reçu, de sorte que le nouveau courant possède sous le rapport de la forme les mêmes caractéristiques, mais il est fortement renforcé. L'emploi de tels appareils procède d'une étude très complète des amplificateurs, des méthodes à employer pour les relier au circuit, des caractéristiques des lignes et des modificateurs à faire subir aux lignes actuelles afin de les adapter aux nouvelles méthodes d'exploitation. De cette manière, il est possible de recevoir à l'extrémité du circuit une énergie égale à $\frac{1}{80}$ de celle transmise, et par là de fournir un bon service commercial.

Autres facteurs importants. — Il y a beaucoup d'autres problèmes qui se rattachent à la ligne New-York-San-Francisco, mais ils ne peuvent être traités dans un journal comme celui-ci, quelques-uns d'entre eux cependant peuvent être mentionnés. Cette ligne est équipée avec 300 000 isolateurs environ, à chacun de ces points on doit se prémunir contre la perte d'énergie. Pour différentes raisons, il est nécessaire d'introduire un certain nombre de transformateurs. Le problème du transformateur téléphonique a été soigneusement étudié, de sorte qu'il existe des transformateurs d'excellente qualité. Pour satisfaire aux conditions pratiques d'exploitation et pour permettre d'utiliser la ligne non seulement à ses extrémités, mais aussi en des points intermédiaires, elle est interrompue en un certain nombre de points où elle passe à travers les tableaux de distribution téléphoniques. En chacun de ces points, les appareils doivent être construits avec le plus grand soin pour réduire les pertes au minimum. En d'autres points nombreux, la ligne doit servir pour les essais et des conditions similaires sont requises.

Longues lignes souterraines. — Il est souvent nécessaire de placer les lignes téléphoniques dans un câble. Par ce fait, les deux fils constituant le circuit sont amenés l'un contre l'autre et cette position exige l'emploi d'un diélectrique quelconque, autre que l'air, pour maintenir la séparation des fils ; les pertes de transmission y sont beaucoup plus grandes que dans les circuits aériens. Puisqu'un câble du type ordinairement employé peut être enfermé dans une enveloppe de plomb et placé dans une conduite souterraine, il en résulte des restrictions ultérieures quant aux limites économiques extrêmes des dimensions du fil qui peut être utilisé. Actuellement, dans l'installation du système téléphonique Bell, on exploite un câble ayant près de 500 miles de long, il s'étend de Boston à Washington et relie ces villes entre elles et avec New-York, Philadelphie et autres places importantes. La plus grande dimension du fil employé dans ce câble est du calibre n° 10 B. et S. et on obtient les résultats suivants : avec le câble non pupinisé on recevrait un trente mille billionième de l'énergie transmise. En pupinisant le câble on en reçoit la fraction 1/300.

Par l'addition d'amplificateurs ou de relais convenablement connectés, l'efficacité de ce câble, d'une longueur de 500 miles, est rendue telle que l'on reçoit un dixième de l'énergie transmise, ce qui constitue une transmission téléphonique de premier ordre. Ces résultats ont été obtenus par une étude plus soigneuse et plus scientifique du câble lui-même, des bobines de charge, des relais et des appareils associés à la ligne ainsi que des tableaux de distribution et autres appareils connectés au circuit.

Il est intéressant de noter que les lignes souterraines à grande distance sont longues en comparaison des ondes électriques qu'elles transportent. Sur le circuit Boston-Washington la longueur d'une onde pour la fréquence 800 est d'environ 13 miles. Sur un circuit de cette catégorie nous avons affaire à un cas de propagation de l'onde, le récepteur étant électriquement si éloigné du transmetteur qu'il n'exerce sur lui aucune réaction perceptible. Ceci est également vrai pour tous les circuits aériens à grande distance.

Circuits combinés. — Un grand nombre de circuits téléphoniques sont aménagés pour ce que l'on appelle l'exploitation avec circuit combiné, ce qui consiste à obtenir avec deux circuits métalliques ordinaires un troisième circuit en employant les deux fils d'un circuit en parallèle pour un côté du circuit combiné et les deux fils de l'autre circuit en parallèle pour l'autre côté du combiné. Pour arriver à ce résultat, il est nécessaire de faire des arrangements aux extrémités, de façon à connecter le combiné exactement au milieu de chacun des deux circuits. Ceci se fait ordinairement au moyen de transformateurs soigneusement équilibrés, la connexion du circuit combiné étant faite au point milieu d'un enroulement. Il est aussi nécessaire d'arranger soigneusement les fils des circuits l'un par rapport à l'autre

Digitized by Google

de façon qu'il n'y ait pas de mélange de conversation entre les circuits combinants ou entre un des circuits combinants et le circuit combiné. Les problèmes d'équilibre que posent de tels arrangements sont complexes et ont été étudiés longuement.

COMBINÉS TÉLÉGRAPHIQUES. — De plus, dans bien des cas, chaque fil est employé comme fil télégraphique. Ceci nécessite l'emploi d'appareils soigneusement conçus consistant ordinairement en condensateurs et bobines de réactance disposés de façon à séparer l'un de l'autre le courant téléphonique et le courant télégraphique à basse fréquence. Ceci doit être fait si parfaitement qu'aucun des services ne soit troublé par la présence de l'autre ou par les pertes occasionnées par les appareils de séparation.

Le récepteur téléphonique étant excessivement sensible, il est nécessaire que les arrangements soient faits de façon qu'il n'y ait aucune induction sur le circuit téléphonique, même de courants très minimes d'origine extérieure. Ces perturbations se divisent en deux classes générales.

Mélange de conversation. — La première comprend les courants produits par suite d'induction entre deux circuits téléphoniques. Les nécessités pratiques obligent de placer un certain nombre de fils aériens sur le même poteau et dans les câbles les circuits sont nécessairement très rapprochés les uns des autres. On rencontre quelquefois 40 ou 50 circuits aériens sur le même poteau ou 1 200 paires de fils dans un seul câble souterrain. Cette induction entre les circuits téléphoniques est appelée communément « mélange de conversation ». Le téléphone est si sensible que, s'il passe d'un circuit à l'autre plus d'un millionième de courant téléphonique du circuit transmetteur, il se produira vraisemblablement un mélange fâcheux. Pour parer à cet inconvénient, il a été nécessaire, non seulement de disposer les circuits téléphoniques eux-mêmes de façon qu'ils soient équilibrés, mais d'examiner rigoureusement la construction et la méthode de connexion des différentes pièces des appareils associés au circuit de conversation. Chaque bobine de charge, transformateur, relais et condensateur doivent être considérés, non seulement eu égard à leur effet sur l'équilibre du circuit, mais aussi eu égard à la possibilité d'induire directement les perturbations dans un appareil adjacent.

Bruit. — Une seconde classe de perturbations desquelles on doit se garder sont celles qui proviennent de circuits électriques étrangers tels que les circuits de lumière et d'énergie électriques. Ces circuits sont traversés par des courants extrêmement plus puissants que les courants téléphoniques et sont entourés de champs électrostatiques et électro-magnétiques, qui peuvent, si les précautions nécessaires ne sont pas prises, troubler les circuits téléphoniques à des centaines et quelquefois même des milliers de pieds de distance. Le problème de la protection des circuits téléphoniques, particulièrement des circuits aériens, contre ces troubles est de la plus grande importance. Dans bien des cas, il ne peut être résolu simplement par la construction des circuits téléphoniques. Il nécessite la coopération des constructeurs des lignes de lumière et de force électriques pour qu'ils équilibrent leurs systèmes autant que possible et qu'ils construisent les générateurs, moteurs et autres appareils de façon à éviter les fréquences qui troublent le plus le service téléphonique. Ceci exige beaucoup de travail des ingénieurs du service téléphonique et de ceux des exploitations de lumière et d'énergie électriques. Il est intéressant de noter, à ce sujet, qu'en général, ce n'est pas la fréquence fondamentale qui cause les troubles dans les circuits téléphoniques, mais ce sont les harmoniques plus élevées qui ne sont d'aucune utilité mais qui existent dans les courants industriels parce que les entrepreneurs de distributions n'avaient eu jusqu'à présent aucune raison de les faire disparaître.

INSTALLATIONS DE RÉSEAUX URBAINS ET DE POSTES D'ABONNÉS. — Jusqu'ici je n'ai parlé que de la transmission téléphonique sur les lignes à longue distance. D'importants problèmes économiques et de transmission, difficiles à résoudre, se présentent dans les installations de réseaux urbains : celles-ci comprennent les lignes des abonnés et les appareils téléphoniques eux-mêmes, les lignes auxiliaires entre les différents bureaux dans toutes les grandes villes et le petit réseau de lignes suburbaines. Le manque de place empêche de s'étendre longuement sur ces problèmes, bien qu'ils soient aussi intéressants et tout au moins aussi importants que ceux qui se rattachent aux grandes lignes et doivent être traités en vue de la possibilité de connecter à n'importe quel moment tous les éléments nécessaires pour permettre à deux abonnés de communiquer ensemble, quelle que soit leur résidence. Les installations de poste comprenant le transmetteur et le récepteur sont les éléments les plus importants du système. A première vue cet appareil semble simple. Le transmetteur qui transforme les vibrations produites dans l'air par la parole en courant téléphonique consiste en une membrane commandant un groupe de contacts microphoniques. Le récepteur qui convertit le courant téléphonique reçu en vibrations de l'air consiste en un électro-aimant agissant sur un diaphragme. Considérant les millions de ces instruments employés et les fonctions essentielles qu'ils accomplissent, leur construction justifie évidemment le travail le plus soigné et le mieux étudié. Ils ont été et sont encore traités de cette manière et bien que simples en apparence on trouve en eux des problèmes complexes mécaniques, thermiques et électriques qui se combinent parfois avec les problèmes des instruments de mesures, de la construction des générateurs et moteurs, aussi bien qu'avec d'autres problèmes particuliers. Il faut aussi tenir compte de la nature des vibrations de la parole, de leurs caractéristiques essentielles et de l'importance relative des constituants différents des vibrations.

L'étude des transmetteurs et récepteurs ne peut être considérée isolément. Un tel travail doit être considéré dans son rapport avec les lignes et les autres appareils. De nombreux inventeurs et savants des États-Unis et d'Europe ont pensé que le moyen de résoudre le problème de la téléphonie par câbles ou par longues lignes aériennes était d'augmenter indéfiniment le pouvoir du transmetteur, perdant de vue le fait qu'une telle solution exigerait non seulement l'emploi d'un appareil spécial et complexe à chaque poste d'abonné, mais augmenterait les mélanges de conversation sur les circuits téléphoniques de façon à nécessiter la complète reconstruction des installations téléphoniques actuelles et la construction de nouvelles installations sur une base plus difficile et plus coûteuse qui ne serait peut-être pas pratique. Les recherches des ingénieurs, faites sur une base correcte, tenant compte de tous les facteurs, ont montré qu'une grande augmentation du pouvoir du transmetteur n'est pas la solution de ces problèmes et nous les avons attaqués d'une autre façon qui a été brièvement indiquée.

Une augmentation indéfinie de la sensibilité du récepteur engendrerait des difficultés similaires parmi lesquelles on peut citer l'effet accru des troubles provenant des circuits extérieurs et des mélanges de conversation.

Tout Américain familier avec ces faits verra avec satisfaction ce qui a déjà été fait dans ce pays pour le développe-

Digitized by Google

ment du téléphone et de la téléphonie. Le système téléphonique Bell actuel, qui comprend environ dix millions de postes téléphoniques et vingt-cinq millions de miles de fils téléphoniques connectant ces postes est généralement considéré comme le modèle du système téléphonique du monde entier. En raison du développement du système Bell, il y a aujourd'hui plus de téléphones et de matériel téléphonique aux Etats-Unis que dans le reste du monde. La Téléphonie est vraiment un art américain à la fois dans son développement et dans l'étendue de son application, mais, aussi grands qu'aient été ces développements, les ingénieurs du système Bell n'estiment pas que leur devoir soit accompli ; mais, au contraire, ils regardent en avant, avec confiance en vue des progrès et développements futurs qui seront encore plus grands que ceux qui ont été déjà accomplis.

Décharge électrique dans les gaz comprimés (1).

Les auteurs commencent par rappeler les travaux de Paschen, (*Wied. Ann.* 1889, t. XXXVII, p. 69) qui a montré que le potentiel explosif V est une fonction du produit pd de la pression p par la distance d des deux plateaux entre lesquels il provoquait la décharge, de Cardani (*R. C. Acc. dei Lincei*, 1888, 6, p. 44-57), de Bouty (*Journ. de Phys.*, 1903, (4). t. I, p. 403), de Langevin (*Bull. Soc. franc. de Phys.*, 17 février 1905) qui établissent ou confirment la loi de Paschen ; de Wolf (*Wied Ann*, 1889, t. XXXVII, p. 306) qui a montré que, pour plusieurs gaz simples, l'augmentation du potentiel explosif correspondant à une élévation de pression d'une atmosphère est inversement proportionnelle au chemin moyen des molécules pour un même gaz ; de Cassuto et Occhialini qui ont opéré dans l'air jusqu'à des pressions de 100 atmosphères, mais sans pouvoir tirer de leurs expériences des conclusions précises ; enfin de C.-E. Guye et H. Guye (*Arch. des Sc. phys. et nat.*, juillet et août 1905, t. XIX). Ils font ensuite remarquer que, pour vérifier d'une façon complète la loi de Paschen, il est nécessaire de pouvoir faire varier la distance des électrodes, ce qu'a fait Paschen, mais ce que n'ont fait ni Wolf, ni C.-E. Guye et H. Guye aux pressions auxquelles ils opéraient. C'est cette remarque qui les a décidés à reprendre, dans des conditions plus générales, l'étude du potentiel explosif dans les gaz comprimés. — Les auteurs exposent ensuite la théorie actuelle de la décharge disruptive dans les gaz et donnent un résumé très clair de cette théorie, telle qu'elle a été établie par Cownsend, d'après la conférence faite en 1912 par Blanc devant la Société française de Physique. Cette théorie conduit à la loi de Paschen, $V = f(pd)$, où V désigne le potentiel explosif dans un gaz à la pression p et entre des plateaux distants de d. Si on la généralise de manière à tenir compte de la température, on arrive à la relation $V = \varphi\left(\frac{pd}{T}\right)$, T désignant la température absolue du gaz. Mais cette généralisation ne s'accorde avec le raisonnement théorique qu'à la condition que le quotient $\frac{pd}{T}$ soit proportionnel au nombre des molécules rencontrées par un des ions sur un parcours de longueur donnée. Or cette condition n'est rigoureusement satisfaite que pour un gaz parfait de sorte qu'on doit s'attendre à des divergences entre la relation génératrice qui précède et les résultats d'expériences faites dans un gaz à des pressions et à des températures telles que les écarts de la loi de Boyle-Mariotte-Gay-Lussac soient suffisamment sensibles. — Dans la troisième partie de leur mémoire, les auteurs décrivent le dispositif expérimental qu'ils ont employé dans leurs recherches, et, en particulier, la chambre à décharge sous pression, les manomètres, l'électromètre sous pression. — La quatrième partie est consacrée à la description du mode opératoire, notamment : le réglage et la mesure de la distance des électrodes la marche d'une expérience. — En dernier lieu, ils font remarquer que, si l'on met la loi de Paschen sous la forme $V = f(md)$ où m désigne la masse de l'unité de volume, cette relation est, d'après les résultats de leurs expériences, applicable dans de larges limites à des gaz comprimés s'écartant notablement de la loi de Mariotte-Gay-Lassac — Dans une remarque additionnelle l'un des auteurs, M. C.-E. Guye fait observer que théoriquement cette dernière relation n'est sans doute pas rigoureusement applicable mais que, pour reconnaître entre quelles limites elle s'applique, il faudrait faire des mesures encore plus précises que celles relatées dans leur mémoire ; aussi, se propose-t-il de revenir prochainement sur ce point. — Ajoutons que les résultats des expériences relatées dans le mémoire qui nous occupe ont fait l'objet d'une note à l'Académie des Sciences qui a été publiée dans la *R. G. E.* du 16 juin 1917, t. I. p. 941-942. — J. B.

(1) Ch.-Eug. Guye et C. Stancescu, *Archives des Sciences physiques et naturelles*, février 1917, t. XLIII, tirage à part de 32 pages, 7 fig.

La résistance à haute fréquence des fils isolés à torons multiples (1).

Les conducteurs employés en radiotélégraphie sont fréquemment constitués par un grand nombre de fils fins, isolés séparément et tressés ensemble de telle façon que chaque fil occupe tour à tour la même position relative dans le conducteur multiple. De cette façon, le courant total est obligé de se distribuer également entre tous les fils, même aux hautes fréquences. L'objet de cette disposition est double : rendre l'inductance indépendante de la fréquence et réduire la résistance aux hautes fréquences. L'auteur montre que le second de ces objectifs est rarement atteint à cause des courants parasites induits dans les fils par le flux magnétique à l'intérieur du conducteur. La perte due à cette cause est si élevée que la résistance effective du conducteur à torons multiples est, dans beaucoup de cas, plus grande que celle du fil solide qui pourrait le remplacer. L'auteur donne diverses tables montrant le rapport des résistances à haute fréquence et en courant continu des conducteurs droits et enroulés de différentes grosseurs, constitués par des fils fins de trois diamètres différents. Ces tables permettent de se rendre compte immédiatement des avantages possibles de l'emploi d'un conducteur à torons multiples dans un cas donné et du nombre de fils et de l'emplacement à leur donner. En somme, l'emploi étendu de ces conducteurs en radiotélégraphie dans le but de réduire la résistance n'a pas de justification scientifique.

(1) G.-W-Howe, *Société royale de Londres*, 10 mai 1917.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Aménagement des forces hydrauliques en pays de montagne

Étude comparative de différents types de barrages en maçonnerie, mixtes, en béton armé et métalliques

L'utilisation des eaux des rivières à forte pente longitudinale en vue de la création de l'énergie hydro-électrique nécessite l'établissement de barrages-réservoirs pouvant atteindre de grandes hauteurs. Pendant longtemps, ces barrages étaient uniquement édifiés en maçonnerie de moellons durs travaillés au mortier de chaux hydraulique. Depuis quelques années, on a eu parfois recours à d'autres solutions : barrages métalliques, en ciment armé ou mixtes. Les auteurs de l'article se sont proposé de comparer les divers types d'ouvrages courants au point de vue de la stabilité, du prix de revient et de la sûreté d'exécution. De cet examen, ils ont conclu qu'il n'est pas possible de préconiser une solution unique. Dans chaque cas, il est nécessaire de comparer les divers modes de construction. Cette comparaison mettra seule en évidence la solution qui doit être définitivement adoptée. La première partie est consacrée à l'examen comparatif d'un barrage en maçonnerie et d'un barrage mixte en maçonnerie avec revêtement métallique.

Les barrages qu'on établit en pays de montagne pour emmagasiner les eaux en vue de la production de l'énergie hydro-électrique sont ordinairement constitués par des massifs en maçonnerie. Ces ouvrages ne résistant à la poussée de l'eau que par leur poids, la matière en est mal utilisée; de plus, pour que la maçonnerie ne travaille jamais à l'extension, ce qui est d'une nécessité absolue, force est de leur donner à la base une grande épaisseur, de manière que la résultante de la poussée et du poids passe dans le tiers médian.

Ces barrages sont difficiles et longs à construire ; ils sont très coûteux. Aussi conçoit-on qu'on ait songé à les remplacer par des ouvrages ne présentant pas les mêmes inconvénients.

Depuis quelques années, on a proposé de recourir à l'emploi du béton armé, en donnant à la paroi amont une inclinaison de 45 degrés au moins, afin que la résultante des forces auxquelles l'ouvrage est soumis, passant dans la semelle inférieure, ne donne lieu qu'à une pression verticale sur le sol et à une poussée horizontale contre le terrain naturel. Toutefois, ce type de barrage n'est pas encore entré dans la pratique courante, en France au moins, et jusqu'à présent on a hésité à l'employer, surtout pour des ouvrages importants.

On peut, d'autre part, chercher à édifier des barrages soit entièrement en métal, soit d'un type mixte : maçonnerie et métal.

Nous nous proposons, dans la présente note, de comparer ces derniers types au barrage en maçonnerie, tant au point de vue de la stabilité qu'à celui du prix de revient et de la durée d'exécution.

Pour avoir une base de comparaison entre le barrage en maçonnerie et les autres types d'ouvrages, nous prendrons comme exemple d'ouvrage du premier genre celui qui a été cité par M. Lévy-Salvador, chef du service technique de l'hydraulique agricole, dans son étude sur « l'énergie hydro-électrique, sa production et ses applications » (1).

Cet ouvrage, dont le profil est représenté sur la figure 1, a 33 m de hauteur au-dessus d'un massif de fondation d'une épaisseur de 7,50 m; sa largeur est de 5 m en crête et de 26,20 m à la base. Il est surmonté d'un parapet de 1,50 m de hauteur.

La hauteur de retenue normale est de 30 m et la retenue maximum de 33 m.

La maçonnerie travaille exclusivement à la compression au taux maximum de 8,560 kg : cm², sous la retenue de 33 m. La courbe de pression coupe la base à 10,27 m du pied aval du barrage (fig. 1).

Le volume de la maçonnerie est en élévation de 464 m³ par mètre courant et le volume total de 726,500 m³ au mètre courant.

Aux prix d'avant-guerre, la dépense nécessaire pour l'édification d'un semblable ouvrage peut s'évaluer comme suit (2) :

Parement amont et parapet, maçonnerie de moellons smillés avec mortier de chaux hydraulique à 300 kg : 11,445 m³ à 46 fr..	526,50 fr
Maçonnerie de pierre de taille du parapet du garde-corps et de la corniche : 1,70 m³ à 110 fr.	187,00 fr
Maçonnerie de moellons têtués du parement aval : 9,375 m³, à 36 fr.	337,50 fr
A reporter.....	1 051,00 fr

(1) Cette étude a été publiée dans le journal *Les Travaux publics*, février-mars 1907.

(2) Dans l'évaluation comparative des prix des divers types d'ouvrages, nous ne tiendrons pas compte des frais de travaux accessoires qui sont les mêmes dans les différents cas.

Digitized by Google

Report.....	1 051,00 fr
Pavage de la plate-forme : 3 m² à 15 fr.....	45,00 fr
Maçonnerie de moellons bruts du massif intérieur avec mortier de chaux hydraulique à 300 kg : 440,880 m³ à 25 fr......	11 022,00 fr
Rejointoiement des parements au mortier de ciment : 77,50 m à 3 fr..................	232,50 fr
Masque avec voûtelettes en béton armé : 0,825 m³ à 1 800 fr....................	1 485,00 fr
Maçonnerie de la fondation en moellons bruts avec mortier de chaux hydraulique : 262,500 m³ à 25 fr....................	6 562,50 fr
TOTAL..................	20 198,00 fr
Soit en chiffres ronds, un prix total par mètre courant de....................	20 500,00 fr

Dont 13 900,00 fr en chiffres ronds pour la partie en élévation.

L'exécution de ce barrage en maçonnerie, en admettant qu'il ait 100 m de longueur, demanderait plus de deux ans et demi, soit neuf cent dix jours de travail et un personnel de 600 ouvriers au moins.

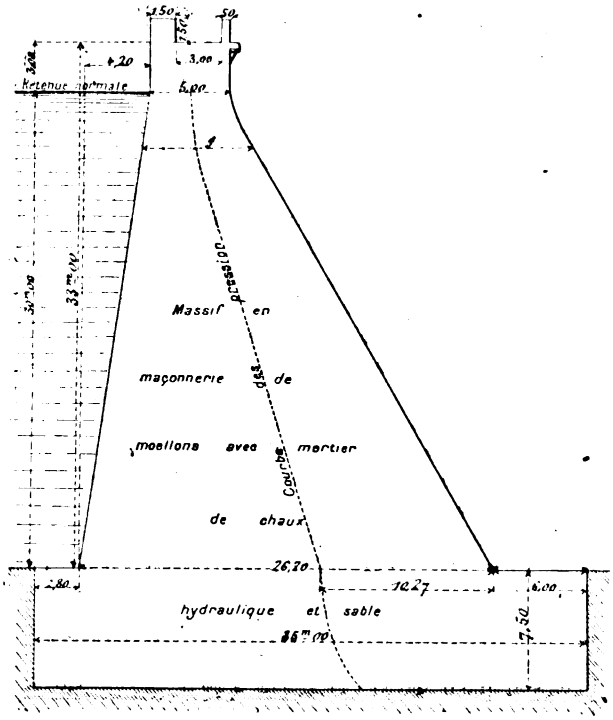


Fig. 1. — Coupe d'un barrage en maçonnerie pris comme exemple.

Transports à effectuer. — Le barrage contenant, pour 100 m de longueur, 72 650 m³ de maçonnerie, il faudrait extraire et transporter à pied d'œuvre au moins 80 000 m³ de moellons pesant, à raison de 1 500 kg le mètre cube, 120 000 t. D'autre part, pour la fabrication du mortier, on devait extraire et transporter $\frac{72\,650 \times 0{,}400 \times 2}{3} =$ 19 370 m³ de sable pesant 20 000 × 1,500 t = 29 000 t, et aussi amener de très loin peut-être et transporter à pied d'œuvre $\frac{72\,650 \text{ m} \times 0{,}400 \times 1}{3} = 9\,685$ m³ de chaux, soit 5 810 t ou 58 t par mètre courant d'ouvrage.

Le barrage exigeant deux ans et demi pour sa construction, il faudra, pendant la moitié de ce temps, tenir compte des intérêts intercalaires, ce qui, au taux de 5 pour 100, représente une dépense de 20,500 fr × 0,05 × 1,25 = 1 280 fr en chiffres ronds.

Le prix de revient du mètre courant de barrage en maçonnerie serait donc en définitive, après son achèvement, de 20 500 fr + 1 280 fr = 21 780 fr.

I. — **Barrage mixte en maçonnerie, avec revêtement métallique**. — Les barrages mixtes, en maçonnerie et métal, n'ont reçu jusqu'à présent que fort peu d'applications, et pour des ouvrages peu importants.

Nous avons pensé néanmoins qu'il serait intéressant de comprendre un type de ces barrages dans notre étude comparative.

L'ouvrage que nous envisageons (fig. 2, 3, 4, 4 *bis* et 5) repose sur un massif de fondation en maçonnerie dont l'épaisseur est de 7,50 m, comme dans le barrage maçonné servant de point de comparaison; mais sa largeur est de 46,20 m au lieu de 35 m.

Sur cette embase, des piles en maçonnerie de forme triangulaire, de 33 m de hauteur verticale au maximum, espacées de 4 m d'axe en axe et inclinées à 45° du côté amont, supportent de ce côté un revêtement métallique étanche également incliné à 45°, constitué par des membrures formées d'une âme verticale de 20 mm d'épaisseur sur 1 m de hauteur, armées à la partie inférieure de 2 cornières de 100 × 10 et d'une plate-bande de 400 × 10, fixées par des ancrages dans la maçonnerie des piles (fig. 2 et 4).

Ces membrures sont reliées entre elles par des tôles demi-cylindriques, dont la concavité est tournée vers le réservoir.

Cette disposition a été adoptée afin de réduire le poids de la partie métallique, car si l'on constituait la paroi avec des tôles planes, on serait conduit à leur donner une épaisseur considérable pour leur permettre de résister par flexion à la charge produite par l'eau.

Il semble donc plus pratique et plus économique de constituer la paroi avec des tôles cintrées qui travailleront à l'extension comme dans un tuyau; l'épaisseur des tôles sera ainsi très réduite, sans que pour cela l'ouvrage soit moins solide. On se fera une idée de la différence entre les deux solutions en remarquant qu'à la base du barrage l'épaisseur théoriquement nécessaire, avec le dispositif que nous proposons, ne serait, en adoptant un travail limite de 10 kg : mm² pour l'acier (la pression maximum étant de 33 000 kg : m²) que de $\frac{33\,000 \times 2}{10\,000\,000 \times 0{,}010} = 0{,}0066$ m, alors qu'avec une paroi en tôles planes, il faudrait donner à ces derniers

Digitized by Google

une épaisseur h déduite de l'expression $\frac{P l^2}{24} = \frac{R I}{v}$ ou

$\frac{33,000 \times \overline{4,00}^2}{24} = \frac{10,000 \times 1,00 \times h^2}{6}$; d'où l'on tire $h = 0,115$ m.

A leur pied, en amont, les membrures en acier seraient encastrées dans la maçonnerie de base sur 4 m de profondeur, afin de leur permettre de résister à la poussée horizontale de l'eau.

Le bordé cintré serait formé, à sa naissance, au pied du barrage, par une tôle rivée horizontalement, s'appuyant sur la maçonnerie et se retournant à angle droit pour s'encastrer sur 4 m de profondeur dans le massif du socle, afin de s'opposer aux sous-pressions dans la maçonnerie en aval.

La paroi amont étant inclinée à 45° aurait 33 m $\times \sqrt{2} =$ 46,66 m de longueur. Elle se terminerait, au sommet, par une plate-forme formant passerelle de service, en tôles et cornières, de 3 m de largeur.

Les membrures reposeraient sur les piles par l'inter-

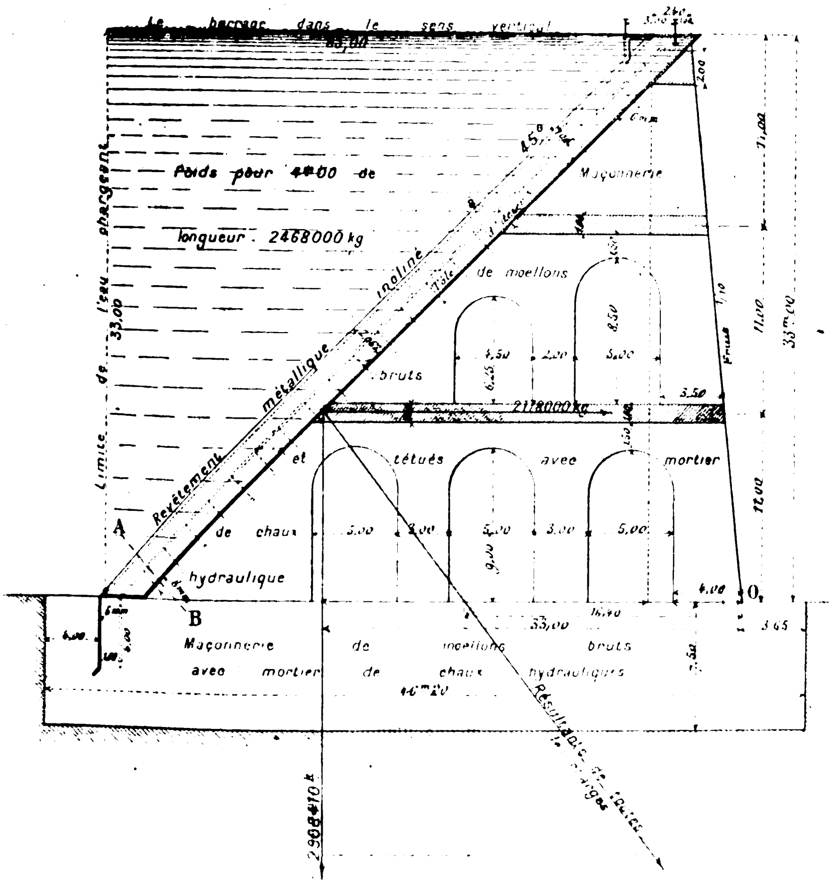


Fig. 2. — Coupe verticale entre 2 piles.

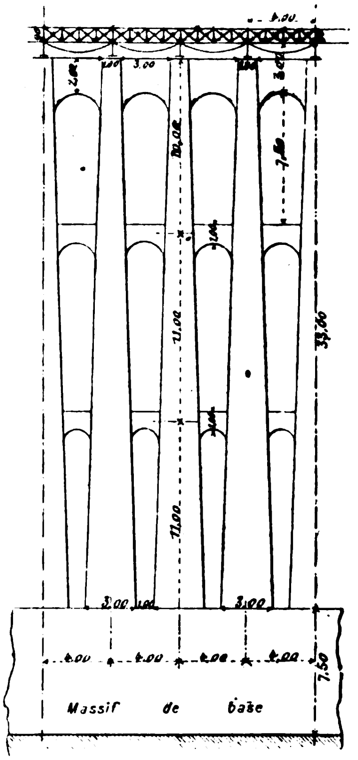


Fig. 3. — Élévation de la face aval.

médiaire d'une assise en granit ou en pierre très dure, de 0,40 m de largeur en tête, 1 m au pied et 0,75 m d'épaisseur, traversée par les tiges de scellements de 1,50 m de longueur des membrures du bordé métallique (fig. 4).

Les piles en maçonnerie ont (fig. 3) à leur extrémité aval, 3 m d'épaisseur à la base et 1 m au sommet; leur largeur en tête, suivant l'inclinaison de 45°, est de 1 m. En plan, elle varie à la base de 1 m au pied amont de l'ouvrage à 3 m à l'aval, pour une longueur de 37 m (fig. 5).

En couronne, la maçonnerie des piles dépasse la plate-bande des membrures de 2 m vers l'aval, et leur parement a un fruit de 1/10 (fig. 2).

Les piles sont reliées entre elles en tête à 11 et 22 m de hauteur par des voûtelettes en plein cintre qui les contreventent.

Afin de réduire le volume de la maçonnerie des piles, on a ménagé dans le corps de l'ouvrage quatre évidements de 5 m de largeur et un cinquième de 4,50 m, se terminant à la partie supérieure par des voûtes en plein cintre.

L'ensemble du système forme ainsi un tout solidaire qui supporte, d'une part, la pression de l'eau, et s'oppose, d'autre part, à la poussée de l'eau.

Calculs des éléments du barrage. — Nous appliquerons ici les calculs à une travée de 4 m, attendu que

Digitized by Google

le revêtement métallique n'a d'appuis que sur les piles, dont l'espacement est de 4 m.

1° *Maçonnerie.* — Cube de la maçonnerie de pierre de taille dure avec chaux hydraulique supportant le revêtement .... 23,704 m³

Volume net de la maçonnerie ordinaire avec mortier de chaux hydraulique d'une pile avec ses voûtelettes .... 656,478 m³

Volume de la maçonnerie avec chaux hydraulique de la base du barrage .... 1 386,000 m³

TOTAL .... 2 066,182 m³

Soit en chiffres ronds, 2 066 m³;

Et, par mètre courant, pour la partie en élévation .... 170 m³

Par mètre courant, pour la maçonnerie de base .... 346,500 m³

TOTAL .... 516,500 m³

Ces chiffres correspondent respectivement aux volumes de 464 m³ et 762,500 m³ pour le barrage en maçonnerie.

2° *Revêtement métallique.* — Le poids de l'ossature métallique comprend, pour un élément de 4 m de longueur :

Passerelle de service et garde-corps	932 000 kg
Membrures et ancrages	12 000 000
Tôles du revêtement	10 544 000
TOTAL	31 476 000 kg

Soit par mètre courant en chiffres ronds.

$$\frac{31\,476\ \text{kg}}{4} = 7\,870\ \text{kg}.$$

PRESSION ET POUSSÉE DE L'EAU. — La paroi métallique supporte une charge verticale d'eau égale, pour un élément de 4 m de longueur, à :

$\frac{\overline{33\ 00}^2}{2} \times 4{,}00 \times 1\,000$ kg .... 2 178 000 kg

Eau contenue dans les cannelures du revêtement : $46{,}66 \times \frac{3{,}14 \times \overline{1\ 966}^2}{2} \times 1\,000$ kg.. 290 000 kg

TOTAL .... 2 468 000 kg

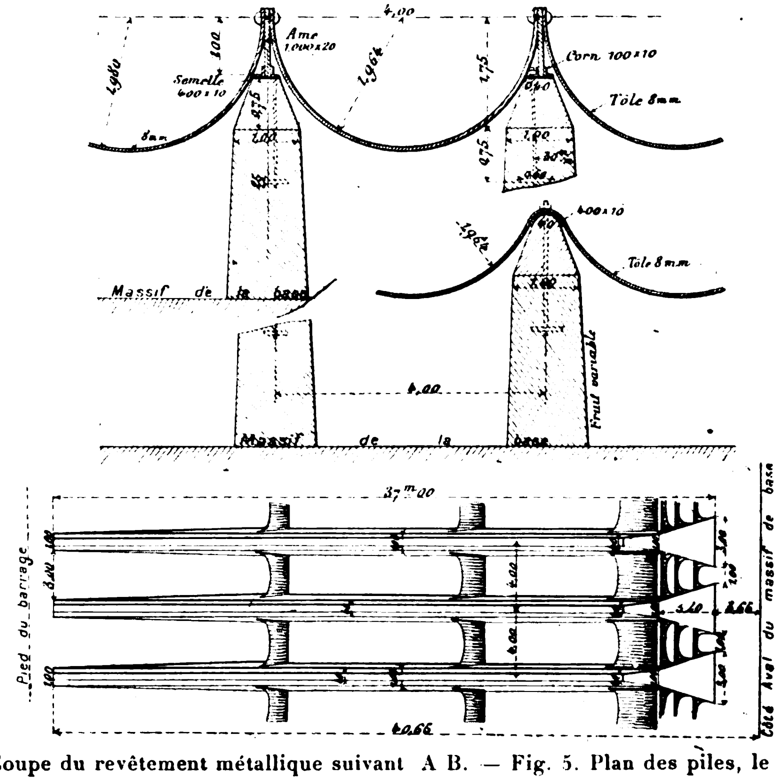


Fig. 4 et 4 *bis*. Coupe du revêtement métallique suivant A B. — Fig. 5. Plan des piles, le revêtement enlevé.

La distance du point d'application de cette charge au pied aval O des piles (fig. 2) est de 26,01 m.

D'autre part, la poussée de l'eau, 2 178 000 kg, est appliquée à une distance horizontale de $\frac{33 \times 2}{3} = 22$ m $+ 5{,}70 = 27{,}70$ m du pied aval des piles.

La passerelle, du poids de 930 kg en chiffres ronds, a son centre à 5,70 m du pied des piles.

Le revêtement métallique, du poids de 31 480 kg en chiffres ronds, a son centre de gravité situé à 20,70 m du point de rotation.

Quant à la maçonnerie d'une pile, dont le poids est de $170 \times 2\,400 = 408\,000$ kg, nous admettrons que son centre de gravité est situé au tiers de la hauteur de la ligne joignant le centre de gravité de la base trapézoïdale d'une pile à celui de la section du som-

Digitized by Google

met du barrage, ce qui est très sensiblement exact.

Dans ces conditions, la distance du centre de gravité d'une pile à son pied aval est de 6,10 m + 5,10 m = 11,80 m.

Le point d'application de toutes ces charges verticales est situé à une distance de pied aval des piles, égal à

$$\frac{2\,468\,000 \times 26,91 + 930 \times 5,70 + 31\,480 \times 20,70 + 408\,000 \times 11,80}{2\,468\,000 + 930 + 31\,480 + 408\,000}$$

$$= \frac{71\,891\,940}{2\,908\,410} = 24,72\text{ m}.$$

La résultante de toutes les charges verticales, soit 2 908 410 kg, composée avec la poussée horizontale de l'eau, 2 178 000 kg, coupe la base du barrage à une distance de **16,40** m du pied aval O des piles, point de rotation théorique pour le renversement de l'ouvrage (fig. 2). La stabilité du barrage est donc assurée dans des conditions au moins aussi bonnes que pour le barrage en maçonnerie.

Dans le système mixte qui vient d'être décrit, il n'y a de sous-pression à craindre qu'à la surface inférieure de la maçonnerie de base, en contact avec le rocher et seulement dans le cas où celui-ci serait perméable.

Le poids de l'ouvrage et de la charge d'eau s'opposeraient à ces sous-pressions d'une manière efficace.

En effet :	
A la charge verticale due à l'eau et au barrage qui est de	2 908 410 kg
il faut ajouter :	
Charge de l'eau sur la maçonnerie en amont du pied 4,00 × 4,00 × 33,00 × 1 000 kg.	528 000 kg
Maçonnerie de base, 46,20 × 7,50 × 4,00 × 2 400 kg............................	3 326 400 kg
TOTAL..............	6 762 810 kg

Or, la pression qui s'exerce en amont, représentée par une colonne d'eau est, au niveau du terrain, de 33 m + 7,50 m = 40,50 m de hauteur, soit 40 500 kg : m²; en aval, elle est nulle.

En admettant que la sous-pression moyenne de $\frac{40\,500\text{ kg}}{2} = 20\,250$ kg s'exerce intégralement sous la base en maçonnerie, l'effort de soulèvement serait de 46,20 × 4 kg × 20 250 kg = 3 742 200 kg, ce qui laisse encore une prépondérance de 6 762 810 kg — 7 742 200 = 3 020 610 kg en faveur du barrage. Les sous-pressions ne sont donc pas à craindre.

On pourrait aussi considérer les moments des forces en présence par rapport à l'angle inférieur du parement aval de la maçonnerie de la base; on aurait dans ce cas :

$$2908410 \times 27,37 + 528000 \times 4420 + 3326400 \times 23,10 = 179780622 > 3742200 \times \frac{46,20 \times 2}{3} = 115259760\text{ kgm}.$$

La stabilité paraît donc bien assurée.

Pression horizontale sur le sol en aval. — La poussée horizontale totale de l'eau sur 4 m de barrage, est en amont de $\frac{\overline{40,50}^2}{2} \times 4,00 \times 1\,000$ kg = 3 280 500 kg.

Cette poussée est équilibrée par le frottement de la maçonnerie de base sur le sol naturel, dont le coefficient est de 0,75 au moins. Le poid total de l'eau et des maçonneries étant, comme on l'a vu, de 6 762 810 kg, la poussée de l'eau est compensée largement, car le frottement de la maçonnerie sur le terrain naturel a pour valeur 6 762 810 kg × 0,75 = 5 072 108 kg. Le terrain en aval n'aura donc aucune pression horizontale à supporter du fait de la poussée de l'eau de la retenue.

Travail des armatures. — *Tôles demi-cylindriques.* — Ces tôles ont à la base 8 mm d'épaisseur et 6 mm au sommet. Elles travaillent à la traction comme le métal d'un tuyau. A la base du barrage, la pression est de 3,300 k : cm². La charge sur un diamètre et par centimètre de longueur de tôle, est donc de 400 × 1 × 3,300 = 1 320 kg, mais comme il y a deux sections d'acier de 10 × 8 × 2 = 160 mm² pour équilibrer cette charge, le travail du métal à l'extension n'est, en réalité, que de $\frac{1\,320}{160} = 8,250$ k seulement par millimètre carré, au lieu des 12 kg généralement admis comme limite.

Membrures. — Ces membrures, composées d'une âme de 1 m × 20 mm, renforcée par deux cornières de 100 mm × 10 mm et une plate-bande de 400 mm × 10 mm, travaillent à la compression. La pression d'eau qui s'exerce normalement sur l'âme est à la base du barrage, et par centimètre carré, de 3,300 kg.

Sur un élément de 4 m et de 0,01 m de longueur, la pression sera de 400 × 1 × 3 × 300 = 1 320 kg, à laquelle il faut ajouter, pour le poids de l'armature métallique, $\frac{31\,476}{46,66} = 7$ kg, ce qui donne un poids total de 1 327 kg; comme la section de l'âme d'une membrure qui résiste à cette charge est de 20 × 10 = 200 mm², le travail maximum du métal n'est que de $\frac{1\,327}{200} = 6,635$ kg : mm², ce qui tient largement du flambement possible. Ce dernier n'est d'ailleurs pas à craindre, attendu que l'âme est maintenue en tête par les tôles demi-cylindriques, et, au pied, par les cornières et la plate-bande; de plus, les espaces compris entre les tôles demi-cylindriques et la plate-bande seront remplis de mortier de ciment, de sorte que tout mouvement latéral de l'âme sera impossible.

Pression des membrures sur les piles. — La charge maximum s'exerce toujours à la base du barrage, où elle atteint 3,300 kg : cm², soit 1 320 kg sur un élément de 4 m de largeur, plus 7 kg pour le poids de l'armature métallique, soit en tout 1 327 kg. Cette charge repose sur l'assise en pierres de taille de granit, et la surface d'appui de la plate-bande est de 40 × 1 = 40 cm². La pression par centimètre carré sur la pierre est donc de $\frac{1\,327}{4} = 33,175$ kg, chiffre faible pour du granit qui supporte 1 800 kg : cm² à l'écrasement.

Sur la maçonnerie de moellons de la pile, la surface

Digitized by Google

d'appui ayant 1 m de largeur, la pression par centimètre carré ressort à $\frac{1\,327}{100 \times 1} = 13,270$ kg, ce qui est admissible pour des moellons durs, d'autant plus que c'est là un maximum.

Pression sur la base des piles. — La charge totale sur une pile est de 2 908 410 kg : elle est supportée par une surface trapézoïdale ayant 37 m de longueur, 1 m de largeur au pied amont du barrage, et 3 m en aval, mais dont il faut déduire trois évidements.

La surface portante est alors de :

$$\left(37,00 \times \frac{1,00 + 3,00}{2} - 3 \times 5,00 \times 2,22\right) = 40,70 \text{ m}^2.$$

La pression moyenne par centimètre carré de maçonnerie est donc de $\frac{2\,908\,410}{407\,000} = 7,146$ kg seulement.

Mais entre le pied amont du barrage et la première voûte d'évidement, la charge supportée par la maçonnerie de la pile, dont la section en plan a

$$12,00 \times \frac{(1,00 + 1,65)}{2} = 15,90 \text{ m}^2,$$

est, pour l'eau, le revêtement métallique, et la partie de pile, de 1 493 500 kg + 14 000 kg + 265 200 kg = 1 772 700 kg.

La pression maximum par centimètre carré sur la maçonnerie à la base de la pile est donc de $\frac{1\,772\,700}{159\,000}$ = 11,150 kg ; chiffre très admissible.

Cisaillement de la maçonnerie sous la poussée de l'eau. — La poussée horizontale de l'eau est de 2 178 000 kg et la maçonnerie d'une pile doit résister seule à cette charge. La section de la base d'une pile étant de 40 700 cm², le travail au cisaillement est de $\frac{2\,178\,000 \text{ kg}}{40\,700}$ = 5,350 kg : cm², chiffre acceptable.

D'autre part, le poids d'une pile, du revêtement et de l'eau, étant de 3 841 480 kg, et le coefficient de frottement de la maçonnerie, de 0,75 au moins, le frottement de la maçonnerie de la pile sur celle de la base équilibrera 3 841 480 kg × 0,75 = 2 881 100 kg de plus que la poussée.

Ce qui précède montre qu'un barrage mixte du type que nous venons de décrire est très stable et résistant dans toutes ses parties. Nous allons maintenant montrer qu'il est le plus économique.

Prix de revient du mètre courant. — Le prix du mètre courant de ce barrage mixte avec les prix élémentaires précédemment admis, s'établit comme suit :

23,704 m³ de maçonnerie de pierre de taille dure ou de granit avec mortier de chaux hydraulique à 130 fr le m³	3 081,52 fr
656,478 m³ de maçonnerie de moellons ordi-	
A reporter	3 081,52 fr
Report	3 081,52 fr
naires et grossièrement têtués pour parements des piles, avec mortier de chaux hydraulique à 28 fr en moyenne	18 381,38
	21 462,90 fr
Ossature métallique :	
31 476 kg d'acier laminé à 0,50 fr le kg, en raison de la simplicité de construction du revêtement métallique	15 738,00 fr
Total pour la partie en élévation et pour un élément de 4 m	37 200,90 fr

Soit par mètre courant, $\frac{37\,200,90}{4}$ = 9 300 fr en chiffres ronds.

Maçonnerie de la base pour 1 m de longueur, $\frac{1\,386}{4}$ = 346,500 m³ de maçonnerie de moellons bruts avec mortier de chaux hydraulique à 25 fr	8 662,50 fr
Terrassements en surplus pour la maçonnerie de base (46,20 − 35,00) × 7,50 × 1,00 = 84 m³ à 3 fr	252,00
Total	18 214,50 fr

Soit, en chiffres ronds, 18 300 fr par mètre courant.

Le prix du mètre courant de barrage entièrement en maçonnerie étant de 20 500 fr, l'économie résultant de l'emploi du type mixte est ainsi de 2 200 fr par mètre courant.

Le revêtement métallique, s'il était laissé au contact de l'air et de l'eau sans protection, pourrait durer 20 années environ, mais il serait inadmissible de le laisser oxyder ; les tôles devront donc être enduites d'une couche de 0,02 m de mortier de ciment qui, adhérant fortement au métal, le protégerait contre l'oxydation et lui assurerait une durée presque indéfinie, moyennant une dépense supplémentaire de 400 fr : m.

Le prix total du mètre courant de barrage mixte serait donc, dans ces conditions, de 18 700 fr, soit encore 1 800 fr de moins que pour le barrage maçonné.

Transports a effectuer. — Pour fabriquer les 51 650 m³ de maçonnerie, il faudra extraire et transporter 56 900 m³ de moellons pesant 56 900 × 1,500 t = 85 350 t, et, d'autre part, extraire et transporter $\frac{51\,650 \times 0,400 \times 2}{3}$ = 13 770 m³ de sable pesant 13 770 × 1,500 = 20 655 t.

D'autre part, pour la confection du mortier, il faudra amener et transporter à pied d'œuvre $\frac{51\,650 \times 0,400 \times 1}{3}$ = 6 885 m³ de chaux d'un poids de 4 130 t, soit 41,30 t par mètre courant de barrage, chiffre auquel il faut ajouter les 7,900 t environ représentant le poids du revêtement métallique, soit au total 49,200 t au lieu de 58 t pour un barrage en maçonnerie.

Sous ce rapport, le type mixte est donc encore plus avantageux que l'autre.

Digitized by Google

ENTRETIEN DES OUVRAGES. — Dans un barrage en maçonnerie, des infiltrations peuvent se produire au travers du massif et les maçonneries sont, en général, humides; les pierres et les joints sont exposés à être dégradés, surtout en hiver, pendant les gelées; ces ouvrages ont donc besoin d'un entretien assez important.

Avec le barrage mixte, les maçonneries des piles sont soustraites à l'action des eaux; les dégradations par infiltration ne sont donc pas à redouter; mais leur surface de contact avec l'air étant plus grande (295 m² contre 79 m² par mètre courant dans le cas du barrage en maçonnerie), elles sont plus exposées aux intempéries. Enfin, le revêtement métallique, bien que recouvert d'un enduit de ciment, peut également nécessiter un entretien sérieux. Dans ces conditions, nous estimons que les frais d'entretien des deux types de barrages doivent être sensiblement les mêmes.

Pour terminer la comparaison des prix de revient, il nous faut tenir compte des frais intercalaires pendant la durée des travaux. Si nous admettons, comme dans le premier cas, que le barrage mixte ait une longueur de 100 m, il faudra, pour exécuter les 516,50 m³ × 100 = 51,650 m³ de maçonnerie, avec un personnel de 600 ouvriers, environ un an et neuf mois et demi, soit 540 jours de travail, au lieu de 910 jours. Au prix ci-dessus indiqué de 18 700 fr par mètre courant, il y a lieu d'ajouter le montant à 5 pour 100 des intérêts intercalaires jusqu'à l'achèvement des travaux, soit

$$18\,700 \times 0{,}05 \times \frac{1{,}80}{2} = 840 \text{ fr en nombre rond.}$$

Le prix de revient du mètre courant du barrage mixte serait donc, en définitive, et tout compris de 18 700 + 840 = 19 540 fr, soit (21 780 fr — 19 540 fr) = 2240 fr de moins que le barrage en maçonnerie.

Nous ferons remarquer, toutefois, que si le prix de 0,50 fr le kilogramme, admis pour le revêtement métallique était porté à 0,80 fr par exemple, il y aurait parité entre les prix des deux types du barrage. Le seul avantage de la solution mixte serait alors sa plus grande rapidité d'exécution, avantage qui, on le sait, est loin d'être négligeable.

VARIANTE DANS LE REVÊTEMENT MÉTALLIQUE. — Au lieu de fixer les tôles demi-cylindriques du revêtement sur des membrures à âme verticale, reposant par l'intermédiaire de cornières et de plates-bandes sur la maçonnerie des piles, on pourrait supprimer les membrures, relier les tôles au droit des piles par un couvre-joint cintré, et faire reposer directement le revêtement métallique sur les piles, ainsi que l'indique la coupe figure 4 *bis*.

Avec cette disposition, le poids de la partie métallique ne serait plus que de 4 700 kg environ par mètre courant, au lieu de 7 870 kg.

Le prix de revient du mètre courant de barrage ne serait plus que de :

Maçonneries $\frac{21\,462{,}90 \text{ fr}}{4}$	5 365,70 fr
Ossature métallique 4 700 kg à 0,50 fr.....	2 350,00 fr
TOTAL...............	7 715,70 fr
Soit 7 800 francs, en chiffres ronds pour la partie en élévation :	
En ajoutant la maçonnerie de base et les terrassements supplémentaires, soit.....	8 914,50 fr
Le prix du mètre courant serait ramené à..	16 630,20 fr

Soit 16 700 fr, en chiffres ronds.

Avec l'enduit en ciment sur les tôles, qui absorberait 300 fr, le prix total serait de **17 000 fr**, augmenté des intérêts intercalaires pendant la construction, soit 765 fr, le prix de revient total serait en définitive de **17 765 fr** par mètre courant, ou (21 780 fr — 17 765) = 4015 fr de moins que le barrage en maçonnerie.

(*A suivre.*)

E. MAYNARD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

P. LÉVY-SALVADOR,
Chef du service technique de l'hydraulique agricole au ministère de l'Agriculture.

Revues, analyses et informations

L'éclairage de l'appareillage extérieur par projecteurs (1).

L'éclairage électrique rationnel des divers appareils d'une station électrique présente de grandes difficultés; les lampes placées à proximité d'appareils à haute tension peuvent être difficilement atteintes, d'où difficulté de remplacement et de nettoyage des ampoules et des réflecteurs. La méthode généralement employée pour éclairer les appareils placés à l'extérieur consiste à fixer les lampes nues sur des colonnes ou sur les murs. Outre l'inefficacité de l'éclairage, cette méthode présente tous les inconvénients inhérents aux lampes non protégées. L'installation de sous-station en plein air ayant pris depuis quelques années un grand développement, la question de l'éclairage se pose d'une façon pressante.

Les interrupteurs et parafoudres sont généralement placés à grande hauteur et cependant leur éclairage est encore plus important que celui des appareils intérieurs de station. Des essais ont été fait à la station de la Leominster Electric Light and Power Cy, à Leominster, Massachusetts (U. S. A.). L'installation occupe une superficie de 20 × 50 m et reçoit deux lignes à 60 000 v avec interrupteur dans l'huile, parafoudres électrolytiques, deux interrupteurs dans l'air sur poteau, un groupe de trois transformateurs mono-

(1) M. SAMUELS. *Electrical World*, 12 mai 1917, t. LXIX, n° 19, p. 918 et 919. 900 mots, 5 fig.

Digitized by Google

phasés 1 000 kv-A, 66 000/13 00/2 300 v comportant chacun un groupe d'interrupteurs dans l'huile de 13 200 v et 2 300 v et les appareils de mesure et un feeder de départ à 2 300 v. Il a également été prévu un autre groupe de transforma-

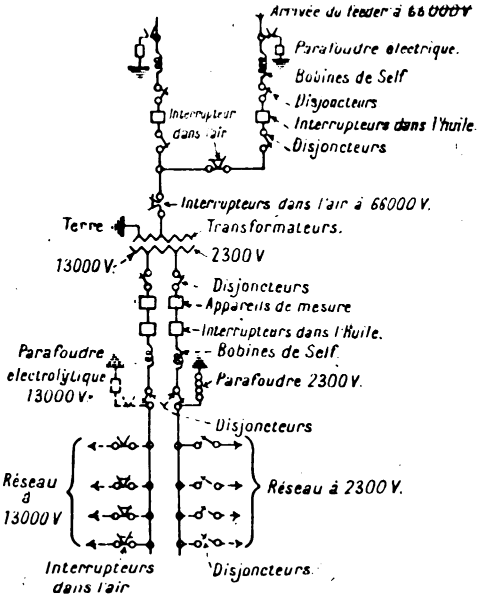


Fig. 1 — Schéma des connexions de la sous-station extérieure.

teurs et des parafoudres électrolytiques à 13 200 v, quatre feeders à 13 200 v avec interrupteurs dans l'air et trois interrupteurs additionnels à 2 300 v. Tout l'appareillage aérien est supporté par des poteaux en bois réunis deux à deux par des traverses métalliques. Les interrupteurs à haute tension sont à 10 m au-dessus du sol A proximité de l'extrémité à basse tension de la sous-station et à côté du logement du surveillant se trouve l'atelier de réparation des transformateurs dont les murs conviennent parfaitement à l'installation des projecteurs. Deux appareils du type L. I.

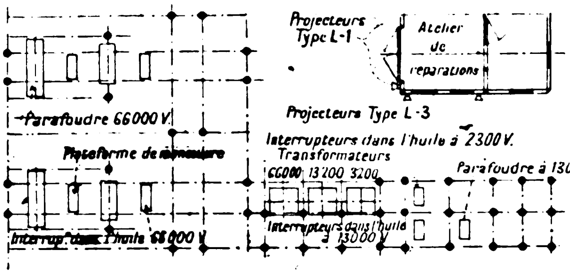


Fig. 2. — Disposition de l'éclairage par projecteurs.

de la General Electric Co dirigent leur faisceau ouvert à 16° vers l'extrémité à 66 000 v qui est la plus éloignée de l'atelier de réparation. Ces appareils éclairent une surface de 15 × 60 m.

L'éclairage de l'appareillage à basse tension, situé à proximité de l'atelier, est obtenu par deux projecteurs du type L. 3 de la General Electric Co également montés sur les murs de l'atelier, donnant un faisceau d'une ouverture de 50°. Tous ces projecteurs sont pourvus de lampes de 500 w (voir fig. 1 et 2). Toute la station est entièrement éclairée d'une façon aussi uniforme qu'il est possible. Les détails de l'appareillage aérien sont plus visibles qu'avec la lumière naturelle et à 50 m des projecteurs les lectures sont très aisées. Le prix de revient de ce système d'éclairage est bien inférieur à celui de tous les autres procédés employés et l'auteur en recommande vivement l'emploi. L'installation décrite a été exécutée par la J. G. White Engineering Corporation.

Les sous-stations à commutatrices électriques à marche automatique [1].

Depuis deux ans environ, des essais ont été faits aux États-Unis, qui prouvent qu'on peut faire fonctionner sans personnel permanent des sous-stations de transformation comportant des groupes tournants.

Fonctionnement d'une sous-station à marche automatique. — Si la sous-station ne possède qu'une commutatrice, sa mise en marche est déterminée par le fonctionnement d'un appareil porte-contact (voltmètre), qui s'opère dès que la tension sur la ligne à courant continu devient insuffisante.

Le contact établi, un certain nombre de relais entrent en action et mettent en mouvement un contrôleur à segments et à balais analogue à ceux utilisés en traction dans le système Sprague à unités multiples ; dès que la commutatrice est accrochée le contrôleur revient à sa position de départ. Quand la charge de la machine est suffisamment faible pour permettre sa mise hors circuit, des relais commandés par un ampèremètre effectuent les manœuvres nécessaires, la machine arrêtée, tous ses appareils de manœuvre reviennent à leur position de repos.

Dans le cas où la sous-station possède plusieurs machines, la première est mise en mouvement par un voltmètre à contact et les suivantes par des ampèremètres qui agissent dès que le débit maximum de la première machine, des deux premières machines, etc .. est atteint. L'arrêt se fait suivant le même principe.

Avantages du système. — Les avantages sont les suivants : amélioration rationnelle du facteur de charge des machines, et, par suite, du rendement de l'exploitation ; réduction des frais d'exploitation par la suppression du personnel ; réduction des frais d'entretien du matériel par suite d'une meilleure exécution des manœuvres auxquelles il est soumis ; économie de premier établissement sur le prix du cuivre des feeders et des appareils de régulation de la tension.

L'auteur donne ensuite une application du système à l'installation déjà existante du réseau de traction de la ville Des Moines (E.-U.) sur laquelle nous ne reviendrons pas car elle a été analysée, d'après l'*Electric Railway Journal* du 13 janvier 1917 dans la R. G. E., 19 mai 1917, t. 1, p. 788..

[1] *Génie civil*, 21 juillet, t. LXIX, p. 2 200 mots, 1 fig.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Comptoirs d'achats de matières premières

L'auteur préconise pour les industriels français une manifestation plus intense de l'esprit d'association par la création urgente de comptoirs d'achats de matières premières et de produits semi-ouvrés. Après avoir fait l'historique du premier essai de ce genre tenté en 1908, il donne en exemple les comptoirs récemment créés par les mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France, par des constructeurs électriciens, par des installateurs électriciens, par des installateurs aéronautiques, par des fabricants de papiers et par des industriels en chiffons. Il dégage de cette rapide analyse des considérations générales utiles pour l'après-guerre.

Parmi les divers moyens préconisés pour donner à l'industrie française l'impulsion qu'elle doit avoir, on compte les manifestations de l'esprit d'association. Tout en admirant le génie personnel français, l'initiative isolée artistique et scientifique de nos compatriotes, on peut néanmoins déplorer cet individualisme exagéré au point de vue économique et social qui, pendant de longues années, a régné en France. Il faut cependant constater avec satisfaction les efforts faits depuis quelques années par divers industriels pour réagir contre cette tendance. Des groupements techniques se sont constitués dans diverses industries, soit pour acheter en commun les matières premières nécessaires à chacune d'elles, soit pour avoir un centre commun de vente de leurs produits fabriqués. Nous ne nous occuperons aujourd'hui que des comptoirs d'achats de matières premières.

Qu'entend-on par matières premières ? Ce sont des matières qui n'ont pas encore subi les transformations appropriées aux besoins de la consommation. C'est pourquoi l'industrie appelle-t-elle matières premières non seulement celles absolument brutes d'ordres minéral, végétal et animal, comme par exemple le minerai non traité, le coton non filé, le cuir non tanné, mais encore la matière dégrossie, demi-ouvrée, tels que la barre de fer, le fil de coton, la semelle de cuir, etc. Cette appellation a une plus large extension encore puisqu'elle s'applique parfois à des objets entièrement ouvrés et finis, voire même à des machines, quand ces objets et ces machines sont considérés comme accessoires, parties intégrantes ou outillage indispensable à la construction de produits fabriqués plus compliqués.

Au lieu de chercher à établir théoriquement les principes de base de l'idéal du comptoir d'achats, nous nous contenterons de citer les exemples pratiques de quelques-unes des coopératives de ce genre existant à notre connaissance.

Nous constatons avec plaisir qu'elles ont pu se créer malgré les entraves, considérées comme très préjudiciables à leur développement, que leur portent les articles 419 et 420 du Code pénal français. L'*Exposé des motifs présenté à la Commission d'études* (de l'Association nationale d'expansion économique) *du statut légal des ententes entre producteurs* a pour but la modification de ces articles [1]. Pour les détails de cette revendication d'un grand nombre de manufacturiers, nous conseillons la lecture du remarquable rapport de 64 pages rédigé en 1916 par Mᵉ de Ségogne, avocat au Conseil d'État et à la Cour de cassation, et par M. le professeur Paul de Rousiers, secrétaire général du Comité central des armateurs de France.

Ces tentatives ne datent pas exclusivement de l'époque actuelle, puisque, dès 1908, était fondé à Paris un *Comptoir d'achat des fers et fontes*. Il prenait la forme de société coopérative de consommation anonyme à capital et à personnel variables. Cette société avait pour but de fournir à ses associés, entrepreneurs de serrurerie et constructeurs en fer, divers métaux bruts et semi-ouvrés, dans la limite des quantités disponibles et par une répartition fixée chaque trimestre. La société servait ainsi d'intermédiaire, sans responsabilité aucune de sa part, entre les associés et les fournisseurs. Elle achetait en gros, soit directement aux établissements de production, soit aux dépositaires des forges et fonderies. Les prix de vente étaient majorés de la fraction nécessaire pour les frais généraux. Nous croyons savoir que cette tentative n'a pas eu la réussite qu'elle avait le droit d'attendre. Peut-être cet insuccès est-il dû au trop petit nombre de sociétaires intéressés à ce comptoir, à leur apathie, au peu de cas que firent certains d'entre eux des avantages collectifs à recueillir, supposant qu'ils pourraient isolément obtenir des fournisseurs des concessions supérieures à celles faites à la collectivité. Peut-être aussi les syndicats vendeurs intermédiaires ont-ils voulu décourager ce consortium de consommateurs en cherchant à prouver à quelques-uns d'entre eux l'intérêt qu'ils auraient à ne pas utiliser le concours du comptoir. Quel que soit le motif qui ait déterminé la dissolution de ce comptoir d'achats, cette expérience a démontré la nécessité qu'il y aurait pour l'avenir de ce genre de coopératives industrielles de grouper un plus grand nombre d'adhérents et de n'accepter au sein de

(1) Voir *R. G. E.*, 23 juin 1917, p. 997.

Digitized by Google

ces groupements que des personnes intimement persuadées de la grande utilité de cette institution.

C'est ce qu'ont compris les adhérents du *Comptoir d'achat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France*, 94, rue d'Amsterdam : cette association compte justement dans son conseil de direction M. l'ingénieur-constructeur Salvanhac, qui lui fait profiter de l'expérience acquise par lui dans son essai loyal du Comptoir d'achats des fers et fontes. Cette Société anonyme coopérative patronale de consommateurs à capital variable a été créée en février 1917. C'est une émanation de la Chambre syndicale des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France. Celle-ci avait, en novembre 1916, organisé à l'usage de ses membres un bureau d'approvisionnements agissant en qualité d'intermédiaire. Les résultats obtenus ayant dépassé toutes les prévisions, ceux des adhérents de ladite Chambre syndicale qui avaient eu recours à cet organisme, lui ont témoigné leur satisfaction en lui donnant plus d'ampleur.

Les 750 membres du Syndicat cité plus haut, dont 200 membres fondateurs de la société, recourent aux bons offices de cette dernière qui a pour directeur M. Albert Huguet, ingénieur E. C. P., ancien président de section au Tribunal de commerce. Des listes de matières premières et de produits semi-ouvrés sont mises régulièrement à la disposition des participants. Elles contiennent les offres d'adhérents du syndicat, des usines métallurgiques de France et de l'étranger et de fournisseurs attitrés. Ce Comptoir n'opère qu'au comptant et au bénéfice seul de ses adhérents ; il leur fournit dans les meilleures conditions possibles les matières nécessaires à l'exercice de leurs professions respectives et ce dans la limite des quantités disponibles. Il n'agit que comme intermédiaire entre eux et leurs fournisseurs, sans engager en aucune façon sa responsabilité. La Société a l'intention d'acheter en gros, en temps normal, les produits métallurgiques tels que fontes, fers, aciers, tôles, cuivres, de tout tonnage, charbons, machines-outils, toutes matières et tous outillages. Mais maintenant elle ne peut satisfaire tous ses desiderata, en raison des restrictions de l'état de guerre actuel. Elle passe les commandes soit directement aux établissements de production en France ou à l'étranger, soit aux dépositaires desdits établissements. Les prix de vente aux associés sont majorés d'un pourcentage fixé par le conseil d'administration, de façon à assurer le paiement des frais généraux, des dépenses journalières de gestion et des frais de gérance, à constituer la réserve légale et à procéder aux amortissements des frais de constitution et de premier établissement.

Nous croyons savoir que de très gros métallurgistes faisant partie du Comité des Forges de France ont eu l'intention de former, rue Pillet-Will, un consortium pour l'achat en gros des matières et produits qui leur sont nécessaires. Mais nous regrettons de ne pouvoir être à même de donner des précisions sur ce très important groupement.

Le *Comptoir d'achats de l'installation électrique*, 5, rue d'Athènes, fondé en juin 1917 sous forme de Société anonyme à capital variable, réunit en son sein les principales maisons d'installation de matériel et d'appareillage électrique de Paris. Il rassemble, à l'usage de ses participants, tous renseignements ou documents relatifs aux conditions d'emploi et d'achat du matériel constituant les installations électriques. Après la guerre, il facilitera la fabrication en série des articles paraissant au Conseil d'administration susceptibles d'intéresser les adhérents par leur bonne construction, leur ingéniosité et leur utilisation pratique. — Le Comptoir, en traitant par quantités bien plus importantes que ne peuvent le faire les services d'achats de chaque maison, obtient des conditions plus avantageuses à tous égards. En en profitant, ses participants peuvent diminuer sensiblement leurs prix de revient et économiser du temps. Ce Comptoir n'est que le mandataire des participants ; son rôle se borne à mettre ceux-ci en rapport avec les fournisseurs jusqu'aux commandes exclusivement et à transmettre ces dernières. Chaque maison fait ses commandes indépendamment des autres et règle directement avec les fournisseurs le montant de ses factures. Aussi, de ce fait, le Comptoir, tout en économisant les frais généraux, évite-t-il tout mouvement de fonds et toute responsabilité. Il ne prélève aucun bénéfice commercial, mais il demande à ses participants une commission très modérée pour couvrir ses frais. — Pendant la période actuelle transitoire, le rôle du Comptoir d'achats de l'installation électrique est limité à quelques opérations suggérées par les circonstances ; il prépare, en outre, conjointement avec les fournisseurs, les mesures les plus pratiques propres à faire face rapidement aux exigences des installations multiples qui suivront la signature de la paix.

Ce sont là les principes directeurs dont s'étaient inspirés antérieurement les fondateurs du *Comptoir d'achats de la construction électrique*, Société civile à capital variable, constituée par des parts de 20000 fr, et dont le siège est 58, rue de Rome, à Paris.

Les statuts et le règlement intérieur de ce Comptoir, qui n'agit que comme mandataire de ses adhérents, ont été élaborés dans le second semestre de l'année 1916 pour entrer en application, théoriquement au moins, à partir du 1er janvier 1917.

Quatre grandes maisons de constructions électriques et mécaniques de Paris, qui ont constitué ce groupement, n'ont pas eu en effet comme objectif de solutionner en commun les difficultés d'approvisionnements de la période de guerre. Mais elles ont voulu que l'organisme fût prêt, sinon à donner son plein effet, du moins à entrer en action, sans les tâtonnements inséparables des débuts de toute affaire, dès que les circonstances redeviendront plus normales.

Il est à présumer que, lorsque les intéressés se seront rendu compte par les résultats de la fécondité du principe et de la souplesse que les statuts donnent à la combinaison, des adhésions nouvelles qui ont d'ailleurs

Digitized by Google

commencé à se produire, ne manqueront pas au Comptoir d'achats de la construction électrique.

Le *Comptoir des approvisionnements de l'aviation et de l'aérostation*, émanation de la Chambre syndicale des Industries aéronautiques, est une Société anonyme dont le siège est 9, rue Anatole-de-la-Forge et qui a pour directeur M. Granet. Fondée il y a trois ans, cette société a vite porté son capital initial de 100000 fr à 400000 fr et pourrait l'augmenter davantage, si elle le désirait, en raison du développement toujours croissant de ses transactions. Les affaires du Comptoir consistent en achats fermes de matières premières et de produits semi-ouvrés métallurgiques déjà poinçonnés par l'État. Pour le moment, le Comptoir ne s'occupe pas des achats de bois. Il emmagasine les grosses quantités de matières premières achetées et les répartit aussitôt (car il en trouve facilement le placement) entre une vingtaine d'usines participantes et même entre certaines qui lui sont étrangères, pourvu que leurs bons de commande soient apostillés par l'État. Car, actuellement, le Comptoir opère exclusivement pour les usines traitant avec le ministère de la Guerre. Mais, une fois la paix rétablie, il a l'intention bien arrêtée de continuer ses opérations dans les mêmes conditions avec l'aviation et l'aérostation privée. Le chiffre considérable d'achats du Comptoir lui permet d'obtenir des fournisseurs sur les prix d'achat des matières premières des diminutions sensibles dont il fait profiter ses adhérents, moyennant une commission ne dépassant guère 3 pour 100 et dont il s'efforce de réduire encore le taux, au fur et à mesure de l'accroissement de son chiffre d'affaires. Ce Comptoir est un exemple typique de l'aide importante que peut apporter à l'industrie française, actuellement et après-guerre, un système d'achats en commun organisé méthodiquement.

Nous avons connaissance de deux groupements pour l'achat en commun de la houille nécessaire à l'industrie métallurgique. Il paraîtrait qu'ils ont cessé leurs opérations pour compte d'usines privées et qu'ils prêtent leur concours uniquement à l'État. L'une de ces Sociétés, ayant pour directeur M. Nodé-Langlois, 18, rue Chauveau-Lagarde, était une Mutuelle d'industriels achetant à prix coûtant des combustibles anglais par chargements de bateaux complets. Ce groupement économise ainsi sur le fret maritime et sur le transport par voie ferrée. Les adhérents versent les fonds d'avance en acompte, au prorata de leurs besoins. Une fois l'opération terminée, on établit le prix de revient exact et on crédite le Syndicat de ses frais, sans qu'il y ait aucun bénéfice pour lui.

L'*Union française de papeteries* concentre les achats de six usines situées en divers départements (Seine-Inférieure, Loire, Gironde, Vaucluse et Isère) fabriquant chacune des sortes de papiers différents, donc ne se concurrençant pas. Leurs achats de matières premières se font par le canal du siège social de Lyon qui centralise la comptabilité de chacune des usines et économise ainsi les frais généraux. Celui-ci fournit aux unes la pâte de cellulose chimique (sulfite) tirée de l'usine de la Seine-Inférieure, aux autres, qui fabriquent elles-mêmes leur pâte mécanique, il procure des rondins de sapins de Russie qu'il fait venir en chargements complets; enfin le siège social pourvoit au ravitaillement de toutes ces usines en huiles et autres matières dont elles ont besoin. Les bons résultats obtenus font prévoir l'adhésion prochaine d'autres usines à cette Union.

Un *Comptoir d'achats de chiffons* nécessaires à la fabrication du papier à nitrer pour explosifs a été créé depuis la guerre. En vue de la baisse notable du prix de cette matière première que ce comptoir a procurée à l'État, les neuf dixièmes des fabriques de papier de France employant le chiffon s'adressent à ce comptoir pour leurs achats et y trouvent leur bénéfice.

Nous citerons aussi pour mémoire la *Einkaufsgenossenschaft Schweizerischer Maschinen und Metall Industrieller* de Zurich, association d'achat d'industriels suisses, constructeurs de machines et métallurgistes. Cette société s'occupe de l'achat et du transport à conditions favorables de matières premières et de produits semi-ouvrés pour le compte de ses participants et ne prélève pour elle-même aucun bénéfice.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir mentionné dans la brève étude ci-dessus tous les comptoirs d'achats industriels existant actuellement en France : quelques-uns d'entre eux auront dû forcément échapper à nos investigations. Nous pensons néanmoins que les quelques exemples donnés plus haut suffiront à inciter à les imiter, certains industriels qui éprouvaient même avant la guerre de grosses difficultés à se procurer les matières premières nécessaires à leur fabrication et en quantités suffisantes et à prix modérés. On pourrait peut-être dégager des exemples précédents les observations suivantes, déjà connues il est vrai, mais qu'il est bon de répéter :

Les petites maisons ou fabriques sont appelées fatalement à disparaître devant la concurrence de maisons puissantes, si elles ne recourent pas, pour subsister, au groupement, à l'esprit d'association, qu'il s'agisse d'achats en commun de matières premières avec collègues d'industries similaires, ou qu'il s'agisse de toute autre question économique les touchant de près ;

Quoique la création de la plupart des comptoirs d'achats de matières premières soit relativement récente, elle a, d'ores et déjà, donné en général de bons résultats. Ces circonstances ne pourront que s'améliorer davantage encore après la guerre, une fois qu'à nouveau seront normalisés les transports, la main-d'œuvre et les cours des matières premières ;

Une des conditions essentielles du succès de ces comptoirs doit résider ou dans le plus grand nombre possible de participants de moyenne importance, ou dans un nombre plus restreint de maisons de grande importance ;

Digitized by Google

Les exemples précédents laissent entrevoir deux genres bien distincts de comptoirs d'achat : l'un, opérant comme simple mandataire des participants ; l'autre, achetant en gros pour son propre compte, entreposant les marchandises (faisant du stockage), les revendant avec bénéfice modéré aux adhérents : ceux-ci, à fin d'exercice, ou passent au fond de réserve, ou se partagent entre eux le montant dudit bénéfice prélevé sur les achats en gros. Ce système se rapprocherait de la « bourse commune » des commissaires-priseurs de Paris.

Après la signature de la paix, ces comptoirs prendront un plus grand essor que dans la période actuelle de restrictions de matières premières ; mais nos industriels ont intérêt à chercher dès maintenant à les créer. Car il ne faut pas perdre de vue qu'à cette époque nous devrons non seulement faire face aux nécessités les plus pressantes de la consommation de la métropole et de nos colonies, mais encore contribuer, pour le surplus exportable de notre fabrication, à nous libérer vis-à-vis de l'étranger de notre considérable dette de guerre.

Désiré PECTOR,
Conseiller honoraire du Commerce extérieur.

Assemblées générales

Société d'Electricité de Caen.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 28 JUIN 1917.

Les recettes d'exploitation de la Société se sont élevées à 1 521 979 fr contre 1 052 797 fr en 1915 et 902 863 fr en 1914 ; mais, comme cette augmentation de recettes se trouve presque entièrement absorbée par la hausse à payer sur le combustible, il est plus exact, pour se rendre compte du développement de la Société, de considérer la variation de ses bénéfices d'exploitation. Ceux-ci ont été de 485 233 fr contre 451 621 fr en 1915 et 463 132 fr en 1914.

Le bénéfice net de l'exercice ressort à 258 909 fr. Les amortissements suivants ont été prélevés :

1955 fr pour ramener à 1 fr le compte « Mobilier et outillage », 50 000 fr pour la Réserve spéciale pour variation des cours des charbons qui sera ainsi portée à 100 000 fr, 60 000 fr pour la Réserve générale d'amortissement qui sera ainsi portée à 600 000 fr.

Un dividende de 5 pour 100 a été attribué aux actions comme l'année précédente ; il sera mis en paiement au 31 juillet prochain.

L'ensemble des lignes desservies par la Société atteignait, au 31 décembre 1916, 220 km en augmentation de 26 km sur les lignes primaires qui entraient dans ce total pour 138 km.

Le nombre des lampes à incandescence était de 63 200, en augmentation de 1 200 et le nombre des moteurs branchés était de 613 pour une puissance de 3807 ch, en augmentation de 1 140 ch.

Divers travaux ont été effectués pendant l'exercice, en particulier à la station centrale où deux nouvelles chaudières ont été commandées, ainsi qu'une commutatrice de 500 kw.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Apports	1 »
Frais d'augmentation du capital	1 »
Frais d'émission des obligations	1 »
Prime de remboursement des obligations	271 046,20
Stations centrales ; promenade du Fort et avenue Victor-Hugo	3 967 636,07
Canalisations et réseaux urbains	994 646,49
A reporter	5 233 331,76
Report	5 233 331,76
Canalisations et réseaux suburbains	1 134 359,89
Compteurs	293 038,16
Mobilier, automobiles et outillage	1 956,20
Portefeuille	62 601 »
Marchandises en magasin	152 996,14
Installations en location	24 696,33
Cautionnements	5 000 »
Caisses et banques	186 906,82
Effets à recevoir	2 290,75
Abonnés et débiteurs divers	346 385,99
Impôts de finances	5 199,04
	7 448 762,08

Passif.

	fr
Capital	2 500 000 »
Obligations :	
500 fr, 4 pour 100	249 000 »
500 fr 5 pour 100	3 000 000 »
Réserve légale	64 405,63
Réserve d'amortissement par remboursement d'obligations	24 975 »
Réserve générale d'amortissement	540 000 »
Frais de renouvellement du matériel	100 000 »
Réserve spéciale pour variation des cours du charbon	50 000 »
Fournisseurs et créanciers divers	549 934,73
Coupons actions restant à payer	4 165,85
Coupons d'obligations et obligations à rembourser	89 018,16
Profits et pertes reportés	18 353,10
Bénéfices de l'exercice	258 909,61
	7 448 762,08

L'Eclairage Electrique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 30 JUIN 1917.

Les actionnaires de la Société réunis en assemblée générale extraordinaire ont, à l'unanimité, reconnu sincère et véritable la déclaration de souscription et de versement à l'augmentation de capital décidée par l'assemblée du 4 novembre 1916.

En conséquence, le capital social est porté définitivement de 15 à 25 millions de francs.

L'assemblée a voté également différentes modifications à la rédaction des statuts de la Société.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Projet de réforme de la législation sur les marques de fabrique et de commerce

M. Taillefer avait étudié dans la « R. G. E. », 7 juillet 1917, t. II, n° 1, p. 29, les modifications à apporter à la législation sur la protection des indications d'origine des produits. Nous avions nous-même publié dans les n^os des 14 et 21 juillet, t. II, p. 71 et 113, une analyse détaillée du rapport fait au nom de la Commission du Commerce et de l'Industrie par M. Ribeyre, député. M. Taillefer reprend aujourd'hui cette intéressante question dont l'importance est capitale pour le développement de l'industrie et du commerce français, et étudie et commente les principales questions que soulève le projet de refonte de la loi de 1857.

Il est peu de questions qui intéressent aussi directement l'ensemble des industriels et des commerçants que celle des marques de fabrique. Le but final de l'activité des industriels et commerçants est en effet la vente de leurs produits, et tous, en général, ont intérêt à faire connaître au public que ces produits proviennent de leur maison, à leur donner un aspect, à les revêtir d'emblèmes, de dénominations ou de signes de nature à permettre aux clients de les distinguer, c'est-à-dire à faire usage de marques de fabrique ou de commerce. Il n'est pas de maison de commerce, on peut le dire, qui ne possède une marque; il en est qui en possèdent plusieurs, des centaines même.

Il a semblé à la direction de la « Revue générale de l'Électricité » que les lecteurs de cette revue devaient être tenus au courant des modifications projetées au régime légal de cette importante matière.

Déjà, dans un article précédent (1), consacré à une étude d'ensemble sur la protection de la propriété industrielle, nous avons eu l'occasion de signaler que la législation française protège, sans formalité, par l'action en concurrence déloyale, les marques, en tant que faisant partie du mode de présentation des produits, dès que leur usurpation apparaît comme susceptible de causer une confusion. Lorsque ces mêmes marques ont fait l'objet d'un dépôt, le déposant peut, en outre, invoquer la loi spéciale sur les marques, qui lui en assure la propriété exclusive et réprime, même pénalement (peine d'amende et de prison) la contrefaçon de ces marques, leur apposition frauduleuse ou leur imitation, lorsqu'elle est de nature à tromper l'acheteur.

La loi qui régit actuellement la matière des marques date du 23 juin 1857. Elle n'a, depuis sa promulgation, subi qu'une légère modification. Une loi du 3 mai 1890 a, par modification à l'article 2 de la loi primitive, imposé à l'industriel désireux de revendiquer la propriété exclusive d'une marque, l'obligation de déposer d'une part trois exemplaires du modèle de cette marque, au lieu de deux, et d'autre part, un cliché typographique de la marque destiné à en permettre la reproduction par voie de l'impression, dans le bulletin de la propriété industrielle où sont publiées toutes les marques déposées.

La loi de 1857, qui a servi pendant longtemps de modèle à un grand nombre de législations étrangères, a vieilli et a besoin d'être revisée. Un certain nombre de modifications et d'améliorations ont depuis longtemps été demandées, tant par les Congrès de la propriété industrielle que par les Associations se consacrant spécialement à l'étude des questions de propriété industrielle, en première ligne desquelles il convient de citer l'Association française pour la protection de la propriété industrielle, et l'Union des fabricants.

En 1901, M. Millerand, alors ministre du Commerce, prescrivit, en exécution des vœux du Congrès international de la propriété industrielle de 1900, une enquête sur le point de savoir s'il ne serait pas opportun de substituer en France au dépôt déclaratif pur et simple, institué par la loi de 1857, un dépôt d'abord déclaratif (1), puis devenant attributif de propriété, au bout d'un certain temps. L'enquête fut ensuite élargie et étendue à l'ensemble de la loi de 1857.

S'inspirant des résultats de cette enquête, la Commission technique de l'Office national de la propriété industrielle élabora un projet de refonte de la loi de 1857, qui fut déposé par M. G. Doumergue, alors ministre du Commerce, le 28 janvier 1907, à la Chambre des députés.

Ce projet ne vint pas en discussion. Depuis, la France a pris, dans la convention revisée de la propriété industrielle, signée à Washington le 2 juin 1911, l'engagement d'introduire dans sa loi nationale des dispositions assurant la protection des marques collectives.

Le projet de 1907 ayant été retiré, la Commission technique procéda à un nouvel et très sérieux examen des conditions dans lesquelles pourrait être assurée la

(1) Voir *Revue générale de l'Électricité*, du 27 janvier, t. I, p. 157.

(1) Voir pour le sens exact à attribuer à cette expression *infra*, p. 435.

Digitized by Google

revision de la loi de 1857, et le 6 juin 1916, M. Clémentel déposait un nouveau projet complétant celui de 1907 et contenant notamment un titre visant spécialement les marques collectives.

La nécessité d'assurer, dès que possible, en vue des luttes économiques qui suivront la fin des hostilités, le vote du statut des marques collectives [1] a conduit à détacher du projet le titre V relatif aux marques collectives, en vue de sa discussion immédiate par le Parlement. Ce titre V a fait l'objet d'un important rapport déposé par M. Ribeyre, député, le 16 mars dernier, et l'on peut espérer qu'il viendra à une date prochaine à l'ordre du jour de la Chambre des députés.

La « Revue générale de l'Électricité » ayant donné dans ses numéros des 14 et 21 juillet (t. II, p. 71 et 113), une analyse très complète du Rapport de M. Ribeyre et du projet spécial aux marques collectives sorti des délibérations de la Commission du commerce et de l'industrie, notre tâche en ce qui concerne les marques collectives s'en trouvera grandement simplifiée.

Nous nous proposons, dans cette étude, d'étudier les principales questions que soulève le projet de refonte de la loi de 1857, actuellement soumis au Parlement, et de mettre en lumière les dispositions essentielles du texte élaboré par la Commission du commerce et de l'industrie pour l'organisation de la protection des marques collectives, texte qui diffère d'ailleurs assez peu de celui qui figure dans le projet même du gouvernement de 1916.

Le projet de 1916, déposé sous le titre de projet de loi sur les marques de fabrique et de commerce ne fait, comme la loi actuelle de 1857, aucune distinction entre les marques de fabrique et les marques de commerce.

On sait qu'on entend par marques de fabrique celles apposées par les industriels sur les produits fabriqués ou transformés par eux, par opposition avec les marques de commerce apposées par les commerçants sur les produits achetés en gros par eux et simplement débités dans leur clientèle.

Malgré l'intérêt que peut présenter dans certains cas cette distinction [2] entre les deux espèces de marques, on conçoit difficilement dans la pratique la possibilité de séparer les marques de fabrique des marques de commerce, et d'organiser pour chacune d'elles un traitement différent.

Dans beaucoup de cas, en effet, le négociant vend à la fois, sous la même marque, des marchandises qu'il fabrique ou transforme, et d'autres qu'il se contente d'acheter, et d'autre part, parmi les objets fabriqués par le propriétaire d'une marque, il est fréquent d'en trouver qui comportent certains éléments achetés sous leur forme définitive à un autre fabricant. Si, dans le premier cas, on peut concevoir, à la rigueur, l'interdiction pour le vendeur d'employer la même marque pour les marchandises qu'il fabrique, et celles qu'il vend simplement, ou tout au moins l'obligation d'ajouter à la marque employée par lui un signe à déterminer, indiquant qu'il s'agit d'une marque de commerce par exemple ; dans le second cas, il sera toujours extrêmement difficile d'apprécier ce qui l'emporte dans l'objet vendu des éléments fabriqués par le vendeur ou achetés tout faits chez d'autres fabricants.

Aucune législation, à notre connaissance, n'impose jusqu'ici cette distinction, et les diverses lois nationales mettent sur le même pied les marques de fabrique et les marques de commerce.

La loi de 1857, dans le premier paragraphe de l'article premier proclame le caractère facultatif de la marque, tout en réservant au gouvernement le droit de déclarer exceptionnellement les marques obligatoires pour certains produits. Malgré une campagne assez vive menée dans certains milieux pour rendre obligatoire « l'indication précise » du nom du producteur, du lieu ou du pays d'origine, sur toutes les marchandises (voir notamment proposition de loi Lémery) le projet du gouvernement reproduit très sagement les prescriptions de la loi actuelle et consacre à nouveau le caractère purement facultatif de la marque.

Alors que les lois étrangères relatives aux marques contiennent toutes une définition plus ou moins restrictive de ce que peut constituer une marque, la loi française de 1857 considère comme marque tout signe pouvant servir à distinguer les produits d'une fabrique ou les objets du commerce.

Si, dans l'article premier de la loi de 1857 sont mentionnés, parmi ces signes, les noms sous une forme distinctive, les dénominations, emblèmes, empreintes, cachets, vignettes, reliefs, chiffres, enveloppes, cette énumération n'est nullement limitative. Elle a toutefois servi de base à une jurisprudence très complète, et dans la revision projetée de la loi de 1857, il a paru avantageux, en vue de faciliter à nos nationaux à l'étranger, l'application de l'article 6 dans la convention internationale d'Union de la propriété industrielle, aux termes duquel toute marque régulièrement déposée dans un pays de l'Union sera admise au dépôt et protégée telle quelle dans tous les autres pays de l'Union, de développer conformément à cette jurisprudence l'énumération de la loi de 1857. C'est ainsi que dans le nouvel article premier « sont considérés comme marques de fabrique ou de commerce : les noms sous une forme distinctive, *caractérisée notamment par leur arrangement, leur tracé spécial, la disposition des caractères, leur ornementation, l'adjonction d'un qualificatif, nom commun, ou autre nom quelconque, les dénominations particulières, arbitraires ou de fantaisie, la forme caractéristique du produit, les étiquettes, enveloppes, emblèmes, empreintes, vignettes, lisières, liserés, combinaisons de couleurs, dessins, reliefs, lettres, chiffres, devises, pseudonymes, noms imaginaires*, et en général tous signes *matériels*, servant à

[1] Voir sur ce point notre article sur la répression des fausses indications d'origine des marchandises. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 29-37.

[2] Notamment en ce qui concerne les marques collectives envisagées comme moyens d'indication de provenance de la marchandise portant ces marques.

Digitized by Google

distinguer les produits d'une fabrique, ou d'*une industrie*, ou d'*une exploitation agricole*, *forestière* ou *extractive*, ou les objets d'un commerce ».

L'introduction de cette longue énumération qui ne comporte par rapport à la jurisprudence actuelle aucune innovation, apparaît comme de nature à permettre aux Administrations des pays de l'Union de se rendre compte au premier coup d'œil que la marque déposée par un Français est bien conforme à la législation française, et par suite que, régulièrement déposée en France, elle doit être admise au dépôt et protégée dans le pays unioniste considéré.

En ce qui concerne les dénominations, un paragraphe nouveau a été introduit dans l'article premier du projet, aux termes duquel « aucune marque ne peut consister, valablement, dans une simple dénomination qui constitue la désignation nécessaire ou générique du produit ». Cet alinéa a été ajouté au texte à la suite des desiderata, exprimés incidemment au cours de la discussion de la loi du 27 mai 1915 établissant, pour le temps de guerre, des règles temporaires en matière de propriété industrielle [1] et tendant à empêcher les tentatives de monopolisation des produits chimiques usités en pharmacie par l'adoption, pour les désigner, de noms de fantaisie susceptibles de devenir, en fait, la dénomination nécessaire du produit. Il ne semble pas possible d'interdire, par voie législative, l'emploi de dénominations de fantaisie comme marques pour les produits chimiques ou pharmaceutiques ; une disposition de ce genre serait en contradiction avec l'article 7 de la convention d'Union, d'après lequel la marque est indépendante du produit auquel elle s'applique, et, d'autre part, par le jeu article 6, elle aurait créé une situation de faveur en France pour les marques de produits chimiques ou pharmaceutiques des pays de l'Union où une telle prohibition n'existe pas ; aussi s'est-on borné à consacrer, par un texte de loi, l'interprétation donnée sur ce point à la loi de 1857 par les Tribunaux.

Une des dispositions caractéristiques de la loi de 1857 est que le dépôt qu'elle institue ne crée pas en faveur du déposant le droit à la marque : il le constate, il est purement déclaratif. La propriété de la marque s'acquiert par *premier usage*, et le dépôt n'a pour effet que de permettre l'application à la marque déposée de la loi spéciale sur les marques.

Le principe de l'acquisition de la marque par l'usage, qui a pour conséquence le caractère purement déclaratif attribué au dépôt, est très rationnel et très logique, mais il a l'inconvénient de laisser planer une grande incertitude sur le droit à la marque et d'exposer le déposant, même au bout d'un grand nombre d'années, aux revendications de concurrents pouvant justifier qu'ils ont employé, sans la déposer, à une date antérieure, la même marque pour le même objet.

Dans d'autres pays, au contraire, en Allemagne par exemple, la loi donne au dépôt un caractère attributif, c'est le dépôt qui crée le droit. Avec le dépôt attributif plus d'incertitudes, semble-t-il, puisqu'il suffit pour savoir à qui appartient une marque, de rechercher si elle est déposée et qui l'a déposée le premier. Pourquoi est-on tenté alors de dire, puisque l'on constate que le dépôt purement déclaratif a pour effet de laisser dans le vague et l'incertitude les droits des industriels possédant des marques et que le dépôt attributif paraît remédier à cet inconvénient, ne pas abandonner ce système désuet pour adopter le système du dépôt allemand ?

La réflexion, et l'expérience de ce qui se passe chez nos voisins, montre que les inconvénients du système de dépôt attributif sont plus considérables que ceux du dépôt déclaratif. Cela explique que ce système, séduisant à première inspection, ait cependant toujours été combattu par la grande majorité des personnes qui se sont occupées spécialement de la législation sur les marques et est aujourd'hui l'objet des plaintes très vives de la part des pays qui le possèdent. Il présente, en effet, les plus grands dangers à plusieurs points de vue ; c'est d'abord la porte ouverte à toutes les fraudes. Dans tous les pays qui ont adopté le dépôt attributif, il suffit en effet qu'un employé, un courtier, un tiers, apprenne, d'une façon quelconque, qu'un commerçant va déposer une certaine marque ou exploite une marque non déposée, soit qu'il ait négligé ou oublié de le faire, soit qu'il s'agisse d'une de ces marques qui se créent spontanément par suite d'une habitude commerciale et dont le possesseur n'apprécie pas toujours au début l'importance, pour qu'il puisse, s'il le devance et la dépose avant lui, en devenir définitivement propriétaire au détriment de celui-là même qui la possède ou l'a conçue.

Dans les relations internationales, d'autre part, le propriétaire d'une marque qui aura, même pendant de longues années, expédié dans certains pays étrangers des marchandises revêtues de sa marque, pourra d'une façon inattendue s'en voir refuser l'accès, si la législation de ces pays dans lesquels il exporte est fondée sur le principe du dépôt attributif ; il suffira en effet qu'il ait négligé d'effectuer lui-même le dépôt de sa marque ou qu'il l'ait effectué tardivement, de manière à laisser un tiers plus diligent effectuer ce dépôt avant lui ; désormais ce tiers pourra arrêter ses marchandises et le poursuivre comme contrefacteur de sa propre marque [1]. L'extension du système du dépôt attributif serait au point de vue des relations internationales de nature à augmenter les difficultés qu'éprouvent déjà les négociants pour se faire protéger ; à l'étranger, il les obligerait à déposer partout leurs marques, ce qui, en raison des frais entraînés, est pratiquement impossible.

[1] Voir aussi, dans le même ordre d'idées, une proposition de loi Barthe.

[1] Dans les relations franco-allemandes, les inconvénients du dépôt attributif allemand étaient atténués à l'égard des Français par suite de l'existence dans le traité du 2 août 1862 de l'article 28 (maintenu par le traité de Francfort de 1871) aux termes duquel « il n'y aura lieu à aucune poursuite en raison de l'emploi, dans l'un des deux pays des marques de fabrique de l'autre lorsque la création de ces marques, dans le pays de provenance des produits, remontera à une époque antérieure à l'appropriation de ces marques par dépôt ou autrement dans le pays d'importation ».

Digitized by Google

Au point de vue de la législation intérieure, le système du dépôt attributif est, en outre, un obstacle à la protection de ces marques, plus nombreuses qu'on ne le croit, qui se forment, très légitimement par l'usage, et en quelque sorte à l'insu de leur propriétaire. Un négociant, par exemple, emploie un cordon rouge pour l'habillage des bouteilles renfermant le curaçao qu'il fabrique ; le public et lui-même prennent l'habitude de désigner cette qualité sous le nom de « cordon rouge », cela devient une marque de grande valeur.

Avec le dépôt déclaratif, il sera toujours temps de la déposer ; avec le dépôt attributif, celui qui, profitant de la vogue naissante de la marque, la déposera, en deviendra propriétaire aux dépens du véritable et légitime propriétaire qui sera contraint à changer brusquement ses habitudes commerciales.

D'autre part, enfin, c'est là peut-être le plus grave inconvénient du dépôt attributif, la rigidité, même du système fait que la loi ne protège la marque que *telle qu'elle est déposée, sans aucune modification*, si bien que le propriétaire de la marque, quand il l'a déposée, ne peut plus, comme bien souvent la pratique l'exige, y apporter des modifications même insignifiantes ; il ne peut plus notamment, s'il a déposé une étiquette d'ensemble contenant à la fois des ornements, une vignette et une dénomination, réclamer protection pour la dénomination isolée s'il le juge utile, il est toujours exposé à ce qu'un plus diligent ait pris les devants et soit venu ainsi porter atteinte à ce qui est sa légitime propriété ; ajoutons encore qu'il est souvent très difficile lorsqu'une étiquette est présentée au dépôt et que, sans être identique à une marque précédemment déposée, elle s'en rapproche notablement, d'apprécier si ces différences sont ou non suffisantes pour permettre l'appropriation de la deuxième marque, en face de la première. Il serait facile, en multipliant les exemples, de montrer que le dépôt attributif ne donne pas à beaucoup près la sécurité qu'il semble promettre ; aussi est-ce dans un système mixte que l'on a proposé, il y a déjà bien des années, de chercher la solution de la difficulté.

En 1900, lors du Congrès international organisé à Paris, à l'occasion de l'Exposition, M. de Maillard de Marafy, le regretté président de l'Union des fabricants, présenta une étude sur le mode de protection à adopter pour les marques, dans laquelle, après avoir fait ressortir les inconvénients du dépôt attributif de propriété en usage dans certains pays et aussi ceux du système de la loi française de 1857 dans laquelle le dépôt est purement déclaratif, il concluait qu'il convenait de préconiser un système intermédiaire où le dépôt conserverait son caractère déclaratif pendant un certain temps, et plus tard, s'il n'était pas contesté dans un délai à déterminer, se consoliderait pour devenir attributif de propriété. Le Congrès accepta cette façon de voir et émit le vœu que l'unification des législations internes fût poursuivi sur le principe suivant : le droit à la marque est fondé sur la priorité d'usage, mais lorsque la marque a été déposée et employée régulièrement, publiquement et d'une manière continue pendant cinq ans le dépôt qui n'a, pendant ce délai, fait l'objet d'aucune protestation reconnue fondée doit devenir attributif de propriété.

C'était sensiblement le système inscrit dans la loi anglaise de 1883. Le texte de cette loi fixait, en effet, un délai de cinq ans à l'expiration duquel le dépôt ne pouvait plus être contesté, mais la jurisprudence en décidait autrement et elle permettait au premier créateur, en dépit du dépôt effectué par un tiers et remontant à plus de cinq ans, de revendiquer la propriété de la marque et de venir paralyser le droit du déposant, si bien que, en fait, à cette époque, la situation en Angleterre était sensiblement la même qu'en France.

En exécution du vœu émis par le Congrès de Paris de 1900, une enquête fut ouverte en juin 1901, par le ministère du Commerce, sur le point de savoir s'il ne conviendrait pas de substituer au principe du dépôt déclaratif, celui du dépôt attributif après un délai de cinq ans.

Au cours de l'enquête, 518 avis sur 616 exprimés se prononcèrent pour l'adoption du système de la loi anglaise de 1883.

Dans les différents congrès organisés par l'Association française pour la protection de la propriété industrielle depuis 1900 (Congrès de Paris 1904, Congrès d'Angoulême 1905, Congrès de Paris 1908, Congrès de Roubaix 1911, etc...), la réforme de la loi sur les marques fut constamment mise à l'ordre du jour.

L'idée de rendre le dépôt attributif au bout d'un certain temps y reçut également un accueil favorable, sous réserve toutefois que des mesures seraient prises pour ne pas sacrifier d'une façon complète les droits du premier usager qui n'aurait pas déposé la marque.

Le projet de 1916 du gouvernement laisse de côté cette question et se contente de poser en principe, qu'au bout de cinq ans, le dépôt, fait de bonne foi, deviendra attributif de propriété. Il n'exige, à cet effet, aucune condition d'exploitation de la marque déposée, ce qui semble être un tort. « Il n'est pas permis de dire, est-il indiqué, pour justifier le texte proposé dans l'exposé des motifs à propos de l'article 2, que les droits du premier usager seraient sacrifiés au profit du premier déposant, puisque pendant cinq ans il lui est loisible de prouver sa propriété et de contester la marque déposée ; s'il ne le fait pas, s'il ne s'inquiète pas de savoir si la marque dont il use régulièrement a été l'objet d'un dépôt, il ne doit en accuser que lui-même. »

On peut se demander cependant s'il n'est pas dangereux d'exposer le propriétaire d'une marque non déposée, souvent parce que son usage même remonte à une date très éloignée, à la perte de son droit, parce qu'il aura négligé de consulter périodiquement le Bulletin officiel de la propriété industrielle où sont publiées les marques déposées, ou l'aura mal feuilleté.

La loi anglaise nouvelle de 1905 n'a pas adopté ce système ; elle marque, au contraire, un recul par rapport à la loi de 1883 en s'appropriant la solution créée par la jurisprudence. Elle décide, en effet, que l'enregistrement d'une marque sera considéré à l'expiration de sept ans à partir de la date d'enregistrement comme

Digitized by Google

valide à tous égards, à moins que l'enregistrement original n'ait été obtenu par fraude ou que la marque ne soit contraire aux dispositions de la loi ; mais elle maintient pour ceux qui, sans la déposer, auraient fait un usage continu de la marque, à partir d'une date antérieure à celle du dépôt, *le droit de continuer à en faire usage* et même les autorise, sous certaines conditions, à la faire inscrire, corrélativement, sur le registre des marques.

Le projet déposé par le gouvernement, en 1907, réservait le droit de possession personnelle au premier usager.

Ce droit de possession personnelle a été rayé du projet de 1916, en raison de la difficulté incontestable qu'il y a dans ce cas à empêcher l'usager de la marque non déposée qui, souvent, n'en fait qu'un emploi commercial restreint, de profiter indirectement de l'essor que peut prendre la marque régulièrement déposée par un concurrent.

Il est admis aujourd'hui que le premier usager d'une marque peut établir sa priorité d'usage par tous moyens, notamment par la preuve testimoniale ; cette faculté a été reconnue susceptible d'engendrer des abus regrettables. Le projet y remédie en statuant que la priorité d'usage ne pourra plus être prouvée que par des écrits, imprimés ou documents contemporains des faits d'usage qu'ils tendent à établir.

La nature du dépôt une fois déterminée, il reste à fixer les modalités du dépôt. La loi de 1857 organise le dépôt de la marque en trois exemplaires au greffe du tribunal de commerce du domicile du déposant. Le greffier en conserve un et transmet les deux autres et le cliché de la marque à l'Office national de la Propriété industrielle.

Le projet de 1907, rigoureusement conforme en cela aux dispositions écrites dans l'article 12 de la Convention de Paris qui dispose « que chacun des pays contractants s'engage à établir un service spécial de la propriété industrielle et un dépôt central pour la communication au public des brevets d'invention des modèles d'utilité, des dessins et modèles et *des marques de fabrique et de commerce*, avait modifié les conditions du dépôt et décidé qu'il s'effectuerait *directement* à l'Office national de la propriété industrielle. Le projet actuel maintient, par respect pour de vieilles habitudes, le système de la loi de 1857 et prescrit le dépôt initial au greffe du tribunal de commerce. Les raisons données à cet effet ne sont guère convaincantes et on peut regretter qu'on ne songe pas à profiter de l'élaboration de la loi nouvelle pour réorganiser et développer à l'Office national le service des marques, en supprimant les dépôts au greffe qui, actuellement, avec l'évolution et la dispersion de l'industrie, sont sans utilité réelle.

Le projet exige toutefois, et c'est là une innovation qui mérite d'être approuvée, car elle est de nature à faciliter singulièrement les recherches, le dépôt de la marque à un nombre d'exemplaires égal à celui des classes des produits auxquels elle doit être appliquée, augmenté de deux [1] et, en outre, le dépôt avec le cliché d'une épreuve en noir de ce cliché certifié conforme, de manière à permettre de vérifier plus facilement que le cliché déposé donne bien la reproduction exacte de la marque.

La loi de 1857 ne prescrit actuellement aucune taxe pour le dépôt, et comme pour le maintien de la validité du dépôt aucune condition d'exploitation de la marque déposée n'est exigée, il arrive que si, dans certaines industries on dépose peu de marques, dans d'autres, comme la parfumerie par exemple, on en dépose un nombre excessif dont la plupart demeurent sans emploi, cela principalement pour gêner les concurrents dans le choix de leurs propres marques.

Le remède à cette situation paraît être, à l'exemple de la plupart des lois étrangères [2], l'institution d'une taxe qui, tout en restant modérée, détourne les industriels de déposer inconsidérément des marques qui encombrent inutilement les registres de l'Office. C'est ce que propose très sagement le projet en indiquant que le dépôt donne lieu au paiement : 1° d'une taxe fixe de 25 fr perçue au profit de l'État ; 2° d'une taxe d'enregistrement de 10 fr par classe de produits auquels la marque doit s'appliquer, perçue au profit de l'Office national de la propriété industrielle sans que le montant total à verser de ce chef puisse excéder la somme de 100 fr, si la protection est demandée dans les 72 classes que comporte la classification actuelle.

Par contre, la durée de validité du dépôt serait portée de 15 à 20 ans et mise ainsi en concordance avec la durée de l'enregistrement international des marques organisé par l'Arrangement de Madrid de 1891.

Une taxe aussi modérée, corrélative d'un enregistrement valable pour 20 ans, n'a assurément rien de prohibitif et il serait à souhaiter, principalement en raison des ressources qu'elle fournirait à l'Office national qui en a un impérieux besoin pour développer ses services insuffisants, qu'elle soit votée par le Parlement.

La loi de 1857 ne renferme pas de disposition spéciale pour le renouvellement du dépôt, qui est en tous points assimilé à un nouveau dépôt.

Le projet de 1916 est conçu dans le même esprit.

Nous croyons que c'est à tort et qu'il conviendrait par exemple, par un abaissement notable des taxes, d'établir une distinction entre le renouvellement et le premier dépôt.

On éviterait ainsi le dépôt, comme marques nouvelles, de marques qui ont déjà joui d'une ou plusieurs périodes

(1) Un pour le registre du greffe, un restitué au déposant pour lui servir de titre.

(2) En Allemagne, le taux est de 30 marks (37,50), en Autriche de 5 florins (12,35) en Belgique de 10 fr, en Espagne de 100 pesetas, aux Etats-Unis de 10 dollars (50 fr), en Grande-Bretagne de 10 shillings plus 1 livre par classe : en Italie de 40 lires, au Japon de 3 yen (8,60) plus une taxe d'enregistrement de 20 yen (57 fr), au Pays-Bas de 10 florins en Russie de 12 roubles (33,92), en Suisse de 20 fr.

Digitized by Google

de protection. On éviterait également la tendance qu'ont beaucoup de propriétaires de marques à modifier plus ou moins au moment où ils renouvellent leurs dépôts, soit la représentation de leur marque, soit les conditions de son application.

Ces modifications créent souvent des difficultés à l'étranger lorsque les titulaires de ces marques, pour établir une priorité d'usage, veulent faire état de leurs dépôts antérieurs.

Il n'y aurait renouvellement que lorsque la représentation de ces marques resterait identique sur tous les points essentiels à celle faisant l'objet de dépôts antérieurs et que la liste des produits auxquels la marque doit être appliquée ne serait pas augmentée.

Avec le système du dépôt attributif, à l'encontre de tous, au bout de cinq ans, l'exact renouvellement du dépôt, sans grand intérêt sous le régime de la loi de 1857, puisque le retard dans le renouvellement n'a pour effet que de suspendre, pendant que la marque reste non déposée, l'application de la loi spéciale, acquiert au contraire une importance beaucoup plus grande. Si le propriétaire de la marque ne renouvelle pas en temps son dépôt, s'il laisse sans s'en apercevoir, dans cet intervalle de non-renouvellement, un tiers déposer la même marque, celui-ci pourra en effet en prescrire au bout de cinq ans la propriété contre lui.

Comme les industriels, absorbés par leurs affaires, peuvent facilement perdre de vue l'échéance de renouvellement de leurs marques, il serait désirable d'introduire dans le projet une disposition donnant mission à l'administration d'appeler à temps l'attention des intéressés sur l'opportunité de renouveler le dépôt de leurs marques, étant entendu que cet avertissement donné à titre gracieux n'entraînerait aucune responsabilité pour l'administration.

La plupart des lois étrangères posent comme règle que la marque ne peut être transmise qu'avec l'établissement dont elle distingue les produits. La raison donnée pour justifier cette limitation des droits du propriétaire de la marque est qu'il existe un lien entre la marque et l'établissement dont elle identifie les produits, qu'en permettant au propriétaire de la marque de la céder, indépendamment de l'établissement au risque de tromper le public et de favoriser la fraude. Si un fabricant peu scrupuleux achète une marque connue, individualisant des produits de valeur, et l'emploie pour couvrir des produits de fabrication défectueuse, il s'écoulera, dit-on, un certain temps avant que le public s'aperçoive de ce mauvais usage de la marque, et pendant ce temps bien des acheteurs seront dupés. On peut répondre, ce semble, que les mêmes inconvénients peuvent se produire, d'une façon plus intense même si l'acquéreur de la marque, ayant acquis en même temps l'établissement, se plaît à abandonner les bonnes traditions de son prédécesseur et à gâcher sa fabrication ; c'est là, d'ailleurs, il faut bien le reconnaître, une crainte le plus souvent chimérique, car celui qui achète une marque renommée qui représente une grande valeur, qu'il paie cher, qu'il achète ou non l'établissement, a intérêt, s'il le peut, à maintenir la vogue et la notoriété de la marque, plutôt qu'à réaliser un bénéfice éphémère dont le premier résultat est, au bout de peu de temps, la ruine de cette marque.

La marque, d'autre part, est une propriété et à moins de raison majeure, il est désirable que la transmission de cette propriété ne rencontre aucune entrave. Il en est ainsi sous le régime de la loi de 1857 où la marque peut être cédée sans aucune formalité.

Cette liberté absolue du transfert des marques n'est pas cependant sans inconvénient. Les intéressés ont parfois de sérieuses difficultés à savoir à qui appartient réellement une marque, et les déposants français se trouvent souvent embarrassés lorsqu'ils ont à régulariser à l'étranger la cession de leurs marques, beaucoup de lois étrangères exigeant, pour reconnaître la cession, la preuve d'une cession régulière dans le pays d'origine.

Aussi le projet nouveau dispose-t-il (art. 7) que les marques déposées peuvent faire l'objet, en totalité ou en partie, soit isolément, soit concurremment avec l'industrie ou le fonds de commerce dont elles servent à distinguer les produits, de transmissions, de cessions, ou de concessions de droits d'exploitation ou de gages, mais qu'aucune transmission de propriété, non plus qu'aucune cession de concession de droit d'exploitation ou de gage relativement à une marque déposée ne sera valable, *à l'égard des tiers*, qu'après avoir été déclarée à l'Office national de la propriété industrielle et transcrite sur les registres mis gratuitement à la disposition du public ;

Les mêmes formalités sont exigées, sous la même sanction, si la marque fait l'objet d'un apport en société.

Cette obligation de l'inscription sur les registres de l'Office, pour la validité du transfert de la propriété de la marque, a rendu facile l'organisation de la procédure de saisie des marques. Cette procédure est réglée par l'article 8 du projet sur lequel nous ne croyons pas devoir insister.

Les étrangers qui possèdent en France des établissements d'industrie ou de commerce jouissent pour les produits de leurs établissements du bénéfice de la loi sur les marques, à charge de se conformer aux formalités qu'elle prescrit. Les étrangers et les Français dont les établissements sont situés hors de France, ont le même droit si, dans les pays où ils sont situés, des conventions diplomatiques ou les lois internes (loi du 26 novembre 1873) ont établi la réciprocité pour les marques françaises.

Le projet de revision de la loi de 1857 consacre ces dispositions, il exige toutefois que les marques étrangères, dont la protection est demandée en France, soient régulièrement déposées ou enregistrées dans leur pays d'origine.

Il a paru légitime de poser en principe que les droits des étrangers, en matière de marques, ne seraient pas plus étendus en France que dans leur propre pays puisque, aux termes de l'article 6 de la Convention d'union, les

Digitized by Google

marques régulièrement déposées dans le pays d'origine, devaient être admises au dépôt et protégées telles quelles dans les autres pays de l'Union.

Le projet de revision n'apporte aux dispositions de la loi de 1857, relatives aux pénalités, qu'un petit nombre de modifications inspirées par des motifs d'équité et destinées à combler des lacunes révélées par la pratique.

L'article actuel de la loi de 1857, qui punit la contrefaçon, atteint celui qui, *même de bonne foi*, a contrefait une marque ou fait usage d'une marque contrefaite.

C'est là une sanction, assurément efficace, mais bien rigoureuse lorsqu'un industriel par exemple, commet, par rencontre fortuite, et sans intention de nuire, une contrefaçon de marque déposée. Il est, d'autre part, contraire aux dispositions générales de notre loi pénale de frapper de pénalité des actes délictueux en eux-mêmes, mais commis de bonne foi. C'est pourquoi l'article 2 du projet est complété par l'adjonction du mot « sciemment » qui permettra désormais à un industriel pouvant établir sa bonne foi d'échapper à une condamnation pénale. Il est toutefois indiqué, dans le texte même, que, d'une part, l'ignorance alléguée d'une marque régulièrement déposée, ne peut à elle seule être admise comme preuve de bonne foi, et que d'autre part, le contrefacteur de fait, échappant en raison de sa bonne foi à la loi pénale, n'en est pas moins tenu éventuellement de réparer le préjudice civil causé par lui au propriétaire de la marque.

Le même article érige en délit une fraude qui a pris, dans ces dernières années, une extension considérable et qui jusqu'ici n'est réprimée que civilement par l'action en concurrence déloyale. Il s'agit du fait de livrer à celui qui demande un produit caractérisé par une marque déposée (le plus souvent par une dénomination) un produit similaire non fabriqué par le propriétaire de la marque.

Les dispositions atteignant l'imitation frauduleuse de la marque, ne sont pas modifiées, mais celles réprimant l'usage d'une marque portant des indications propres à tromper l'acheteur sur la nature du produit sont, à juste titre, étendues à la tromperie sur la qualité et sur l'origine du produit.

Le projet de 1916 contient enfin un titre nouveau, le titre V, consacré à régler les statuts des marques collectives.

Ainsi que nous le rappelions au début de cette étude, le titre V a été depuis détaché du projet de loi sur la réforme de la législation des marques, et présenté seul devant le Parlement. L'analyse très détaillée du rapport de M. le député Ribeyre, dans les numéros des 14 et 21 juillet, a mis les lecteurs de la « Revue générale de l'Électricité » complètement au courant des dispositions du projet tel qu'il est sorti des délibérations de la Commission du Commerce et de l'Industrie.

Nous nous bornerons, sur ce projet, aux observations suivantes :

Il serait utile, à notre avis, que la marque collective comportât par elle-même des indications, soit explicites, soit conventionnelles, permettant de reconnaître à première vue qu'il s'agit bien d'une marque collective et non d'une marque individuelle. Le texte de la Commission, pas plus d'ailleurs que celui du projet du gouvernement, ne contient aucune disposition à cet égard. Il y a là une lacune qu'il serait utile de combler.

Dans l'article 5 du projet consacré au droit de poursuite reconnu aux collectivités, la Commission du Commerce et de l'Industrie s'est résolument écartée du projet du gouvernement. Nous n'hésitons pas à penser que c'est à tort, et que le maintien dans le projet du texte de la Commission serait tout à fait regrettable et frapperait, dès sa naissance, la loi nouvelle d'une complète impuissance.

Désireuse d'éviter de porter une atteinte quelconque à des règles considérées par elle « comme fondamentales dans notre procédure », la Commission s'est refusée à concéder à la collectivité, par la loi même, le monopole du droit de poursuite. Elle admet le droit de poursuite en faveur des usagers de la marque collective et ne l'accorde à la collectivité que *dans la limite du mandat qui lui est confié à cet effet par ses membres*.

Son système repose sur l'idée de la collation d'un mandat donné à la collectivité par ses membres, mandat spécial à telle poursuite à exercer, ou mandat donné une fois pour toutes. C'est seulement en justifiant de ce mandat que la collectivité peut faire état de l'intérêt particulier de ses membres.

La nécessité du mandat, si elle subsistait, serait de nature à paralyser tous les effets utiles de la loi projetée. Sans doute, la Commission a pu penser que les pouvoirs utiles seraient aisément confiés aux collectivités ; mais en serait-il réellement ainsi ? On ne peut l'espérer à titre général. En tout cas, il ne faut pas oublier qu'il est une règle également fondamentale dans notre législation, c'est que le mandat est essentiellement révocable.

Pour que le système de la Commission, malgré ses inconvénients manifestes, fût viable, il aurait fallu tout au moins qu'elle formulât expressément, en faveur des collectivités, une exception au principe de la révocabilité du mandat pendant toute la durée d'affiliation à la collectivité.

Exception pour exception, il paraît plus simple et plus logique de donner à la collectivité le monopole des poursuites, en le tempérant comme le faisait très sagement le texte du gouvernement par le *droit d'intervention* réservé à tout membre de la collectivité.

Si l'on objecte que ce système peut, dans certains cas, amener la collectivité à faire bon marché de l'intérêt spécial d'un de ses membres, il est facile de répondre que celui-ci aura toujours d'une part, en ce cas, une action en dommages-intérêts contre la collectivité pour le préjudice subi de son chef, et vraisemblablement aussi l'action en concurrence déloyale contre le contrefacteur de la marque collective que la collectivité se refuserait à poursuivre.

Le système de la Commission est, d'autre part, en

Digitized by Google

contradiction formelle avec les principes fondamentaux de la propriété industrielle. En matière de propriété industrielle, en effet, c'est au propriétaire du titre qu'appartient seul le droit de poursuite, non au licencié ou usager, détenteur précaire, qui n'a qu'un droit, c'est qu'on lui assure la jouissance paisible que lui confère son droit d'usager ou sa licence. Les auteurs sont unanimes pour approuver cette solution consacrée par la jurisprudence tout entière.

Le maintien de cette règle tutélaire est nécessaire ici pour assurer la défense des intérêts généraux à l'encontre des intérêts particuliers.

Or, le seul propriétaire de la marque collective est la collectivité, ses membres ou ses adhérents n'ont que la jouissance, sous conditions, de la marque. Le droit de poursuivre les atteintes à cette marque ne peut leur être conféré.

L'article 7 du projet qui a trait au droit des collectivités étrangères, les admet à invoquer la présente loi, à la condition de justifier qu'elles remplissent les conditions imposées à l'article premier, ce qui implique qu'elles doivent posséder la personnalité juridique. C'est une exigence, qui paraît être excessive, et il eût, semble-t-il, suffi de dire qu'elles devaient être habiles à ester en justice. Par contre, il paraît tout à fait insuffisant de n'exiger que l'acceptation au dépôt la marque dans le pays d'origine. Il faut aller plus loin et exiger que les marques soient *légalement protégées au pays d'origine*.

La deuxième condition requise par l'article 7 est qu'une *protection équivalente* soit accordée dans le pays d'origine aux marques des personnes morales ou collectivités françaises.

Cette expression « protection équivalente » ne manquerait pas, si elle était maintenue, de soulever de graves difficultés. Elle figure, il est vrai, dans le texte du gouvernement (art. 30) mais elle n'en est pas moins fâcheuse.

L'équivalence d'une protection est une notion mal définie, qui ne peut être reconnue qu'après une analyse approfondie de la législation étrangère. Elle prête à d'interminables discussions. Il serait sage d'autoriser les collectivités étrangères à se prévaloir de la loi française, toutes les fois que propriétaires *d'une marque légalement protégée* dans leur pays d'origine, elles pourront invoquer soit *la Convention internationale de 1883, soit la réciprocité légale ou diplomatique.*

Le projet de la Commission ne prévoit pas l'établissement d'une taxe pour les marques collectives.

Le dépôt des marques collectives doit, pour éviter des abus, être accompagné du paiement d'une double taxe : taxe de dépôt qui pourrait, sans inconvénient, être fixée à 100 fr, taxe d'enregistrement de 25 fr par classe, par exemple, sans pouvoir excéder en tout 500 fr. L'objection tirée de ce que le dépôt des marques ordinaires ne comporte pas actuellement de taxe est inopérante, et il serait très regrettable que le projet sur les marques collectives fût voté sans que la question des taxes fût résolue.

Ces quelques modifications pourraient, sans difficulté, être introduites dans le texte proposé, elles n'en retarderaient pas le vote, impatiemment attendu, mais seraient de nature, semble-t-il, à rendre la loi plus utile et plus efficace.

Souhaitons, en terminant, que le Parlement, dès sa rentrée, trouve le temps de voter le projet limité qui lui est soumis, souhaitons également que le vote de ce titre détaché spécial aux marques collectives ne soit pas un obstacle au vote ultérieur rapide des autres réformes projetées en ce qui concerne la législation des marques dans son ensemble. Elles ont été mûrement étudiées depuis vingt ans, elles répondent à un besoin sérieux et comme telles méritent, au plus haut point, de retenir l'attention du Parlement.

André TAILLEFER,
Avocat à la Cour de Paris ; ancien élève de l'École polytechnique ; membre de la Commission technique de l'Office national de la propriété industrielle.

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret modifiant le service de l'inspection de l'enseignement technique.

Le « Journal officiel » du 2 août 1917 publie p. 6018 l'arrêté suivant pris en date du 28 juillet 1917.

ARTICLE PREMIER. — L'article premier du décret du 21 juillet 1908 est ainsi modifié.

« Les cadres du service de l'inspection de l'enseignement technique au ministère du Commerce et de l'industrie comprennent :

» Six inspecteurs généraux ou inspectrices générales ;

» Deux inspecteurs généraux adjoints ou inspectrices générales adjointes. »

ART. 2. — Le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, et le ministre des Finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 12. — 22 SEPTEMBRE 1917.

Chronique. — Appel de l'Union nationale intersyndicale des marques collectives. — Les travaux de la Section économique du deuxième Congrès de la Houille blanche. — Nomination, p. 441 et 442.

Section scientifique et technique. — La distribution électrique mono-triphasée (*suite et fin*), par A NOUGUIER, p. 443. — Revues, analyses et informations : Appareil télégraphique Wheatstone imprimeur système Bianco, p. 449; Mesure du facteur de réflexion, p. 453; Note sur l'essai des aimants pour magnétos, p. 454; Appareil pour la radiographie et la radioscopie, p. 456.

Section industrielle. — Aménagement des forces hydrauliques en pays de montagne : Etude comparative de différents types de barrages en maçonnerie, mixtes, en béton armé et métalliques (*suite*), par E. MAYNARD et P. LÉVY-SALVADOR, p. 457. — Revues, analyses et informations : L'usine génératrice de la Western United Gas and Electric Company, à Aurora (Illinois), p. 465; La nouvelle usine électrique de la ville de Coire, p. 466; Puissances requises par les élévateurs de grains, p. 467; L'interconnexion des réseaux hydro-électriques de Washington Water-Power Company, p. 468.

Section économique et financière. — Contrôle des comptabilités. — Le rôle des Chartered Accountants en Grande-Bretagne, par Louis ROSENFELD, p. 469. — Assemblées générales : Société parisienne pour l'Industrie des Chemins de fer et des Tramways électriques, p. 472 ; Compagnie des Tramways de l'Est Parisien, p. 473; Compagnie d'Électricité du Sud-Ouest p. 473; Compagnie électrique des Tramways de la Rive gauche de Paris, p. 474; Société des Forces motrices d'Auvergne, p. 474.

Section de législation. — La nouvelle loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques, p. 475.

Appel de l'Union nationale intersyndicale des marques collectives. — Nous recevons de cette Union la note suivante :

UNIS FRANCE

L'Union nationale intersyndicale des marques collectives, en créant une marque d'origine destinée à authentifier les produits français, n'a fait que mettre en pratique, dans le monde commercial, les idées de droit, de justice et de loyauté.

La nécessité de la création de marques d'origine, sérieusement contrôlées, a été reconnue comme le complément, mieux, le point d'appui indispensable des mesures répressives contre les fausses indications d'origine, à la Conférence parlementaire internationale du Commerce qui s'est réunie à Rome au mois de mai dernier.

Le « Bulletin officiel de la Propriété industrielle » publié à Berne, a récemment montré la nécessité d'accorder un traitement de faveur à ces marques, qui devront fatalement suppléer les certificats d'origine, si difficiles à établir avec sincérité.

Dans les pays neutres comme la Suisse et la Suède, on a reconnu également l'importance de ce mouvement; des organisations intéressantes, notamment la marque U. I. G. de Genève, fonctionnent déjà.

Seule, l'Allemagne proteste, et cette protestation est le plus clair des avertissements.

Le Conseil d'administration de l'Union nationale intersyndicale, fort de l'appui de nombreux syndicats patronaux, une centaine bientôt, fier de voir grossir chaque jour le nombre des usagers, tant à Paris que dans les départements où un mouvement très net se dessine — la reproduction de la marque « Unis-France » dans de nombreuses annonces en est la preuve évidente — a pensé que le moment était venu de faire appel aux industriels qu'il lui est impossible de toucher individuellement et de leur donner quelques brefs renseignements sur les conditions d'application de la marque et sur les démarches à faire pour en obtenir l'usage.

Pour les conditions d'application il suffira de lire le texte de la demande d'admission reproduit ci-dessous :

DEMANDE D'ADMISSION A L'USAGE DES MARQUES

_______ soussigné (*Raison sociale, adresse*) _______

déclar _______ solliciter du Syndicat (*Nom et adresse*) _______

dont _______ membre (1), l'admission à l'usage des Marques Inter-Syndicales de l'U. N. I. S.

_______ déclar _______ en outre :

1° Etre dans les conditions prévues à l'article VIII du Règlement Général d'Emploi des Marques de l'U. N. I. S., et joindre à l'appui de cette demande les justifications ci-après :

____

2° Etre industriel depuis (*date*) _______

(1) Dans le cas particulier d'industriel non adhérent au Syndicat, barrer ces deux mots.

Digitized by Google

établi en France, à (*Indiquer les Etablissements industriels*) ______

______

avec succursales à l'Etranger, à (*Indiquer les Succursales*) ______

______

3° Fabriquer (ou récolter) dans ces établissements ou faire fabriquer (ou récolter) au dehors, en France, sous ______ responsabilité.

4° Exercer les industries suivantes :

______

5° Demander l'autorisation de faire usage des Marques exclusivement pour les produits suivants :

______

______

6° Avoir pris connaissance du Règlement Général d'Emploi des Marques de l'U. N. I. S. et du Règlement Syndical d'Emploi des Marques Collectives et ______ engager à ______ soumettre à toutes les clauses de ces deux règlements, ainsi qu'à toutes les mesures de contrôle de l'U. N. I. S. et du Syndicat.

7° Prendre l'engagement d'accepter la décision que le Syndicat prendra souverainement, et à n'exercer, du fait de cette décision, aucune action pour quelque cause et sous quelque forme que ce soit.

8° Prendre l'engagement d'acquitter :

a) Un droit d'inscription ;

b) Une cotisation annuelle.

Paris le ______

(*Signature*)

Pour obtenir le droit à l'usage de la marque, s'il ne relève pas d'un syndicat déjà adhérent, l'industriel n'a qu'à s'adresser à l'Union nationale, 4, place de la Bourse, qui se chargera de lui fournir un imprimé de demande. Quand celui-ci aura été retourné, rempli et signé, la demande sera instruite par les syndicats qui, seuls, ont la compétence pour renseigner l'Union, qu'il s'agisse d'industriels adhérents ou non adhérents au Syndicat.

La formule inscrite dans l'affiche apposée dans toute la France, au-dessous des marques, doit plus que jamais attirer la sérieuse attention de tous les intéressés :

PRODUCTEURS, EMPLOYEZ-LES,
ACHETEURS, RÉCLAMEZ-LES,
FRANÇAIS, PROPAGEZ-LES.

Les travaux de la section économique du deuxième Congrès de la Houille blanche. — Dans le numéro du 27 janvier, t. I, p. 122, nous signalions les deux volumes que venait d'éditer la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, de l'Electrochimie, de l'Electrométallurgie et des Industries qui s'y rattachent et où sont publiés les mémoires et rapports qui devaient être présentés et discutés au deuxième Congrès de la houille blanche, en septembre 1914. Nous donnons aujourd'hui, aux pages 93, 94, 95 et 96 du fascicule de « Documentation » une brève analyse de ceux qui se rapportent à la section économique. Ajoutons ici quelques renseignements généraux sur les travaux de cette section.

Cette section était présidée par M. de la Brosse, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chargé du service des Forces hydrauliques dans la région des Alpes; son vice-président était M. Villard, ancien président de la Société d'Economie politique de Lyon; son secrétaire, M. Routin, ancien élève de l'Ecole polytechnique, ingénieur à Grenoble.

Dix questions étaient au programme de la section; un rapporteur avait été désigné pour chacune d'elles; voici les titres de ces questions et les noms des rapporteurs :

Résultats économiques à attendre de l'aménagement du Rhône; rapporteur : E.-F. Cote, ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la « Houille blanche » ;

Du rôle des réservoirs dans la régularisation des cours d'eau; rapporteur : I. Wilhelm, ingénieur des Ponts et Chaussées, à Grenoble;

Du rôle des banques dans le développement des industries de la houille blanche; rapporteur : G. Charpenay, banquier, à Grenoble;

De l'intervention de l'Etat dans le développement économique de la houille blanche; rapporteur : Ducrest, ancien élève de l'Ecole polytechnique, ingénieur à Grenoble;

Des charges financières qui grèvent les forces hydrauliques privées et celles qui sont concédées par l'État, les départements ou les communes; rapporteur : Ch. Lépine, ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur délégué de la Société hydro-électrique de Fure et Morge et de Vizille;

Des progrès économiques et des profits locaux auxquels les vallées de montagnes peuvent légitimement prétendre par l'utilisation de leurs forces hydrauliques et la protection de leurs sites naturels; rapporteur : P. Girod, directeur général de la Société électrométallurgique, procédés Paul Girod, à Ugine;

Entreprises utiles à l'amélioration du régime des eaux; rapporteur : P. Descombes, président de l'Association centrale pour l'aménagement des montagnes;

La houille blanche et la métallurgie; rapporteur : G. Flusin, professeur de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble;

La houille blanche et la traction électrique des chemins de fer; rapporteur : Ch. Tissot, président de l'Union électrique, administrateur délégué de la Banque suisse des chemins de fer à Bâle;

La houille blanche et l'agriculture; rapporteur : H. Cahen, ancien élève de l'École polytechnique, administrateur délégué du Sud-Electrique.

A l'exception de celui de M. Cote, dont la rédaction n'a pu être faite en raison des événements, tous ces rapports sont publiés dans le premier volume de l'ouvrage « Deuxième Congrès de la Houille blanche », où ils occupent 213 pages; ils sont précédés d'un avant-propos, où le président de la section, M. de la Brosse, fait ressortir l'intérêt particulier que présente chacun d'eux.

On trouvera les analyses de ces travaux dans le fascicule « Documentation » de ce numéro, pages 93 à 96 de la Section économique. Quant au rapport de M. Cahen, qui doit être reproduit dans un de nos prochains numéros, il n'a été que signalé.

Nomination. — Dans le numéro du 17 février, nous signalions, t. I, p. 242, la promotion de M. R. DE LA BROSSE, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, au grade d'Officier de la Légion d'Honneur au titre de « lieutenant-colonel (territorial) détaché à la direction générale des Fabrications de l'Artillerie » et nous rappelions à ce propos les importants services rendus par cet ingénieur tant à la Défense nationale, dans ses nouvelles fonctions, qu'aux intérêts économiques du pays, dans sa direction du Service des grandes Forces hydrauliques. Nous sommes heureux d'enregistrer aujourd'hui sa nomination, par décret du 9 septembre, comme inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

La distribution électrique mono-triphasée (*Suite et fin*)

Dans ce deuxième article, l'auteur fait l'étude du convertisseur tri-monophasé employé en Amérique, pour alimenter des installations monophasées par des usines ou des distributions triphasées. Il indique ensuite le principe théorique d'un nouveau convertisseur mono-triphasé. Enfin, il examine les circonstances d'exploitation, dans lesquelles les divers convertisseurs de phases précédents peuvent être avantageusement utilisés.

III. — **Convertisseur tri-monophasé.** — Ce second système de convertisseur est représenté par la figure 8. Il est basé, comme le précédent, sur l'emploi d'un mo-

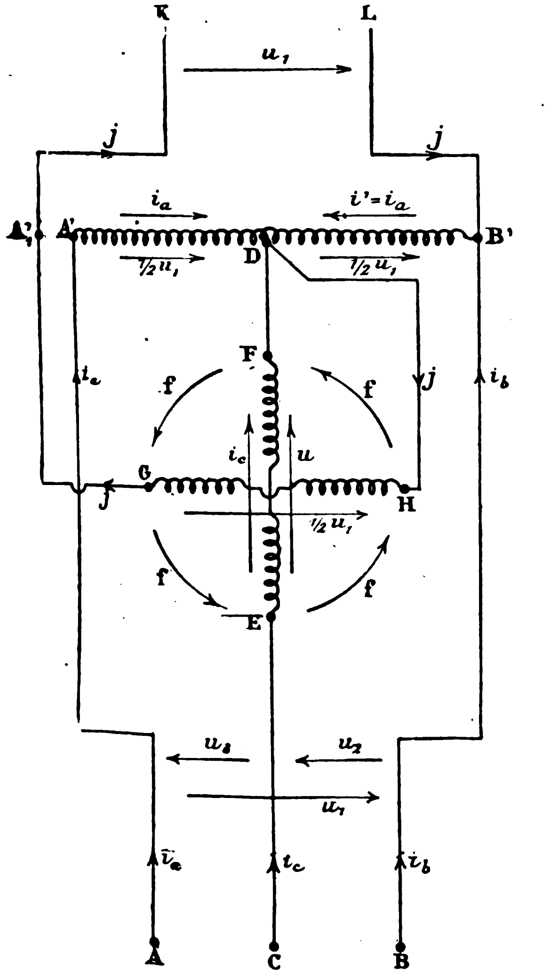


Fig. 8. — Schéma du convertisseur tri-monophasé.

teur diphasé d'induction et d'une bobine d'inductance A'B' dont l'enroulement est divisé en deux moitiés parcourues par des courants égaux et de sens inverses.

Le courant monophasé j passe en série dans B'D puis dans HG.

On donne à l'enroulement EF un nombre de spires égal à $\sqrt{3}$ fois le nombre de spires de l'enroulement GH (au lieu de $\frac{\sqrt{3}}{2}$ fois dans le cas précédent).

Le moteur étant alimenté par la génératrice triphasée, les trois tensions u_1, u_2 et u_3 sont bien triphasées. Le point milieu D de l'enroulement A'B' de la bobine d'inductance est au potentiel $\frac{V_{A'} + V_{B'}}{2}$, c'est-à-dire que $V_{A'} - V_D = \frac{u_1}{2}$ et $V_D - V_{B'} = \frac{u_1}{2}$. Le diagramme des tensions de la figure 3 est donc encore exact et il nous montre que la tension $u = V_E - V$ ou $V_C - V_D$ qui peut s'écrire $(V_C - V_B) + (V_B - V_D)$ est représentée par le vecteur $\overline{CD}$ et égale à $\frac{U\sqrt{3}}{2}$, en valeur efficace.

Le moteur convenablement lancé à vide, dans le sens des flèches f, continuera à tourner presque au synchronisme, dans le même sens, alimenté par l'enroulement EF qui, ici, est l'enroulement récepteur.

Etant donné le sens de rotation, la tension $V_G - V_H$ sera en avance d'un quart de période sur $u = V_E - V_F$ représenté par $\overline{CD}$. Cette tension $V_G - V_H$ sera donc de même phase que u_1, et, comme le nombre de spires de GH est $\frac{1}{\sqrt{3}}$ fois celui de EF, la tension $V_G - V_H$ aura pour valeur efficace $\frac{U\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$, c'est-à-dire $\frac{U}{2}$. Ainsi $V_G - V_H = \frac{u_1}{2}$.

Il en résulte que la tension monophasée $V - V_L$ ou $V_{A'_1} - V_{B'}$, qui est égale à $(V_G - V_H) + (V_D - V_{B'})$, sera exactement égale à u_1.

En ce qui concerne les intensités, nous allons voir que, à la condition de changer tous leurs sens positifs, on peut encore leur appliquer le diagramme de la figure 3.

Digitized by Google

Le courant j, qui passe dans l'enroulement générateur GH du convertisseur, doit être tel que la puissance débitée par GH soit égale à la puissance changée de signe absorbée par EF, mais déphasée de $\frac{\pi}{2}$ en avant sur cette puissance absorbée changée de signe. On voit facilement que, pour cela, l'intensité efficace de j doit être égale en valeur absolue à celle de i_c multipliée par $\sqrt{3}$ et que ce courant j doit être déphasé, par rapport à $-\frac{u_1}{2} = -(V_G - V_H)$, du même angle φ_c que le courant i_c, par rapport à $u = V_E - V_F$.

On a donc

$$j = -(I_c\sqrt{3})\sqrt{2}\sin(\omega t - \varphi_c).$$

Sur la figure 3, dont les sens positifs des intensités sont changés, les courants j et i_c sont représentés par les vecteurs $\overline{LQ}$ et $\overline{MP}$, le premier perpendiculaire au second en son milieu et égal à $\overline{MP}\sqrt{3}$.

D'autre part, en appliquant la première loi de Kirchhoff au point D (fig. 8), on a :

$$i_a + i' + i_c - j = 0$$

et, comme les ampères-tours magnétisants absorbés par la bobine d'induction A'B' (fournis par les bornes A et B de la génératrice triphasée) sont négligeables devant leurs composantes $1/2\, m\, i_a$ et $-1/2\, m\, i'$, on a pratiquement

$$\frac{1}{2} m i_a - \frac{1}{2} m i' = 0,$$

c'est-à-dire

$$i_a = i',$$

De ces deux dernières équations on tire

$$i_a = \frac{j}{2} - \frac{i_c}{2},$$

ce qui montre que le courant i_a est représenté sur le diagramme de la figure 3, par le vecteur $\overline{NM}$.

Enfin, comme on a forcément, dans la ligne triphasée AA', BB', CE :

$$i_a + i_b + i_c = 0,$$

on voit que i_b est représenté par le vecteur $\overline{PN}$.

Ainsi les trois courants i_a, i_b et i_c sont bien triphasés, comme il le fallait pour que la génératrice triphasée pût avoir un bon fonctionnement.

On reconnaît facilement, encore ici, que le convertisseur fournit la contre-partie de la puissance pulsatoire déwattée absorbée par les récepteurs monophasés. Le calcul est le même que pour le dispositif de la figure 2 ou de la figure 5 : il suffit de changer les signes des intensités.

Les puissances se répartissent d'ailleurs comme dans le premier système de convertisseur mono-triphasé représenté par la figure 5 : *la moitié seulement de la puissance P à transformer passe par le convertisseur. Mais celui-ci doit néanmoins être dimensionné comme pour une puissance égale à la puissance totale à transformer P.*

Le rendement est un peu inférieur à celui d'un moteur diphasé de puissance P, à faible charge, mais au contraire un peu meilleur à pleine charge.

Toutes ces conditions s'étudient exactement comme pour le premier convertisseur.

Réversibilité. — Ce second système de convertisseur est réversible, quoique imparfaitement. Si on applique une tension monophasée u_1, entre les bornes A_1' et B' (fig. 8), les récepteurs triphasés étant débranchés aux bornes A, B, C, la tension u_1 se partagera d'une façon quelconque entre GH et DB'. Après qu'on a lancé le rotor au synchronisme, les tensions $V_G - V_H$ et $V_E - V_F$ sont bien diphasées et dans le rapport de $\frac{1}{\sqrt{3}}$ à 1, mais leurs valeurs efficaces absolues ne sont pas fixées.

Posons $u_1' = V_G - V_H$ et $u_1'' = V_D - V_{B'}$; on a bien $u_1 = u_1' + u''_1$, mais les tensions u_1' et u_1'' ne sont pas forcément égales entre elles et à $\frac{u_1}{2}$, ni même de même phase.

La tension $V_{A'} - V_D$ s'établit d'elle-même à la même valeur u_1'' que $V_D - V_{B'}$, par le jeu de la bobine d'inductance et la tension $u' = V_E - V_F$ prend, par le jeu

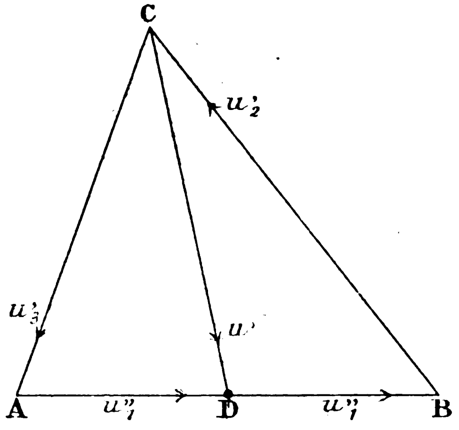


Fig. 9. — Diagramme des tensions du convertisseur tri-monophasé fonctionnant en convertisseur mono-triphasé.

du convertisseur, une valeur efficace égale à $\sqrt{3}$ fois celle de u' et une phase en retard $\frac{\pi}{2}$ sur u_1'.

Ainsi, le diagramme des tensions est tel que le triangle ABC de la figure 9, dont la base $\overline{AB}$ représente

Digitized by Google

la tension $2\,u_1''$ et dont la médiane $\overline{CD}$ représente la tension u'.

Si un ou plusieurs moteurs triphasés, synchrones ou asynchrones, viennent à être branchés en ABC, ils obligent les trois tensions u_1, u_2 et u_3 à devenir triphasées et, par suite, le triangle ABC à devenir équilatéral. Alors la valeur efficace $\overline{CD}$ de u' devient égale à $\frac{\sqrt{3}}{2}$ fois la valeur efficace AB de $2\,u_1''$, c'est-à-dire à $\sqrt{3}$ fois celle de u_1'' et, comme elle est déjà, par le jeu du convertisseur, égale à $\sqrt{3}$ fois celle de $u_1 = V_G - V_H$, on voit que les valeurs efficaces de u_1' et de u_1'' sont égales entre elles.

D'autre part, comme la phase de u' est en retard de $\frac{\pi}{2}$, sur celle de u_1'', d'après le diagramme de la figure 9 (devenu équilatéral) et aussi en retard de $\frac{\pi}{2}$ sur u_1', d'après le fonctionnement du convertisseur, on voit que u_1' et u_1'' sont de même phase.

On conclut facilement de ces deux dernières remarques que $u_1' = u_1'' = \frac{u_1}{2}$.

Alors les tensions sont déterminées tout à fait conformément au diagramme des tensions de la figure 3.

Quant aux intensités j, i_a, i_b et i_c, elles sont figurées par le diagramme de la figure 3, ou par celui de la figure 6, selon que les récepteurs triphasés absorbent des courants équilibrés, ou non équilibrés.

Ainsi, *ce second convertisseur est réversible, sans addition d'aucun dispositif spécial, mais à la condition qu'il y ait au moins un moteur triphasé branché sur les bornes triphasées*, pour équilibrer les tensions.

Sans charge, ces tensions ne seront pas équilibrées, mais, au moment où on branchera un premier moteur triphasé, elles s'équilibreront immédiatement.

Cette condition spéciale de bon fonctionnement, dans le cas de la transformation de monophasé en triphasé, n'a pas d'inconvénient quand tous les récepteurs triphasés sont des moteurs. Mais s'il y a, sur le triphasé, d'autres récepteurs que des moteurs, comme, par exemple, de l'éclairage, il faudra prendre la précaution de ne les mettre en service qu'après avoir démarré un moteur triphasé. Si ce dernier vient à s'arrêter, par suite du déclanchement de son disjoncteur, ou de la fusion de ses plombs, l'équilibrage des tensions ne sera plus assuré.

IV. — Nouveau convertisseur mono-triphasé.

— La figure 10 représente schématiquement un nouveau système de convertisseur mono-triphasé constitué essentiellement par un moteur d'induction triphasé A'B'C' et par un transformateur d'intensité MNPQ, que nous supprimerons d'abord par la pensée. La figure indique les notations et les sens positifs choisis.

Le moteur A'B'C' étant alimenté en monophasé, par ses bornes A' et B', son rotor, lancé à une vitesse suffisante, se mettra de lui-même au synchronisme et les tensions entre les bornes A', B' et C' seront exactement triphasées (¹) (voir les considérations générales du début).

Si les bornes A, B, C débitent une charge triphasée équilibrée, les courants i_a, i_b et i_c seront triphasés et, si nous négligeons les pertes dans le convertisseur, nous pourrons écrire que les puissances réelles moyennes aux bornes K et L, d'une part, et aux bornes A, B et C,

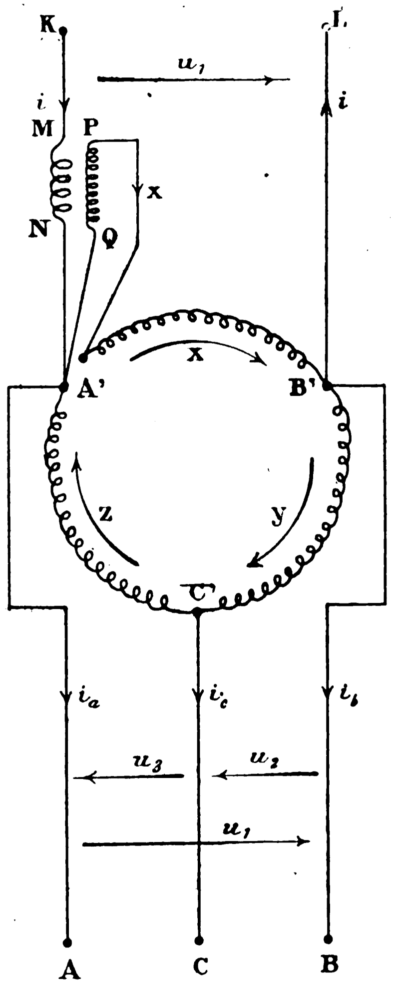


Fig. 10. — Schéma du nouveau convertisseur mono-triphasé.

d'autre part, sont égales (étant donnés les sens positifs choisis), c'est-à-dire que

$$UX \cos \psi = UI\sqrt{3} \cos \varphi,$$

(¹) Pour réaliser pratiquement ce dispositif, il faudrait donner aux enroulements B'C' et C'A' des nombres de spires plus grands qu'à l'enroulement A'B', pour compenser les chutes de tensions dans B'C' et C'A'.

Cette condition est nécessaire, non seulement pour que u_1, u_2 et u_3 soient triphasées, mais encore pour que le fonctionnement du transformateur d'intensité soit normal, ce qui exige $u_1 + u_2 + u_3 = 0$ (voir plus loin).

Digitized by Google

en appelant provisoirement X l'intensité efficace du courant i et ψ le déphasage de ce courant, par rapport à la tension u_1 les autres notations étant les mêmes que précédemment.

Nous aurons une deuxième équation pour déterminer X et ψ, en écrivant que les puissances réactives moyennes en KL et en A,B,C, sont aussi égales, ce qui donne :

$$UX \sin \psi = UI\sqrt{3} \sin \varphi.$$

On déduit très facilement de ces deux équations que X est égal à $I\sqrt{3}$ et que ψ est égal à φ. Par conséquent le courant i est déterminé et égal à

$$i = (I\sqrt{3})\sqrt{2} \sin(\omega t - \varphi). \qquad (1)$$

Pour déterminer les courants x, y et z, dans les 3 phases du convertisseur, nous avons, en appliquant la première loi de Kirchhoff aux sommets A′, B′ et C′, les 3 équations :

$$i = x - z + i_a, \qquad (2)$$

$$i = x - y - i_b, \qquad (3)$$

et

$$y - z = i_c.$$

Mais la troisième n'est qu'une conséquence des deux premières et de la relation nécessaire

$$i_a + i_b + i_c = 0.$$

Nous n'avons donc que deux relations (2) et (3) pour déterminer trois inconnues x, y et z : le régime de fonctionnement est donc, ici encore, indéterminé et le convertisseur ne peut être utilisé ainsi.

Mais, introduisons maintenant le transformateur d'intensité MNPQ, disposé pour réaliser la liaison

$$i = 3x. \qquad (4)$$

Nous aurons ainsi la troisième équation nécessaire pour déterminer x, y et z et le régime de fonctionnement sera lui-même parfaitement déterminé, ainsi que nous le constaterons tout à l'heure en construisant le diagramme des intensités.

Auparavant, vérifions que, ici encore, le transformateur d'intensité se trouve dans d'excellentes conditions pour son bon fonctionnement. En effet, si on désigne par ε la tension $V_Q - V_P$ et par u'_1 la tension $V_P - V_{B'}$, on aura, dans le circuit fermé A′QPB′C′A′.

$$\varepsilon + u'_1 + u_2 + u_3 = 0.$$

Mais, d'autre part, en raison du jeu même du convertisseur, les tensions u'_1, u_2, et u_3 doivent être triphasées et on doit avoir aussi

$$u'_1 + u_2 + u_3 = 0.$$

On déduit immédiatement de ces deux conditions, que la tension ε, entre les bornes P et Q, est forcément nulle et que, par conséquent, le transformateur d'intensité réalisera parfaitement la condition (4).

Le diagramme des tensions étant ABCO (fig. 11), les

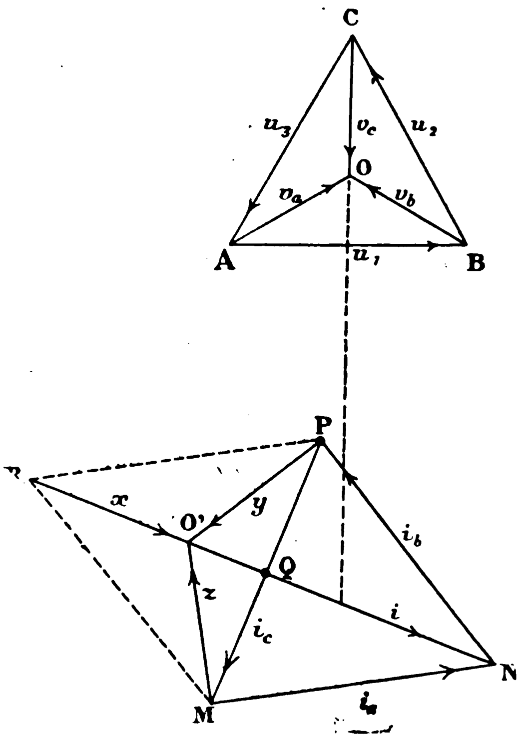


Fig. 11. — Diagramme des tensions et des intensités du nouveau convertisseur mono-triphasé.

courants i_a, i_b et i_c sont représentés par les 3 vecteurs $\overline{MN}$, $\overline{NP}$ et $\overline{PM}$ déphasés respectivement du même angle φ en arrière des tensions v_a, v_b, v_c. Le triangle MNP étant équilatéral, la hauteur ON est égale à $\frac{I\sqrt{3}}{2}$ et on voit que le courant i est représenté, en grandeur efficace et phase, par le vecteur $\overline{RN}$, tel que $\overline{RQ} = \overline{QN}$.

En vertu de la relation (4) le courant x est représenté par le vecteur $\overline{RO'} = 1/3\ \overline{RN}$.

Par conséquent, en vertu des relations (2) et (3), les courants y et z sont représentés par les vecteurs $\overline{PO'}$ et $\overline{MO'}$.

Ainsi les courants x, y et z, dans les trois phases du convertisseur, sont triphasés, mais leur ordre de succession, dans le temps, est inverse de celui des tensions u_1, u_2 et u_3, aux bornes de ces trois phases.

Il en résulte que ces trois courants donnent lieu, encore

Digitized by Google

ici, à un champ tournant parasite en sens inverse du mouvement du rotor, champ parasite qui s'ajoute à celui qui résulte du fonctionnement du convertisseur en moteur monophasé, par la phase A'B'.

Ces deux champs tournants parasites sont annulés, comme dans les convertisseurs précédents, par la réaction du rotor.

On calcule facilement que la puissance instantanée *absorbée* par la phase A'B' du convertisseur est :

$$+\frac{UI\sqrt{3}}{3}\cos\varphi - UI\sqrt{3}\cos(2\omega t - \varphi),$$

et que les puissances instantanées *absorbées* par chacune des 2 autres phases $B'C'$ et $C'A'$ sont :

$$-\frac{UI\sqrt{3}}{3}\cos\left(\varphi - \frac{2\pi}{3}\right) - \frac{UI\sqrt{3}}{3}\cos(2\omega t - \varphi),$$

et

$$-\frac{UI\sqrt{3}}{3}\cos\left(\varphi + \frac{2\pi}{3}\right) - \frac{UI\sqrt{3}}{3}\cos(2\omega t - \varphi).$$

En sorte que la puissance instantanée totale *absorbée* par l'ensemble des deux phases B'C' et C'A' est :

$$-\frac{UI\sqrt{3}}{3}\cos\varphi - \frac{2UI\sqrt{3}}{3}\cos(2\omega t - \varphi).$$

Par conséquent, la puissance instantanée totale absorbée par le convertisseur est entièrement réactive et pulsatoire et égale à

$$-UI\sqrt{3}\cos(2\omega t - \varphi).$$

Ainsi, dans ce cas comme dans les précédents, le convertisseur fournit exactement la contre-partie de la portion pulsatoire de la puissance fournie par la source monophasée aux bornes K et L.

La phase A'B' du convertisseur est réceptrice et les deux autres phases B'C' et C'A' sont génératrices.

On voit facilement que le convertisseur devra être dimensionné comme un moteur d'induction triphasé de puissance P égale à la puissance transformée de monophasé en triphasé et que son rendement sera sensiblement de même ordre que celui d'une moteur monophasé asynchrone de même puissance : un peu inférieur à faible charge et plutôt un peu supérieur à pleine charge (voir plus haut le cas du premier convertisseur mono-triphasé.)

Ce convertisseur pourra, au besoin, accomplir un certain travail mécanique, en même temps qu'il remplira son rôle de convertisseur (voir plus haut).

Il est réversible, théoriquement, si toutes les génératrices triphasées sont asynchrones, c'est-à-dire dans le cas de la traction (voir plus haut), ou bien si toutes les génératrices triphasées synchrones sont pourvues d'amortisseurs Leblanc. Dans tous les autres cas, le régime des courants i_a, i_b et i_c n'est pas déterminé. Pratiquement il n'est jamais réversible dans de bonnes conditions.

Enfin, il est facile de se rendre compte, comme plus haut, que ce convertisseur, quand il fonctionne dans le sens monophasé-triphasé, peut supporter une charge triphasée légèrement déséquilibrée, mais qu'alors, x étant toujours égal à $\frac{i}{3}$, les vecteurs $\overline{RO'}$, $\overline{PO'}$ et $\overline{MO'}$, ne sont plus exactement triphasés et que le champ parasite, qui en résulte, est un peu déformé, ce qui augmente le courant de réaction dans le rotor.

V. — Distribution mono-triphasée. — Les deux systèmes de convertisseurs précédents peuvent être utilisés avantageusement dans certaines distributions électriques.

Par exemple, lorsque le courant est amené à un réseau urbain sous forme de courant monophasé à haute tension, on peut faire, pour la lumière, une distribution monophasée à deux fils sous 110 v, par exemple, ou à trois fils sous deux fois 110 v, alimentée par les bornes secondaires A', D et B' du transformateur de la figure 2 et, en même temps, une distribution de force motrice triphasée sous 110 ou 120 v composés, alimentée par les bornes A, B et C.

De cette façon, le convertisseur de phase sert exclusivement pour la force motrice. Il n'a donc pas besoin d'être aussi puissant que si toute la distribution secondaire était triphasée et, de plus, s'il vient à être avarié, sans que le transformateur le soit, la lumière continue à être assurée. Enfin, le rendement est meilleur, surtout à l'heure de la pointe, puisque toute la lumière est distribuée, sans passer par le convertisseur. On est aussi débarrassé du souci d'équilibrer les charges entre les phases, même si la lumière est distribuée sur deux ponts, puisqu'un transformateur monophasé à deux ponts secondaires peut très bien travailler avec un pont à pleine charge et l'autre à vide et que, d'autre part, la charge de force motrice est toujours très sensiblement équilibrée entre les trois phases.

On a ainsi une distribution secondaire monophasée à deux fils ou à trois fils, pour la lumière avec adjonction d'un fil supplémentaire pour la force motrice, c'est-à-dire, en tout, trois ou quatre fils.

On peut aussi placer le convertisseur chez le client de force motrice. Cet appareil est alors alimenté par les trois fils de la distribution monophasée à deux ponts ; mais le fil d'équilibre de cette distribution doit alors être prévu de section suffisante, pour ce service. En revanche, cette disposition supprime le fil supplémentaire pour la force motrice.

On peut également se servir de ce système pour étendre un réseau monophasé existant, sur lequel la force motrice, grosse et moyenne, se développe plus qu'on ne l'avait d'abord prévu. Dans ce cas, on peut conserver l'usine centrale monophasée avec ses groupes générateurs, son tableau, ses transformateurs, etc...

Digitized by Google

ainsi que toutes les installations monophasées des clients, y compris la petite force motrice déjà installée en monophasé. Il suffit d'ajouter un ou plusieurs convertisseurs de phase: soit à l'usine, soit dans les postes spéciaux et d'ajouter au réseau un fil supplémentaire.

Si la distribution urbaine comporte un réseau primaire monophasé, à tension un peu élevée (2 400, 3 000, 5 000 v, ou même davantage), on peut avoir intérêt à faire la transformation précédente, au départ de l'usine, sur ce réseau primaire lui-même, à l'aide d'un convertisseur de phase, qui peut très bien être construit pour haute tension, si sa puisssance est déjà un peu forte. Il suffit alors d'ajouter un troisième fil à ce réseau primaire. Cette disposition convient très bien au cas où l'on a besoin de desservir quelques gros clients de force motrice, auxquels on peut vendre le courant triphasé directement à haute tension. Sinon, on installera de petits postes statiques de transformation triphasés spéciaux pour la force motrice, identiques aux postes de transformation des réseaux triphasés ordinaires.

Dans d'autres cas, il sera préférable de laisser le réseau primaire monophasé et d'installer en certains points des postes de transformateurs-convertisseurs du type de la figure 2, ou du type de la figure 5, avec addition d'un transformateur.

Comme on le voit, ce système peut procurer bien des facilités.

Le convertisseur de phase, dont le rotor en court-circuit tourne à vide, peut très bien être abandonné à lui-même, comme un poste de transformateur; tout au moins, sa surveillance peut être réduite à une ou deux visites journalières.

Démarrage automatique du convertisseur. — Néanmoins, quand le courant primaire a été interrompu, le convertisseur ne repart pas de lui-même, au retour de ce courant; ce qui, d'ailleurs, est le cas pour tous les convertisseurs. Mais, comme il faut, de toute façon, le munir d'un dispositif de lancement, on pourrait disposer ce dernier de façon qu'il puisse repartir seul. Pour cela, on adopterait, comme dispositif de lancement, un petit moteur monophasé série, à collecteur, monté en bout d'arbre du convertisseur et pourvu, par exemple, d'un démarreur automatique à contacteurs, ou de tout autre dispositif lui permettant de répartir sans inconvénient et sans manœuvre de démarreur à la main, dès qu'il reçoit à nouveau le courant. En prenant les précautions nécessaires pour que le courant monophasé soit toujours appliqué simultanément au moteur de lancement et aux bornes réceptrices G et H du convertisseur, il n'y a pas à craindre que le moteur de lancement ne prenne une vitesse excessive, puisqu'il ne peut pas alors dépasser celle du synchronisme.

Le petit moteur de lancement resterait constamment branché, pendant la marche du convertisseur (ce qui pourrait permettre de réduire le glissement); son collecteur et ses balais seraient prévus largement, à cet effet, pour pouvoir supporter un service ininterrompu. Un unique interrupteur tripolaire, inserré entre les bornes A', D, B' et les bornes A'', F, B'' (fig. 2), permettrait de mettre le convertisseur en marche par sa simple fermeture.

Ce lancement automatique ne présente pas de difficultés, lorsque les récepteurs triphasés sont débranchés, ce qui est le cas, après une interruption de courant primaire, si tous les appareils récepteurs sont munis d'un disjoncteur à minimum.

Si les récepteurs triphasés sont restés branchés, au moment où le courant revient, la situation dans laquelle se trouve le convertisseur est à peu près la même que dans le cas précédent : la phase GH est alimentée sous la tension u_1 et la phase EF n'est parcourue par aucun courant, car les points D et O (O étant le point neutre du réseau triphasé) sont tous deux au même potentiel $\frac{V_{A'} + V_{B'}}{2}$, comme étant, *au point de vue électrique*, les milieux des deux circuits A' D B' et A' A'' A O B B'' B'. Ainsi, aucun courant i_c ne passe pas dans le conducteur D F E C, tant que le convertisseur et les appareils récepteurs sont immobiles. Dès que le convertisseur démarre, sous l'action de son moteur de lancement, le courant i_c prend naissance et, lorsqu'il a pris une valeur convenable, les récepteurs triphasés sont alimentés normalement. Le démarrage spontané du système, dans ce cas, dépend donc de la façon dont les récepteurs triphasés se comportent pendant la courte durée de mise en marche du convertisseur, ainsi que de la façon dont ils peuvent démarrer avec leur rotor resté en court-circuit. Cette dernière difficulté est éliminée, si tous les moteurs triphasés sont pourvus de rhéostats de démarrage à retour automatique. Elle est d'ailleurs commune à tous les réseaux triphasés ou non.

Bien entendu, ces dispositions spéciales de lancement automatique sont inutiles, si le convertisseur est placé à l'usine même, ou dans un poste surveillé, ou bien encore, si l'on peut admettre que, dans les cas, d'ailleurs assez rares, où le courant primaire subit une interruption, on dispose du temps nécessaire pour aller remettre le convertisseur en service. Dans ce dernier cas, il suffira de munir le convertisseur et son dispositif de lancement d'un simple disjoncteur à minimum.

A. Nouguier.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Appareil télégraphique Wheatstone imprimeur système Bianco (1).

Parmi tous les systèmes de télégraphie rapide utilisés en Europe, l'appareil Wheatstone et l'appareil Baudot figurent incontestablement au rang des plus répandus. Le Wheatstone, très réputé en Angleterre, a la qualité d'être extrêmement simple et d'assurer une parfaite utilisation des lignes; par contre, il a le défaut de ne pas imprimer les messages comme l'appareil Baudot. De son côté, si le Baudot a la qualité d'être imprimeur, il a le grand défaut d'exiger le synchronisme des appareils en correspondance, ce qui nécessite un réglage délicat. C'est cette absence de synchronisme qui fait que le système Wheatstone se prête aux grandes transmissions multiples. Nous en avons un exemple en Italie où un seul appareil Wheatstone installé à Rome transmet simultanément à toutes les villes le compte rendu des séances du Parlement. M. Alfred Bianco, par la transformation qu'il a imaginé de faire subir à l'appareil Wheatstone, a réussi à lui donner les qualités de télégraphe imprimeur.

Au langage Morse, dit-il, j'ai apporté les modifications suivantes :

1° J'ai supprimé l'O accentué et lui ai substitué le signal d'erreur de l'appareil Baudot ;

2° J'ai complètement supprimé l'E accentué ;

3° J'ai supprimé l'A tréma et employé ses signaux à d'autres fins ;

4° J'ai transformé les nombres et signes de ponctuation de manière à les représenter par les mêmes combinaisons de points et de traits que les lettres ;

5° J'ai supprimé le CH que j'ai remplacé par la lettre K, moins répandue, et ai affecté les signaux de cette dernière lettre à la représentation de la lettre T ;

6° Le signal du T devenant disponible, je l'ai adopté pour le blanc des lettres. J'ai préféré un signal bref ici afin de donner plus de rapidité à la transmission.

Pour transformer en appareil imprimeur le système Wheatstone ordinaire, voici sur quelle base ont été faites les modifications :

A. — Les postes de transmission et de réception et les conditions des courants de ligne ne sont pas modifiés. A la réception on continue à se servir de la bande Morse ;

B. — L'armature de sounder, qui existe actuellement dans tout groupe récepteur Wheatstone, oscille entre deux contacts électrisés et non entre contacts morts.

Première partie. — Cette partie montre comment s'effectue la distinction à l'arrivée entre les points, les traits et les espacements, ce qui constitue l'analyse de chaque signal (fig. 1).

27 représente une pile à laquelle sont raccordés tous les circuits de la figure 1.

28 est un interrupteur fermé qui permet à tous les circuits de développer leur action propre.

29 figure une roue quelque peu semblable à l'induit d'une dynamo tournant sur son axe. Sa vitesse variable se règle à l'aide d'une vis micrométrique. Sa rotation continue a une influence particulière sur tous les circuits de la figure.

(1) Alfredo Bianco, *L'Elettricista*, 15 janvier-1er février 1917, t. VI, nos 2 et 3, p. 9, 10 et 11, et 19, 20 et 21, 6 fig.

25-26 est une armature de sounder récepteur oscillant entre les contacts 30 et 31. A chacun de ses mouvements (point, trait ou espacement) correspond une action des électro-aimants 32, 33 ou 34.

Les connexions des divers circuits de la figure 1, examinés à partir du côté gauche de la pile vers le côté droit, sont les suivantes :

1° Le point 34 communique avec la roue 29 au moyen du

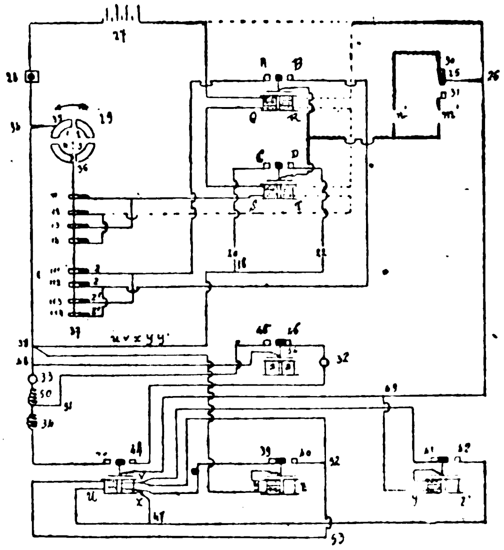


Fig. 1.

balai 35 et établit successivement le contact avec les segments 1, 2, 3, 4 de ladite roue.

Ces segments sont doublés, c'est-à-dire qu'à chaque segment en correspond un second isolé du premier et des suivants, ce qui fait que les huit segments sont tous isolés les uns des autres. Remarquons, toutefois, que le balai 35 établit le contact entre segments de chaque paire.

Dans sa rotation, la roue 29 entraîne un axe portant 8 anneaux 11, 12, 13, 14, 111, 112, 113, 114, tous isolés entre eux et sur lesquels viennent s'appuyer huit autres balais.

Le segment 1 communique avec l'anneau 11, et son double, non représenté sur la figure, communique avec l'anneau 111.

Le segment 2 communique avec l'anneau 12 et son double avec l'anneau 112.

Le segment 3 communique avec l'anneau 14 et son double avec l'anneau 113.

Le segment 4 communique avec l'anneau 13 et son double avec l'anneau 114.

Les balais des anneaux 11 et 13 sont reliés au même fil qui actionne les côtés gauches S et Q des deux relais ST et QR va se rattacher à la pile 27.

2° Le balai de l'anneau 111 est relié au contact A de l'armature du relais QR ; mais, avant d'aboutir en A, il magnétise le côté Z du relais Y, Z.

Au repos, l'armature du relais QR ne communique ni avec le contact A, ni avec le contact B.

L'armature du relais QR et celle du relais ST (qui, dans

Digitized by Google

la position du repos ne communique ni avec le contact C, ni avec le contact D) sont reliées aux contacts 30 et 31.

La dérivation du contact 30 aimante le côté N du relais NM et celle du contact 31 aimante le côté M dudit relais NM.

Par ces contacts 30 et 31 et par la lame vibrante 25-26, les armatures des deux relais QR et ST communiquent avec la pile 27.

Le balai de l'anneau 113 a un circuit identique à celui de l'anneau 111 avec cette différence que le circuit du balai 111 magnétise le côté Z du relais Y, Z, alors que le circuit du balai 113 magnétise le côté Z' du relais Y', Z'.

4° Au balai de l'anneau 112 se rattache un fil qui effectue un second enroulement sur le côté Z du relais Y, Z, se superposant à un enroulement déjà existant et va aboutir au contact B de l'armature du relais QR.

5° Au balai de l'anneau 114 se rattache un fil qui effectue un second enroulement sur le côté Z' du relais Y' Z', se superposant à un enroulement déjà existant et va aboutir aussi au contact B de l'armature du relais Q R.

6° Du point 38, qui est en communication avec 34, part un fil se rattachant aux contacts C et D de l'armature du relais S T. De cet ensemble de circuits il résulte que le fil allant du point 38 au point 18 désaimante, par des bobines isolées des enroulements existants, les côtés U, V, X, Y, et Y' des relais U, V, X, Y, Z, Y' Z'.

Le fil du point 18 au courant C magnétise, par des bobines isolées des enroulements existants, les côtés Q et S du relais Q R et S T et y démagnétise les côtés R et T.

Le fil du point 18 au contact D magnétise, par des bobines isolées des enroulements existants, les côtés R et T des relais Q R et S T et y démagnétise les côtés Q et S.

7° Du point 38 part un fil qui s'enroule sur le côté Z du relais Y Z et aboutit à l'armature dudit relais. A l'état de repos, cette armature reste abattue sur le contact 39.

Au contact 39 se rattache un fil communiquant avec l'enroulement X du relais U V X et y magnétise le côté V X. Au point 47, ce fil se bifurque et va aboutir, d'une part, au contact 42, et d'autre part, passant par les enroulements U V du relais U V X, y magnétise les côtés U et V et va aboutir au contact 40.

A l'état de repos, l'armature du relais Y' Z' reste sur le contact 41. Cette armature se prolonge par un fil s'enroulant sur le côté Y' du relais Y' Z qu'il magnétise et va aboutir à 49.

Quand le relais U V X est parcouru par un courant, soit en U et V ou en U et X, l'armature étant également attirée des deux côtés ne s'appuie ni sur le contact 43, ni sur le contact 44.

Si l'aimantation de V et X du relais V X cessant, ladite armature vient à tomber sur le contact 45, alors que l'armature 25-26 s'appuie sur le contact 31 pendant une durée supérieure à un point, il résultera du fait de l'établissement du contact en 43 qu'une émission de courant, partant du point 48 au point 49, produira un trait à la réception. Cette émission ne produirait qu'un espacement si, dans le même temps, l'armature 25-26 s'appuyait sur le contact 30 plutôt que sur le 31.

Si, par contre, l'aimantation de U du relais U V X cessant, l'armature vient sur le contact 44 alors que la lame 25-26 est abaissée pendant un temps moins long que n'en exige la transmission d'un trait, il en résultera que ladite armature donnera passage au contact 44 à une émission de courant qui passera encore du contact 48 au contact 49 et se traduira par un point au poste d'arrivée.

8° Du point 48, qui est en communication avec 34 et 38, un fil se rend à l'armature de l'électro-aimant N M. Le contact 46 communiquant avec le contact 44 magnétise l'électro-aimant 32 qui fait déceler l'existence d'un point.

Le contact 45 communiquant avec le contact 43 magnétise l'électro-aimant 34 qui fait déceler l'existence d'un espacement.

Sur le fil reliant le contact 45 au contact 43 une dérivation se détache en 51 qui va aboutir au point 48. Cette dérivation magnétise l'électro-aimant 33 qui fait déceler l'existence d'un trait et elle démagnétise l'enroulement 34.

Maintenant que nous savons comment tous ces circuits fonctionnent séparément, nous allons examiner leur action d'ensemble sous l'oscillation de l'armature 25-26.

Nous avons vu que la roue 29 tourne sur son axe et qu'on peut régler sa vitesse. Le principe de la différenciation des points, des traits et espacements, est le suivant : admettons, par exemple, que, pendant que le segment 1 passe sous le balai 35, il arrive une émission de la ligne et que la lame 25-26 se trouve abaissée pendant l'instant très bref qui correspond au point, lorsque cette lame se relèvera, le segment 1 pourra fort bien se trouver encore sous le balai 35 ; mais au lieu de ce segment il pourra aussi s'y trouver le segment 2 (la roue 29 tourne en sens inverse des aiguilles d'une montre). Cependant il ne s'y trouvera certainement pas le segment 3, attendu que le point correspond à une émission de durée trop brève.

Supposons maintenant que, pendant que le segment 1 passe sous le balai 35, l'armature 26-26 reste abaissée pour un temps moins bref que le point, c'est-à-dire en vue de la transmission d'un trait ; quand l'armature se relèvera, le segment 1 ne se trouvera plus sous le balai 35. Le segment 2 ne s'y trouvera pas davantage. Par contre, il s'y trouvera le segment 3, parce que, aussi brève que soit la durée d'un trait, elle ne prendra pas qu'un seul instant comme le point, mais bien deux instants. Or, la vitesse de la roue 29 sera réglée de telle sorte qu'à chaque signal de la lame 25-26 qui correspondra au trait, trois segments passeront sous le balai 35.

Supposons enfin qu'au moment où l'armature 25-26 s'abaisse pour la réception d'un trait, le segment 2 se trouve sous le balai 35, il arrivera que, tout le temps de la durée de l'émission du trait, les segments 2, 3 et 4 passeront sous le balai 35.

Il en sera de même des segments 3, 4 et 1 quand le segment 3 se trouvera sous le balai 35

De même encore pour les segments 4, 1 et 2 si le segment 4 se trouve sous le balai 35.

En résumé, disons qu'au poste récepteur le signal-point intéresse un ou deux segments *consécutifs* de la roue et que le signal-trait ou espacement intéresse deux segments *non consécutifs*. C'est ce qui provoque l'oscillation à droite ou à gauche de l'armature du relais U V X. Nous allons en suivre rapidement le fonctionnement.

Tout l'appareil est à la position de repos quand l'interrupteur 28 est ouvert, c'est-à-dire quand la pile est isolée et non pas quand la lame 25-26 est en contact avec le point 30. Nous verrons, en effet, que c'est grâce à la plus ou moins longue persistance de ce contact que les signaux arriveront, signaux dont la roue en tournant établira la distinction. Il convient de remarquer, toutefois, que, lorsque fonctionnera l'armature de UVX, les électro-aimants 32 (points) et 33 (traits) n'agiront pas. Ceci dit, on appellera position de repos de la lame 25-26 celle dans laquelle elle n'est en contact ni avec le point 30, ni avec le point 31. Voyons le fonctionnement de l'appareil dans cette position.

Digitized by Google

Les armatures des relais QR et ST sont attirées à gauche quand le balai 35 passe sur les segments 1 et 3, et à droite quand il passe sur les segments 1 et 4. Lesdites armatures changent donc le sens des oscillations chaque fois qu'un segment passe sous le balai 35. Mais nous allons voir que cette régularité d'oscillations cessera dès que la lame s'appuiera sur l'un des contacts 30 ou 31.

Reportons-nous sur la figure 1 ; elle nous indique que la lame 25-26 s'est levée du contact 31 pour retourner sur le contact 30 et va y séjourner le temps d'un espacement. Dans cette situation, le segment 1 se trouvera balayé par le frotteur 35 et les armatures des relais QR et ST s'abaisseront sur les contacts A et C. La fermeture du contact 25-30 fera fonctionner les deux circuits 111-A et 38-18-C. L'action du circuit 38-18-C aura pour effet de démagnétiser les deux côtés du relais UVX; les côtés Y du relais YZ; Y' du relais Y'Z'; R du relais QR et T du relais ST. De son côté, le circuit 111-A magnétisera le côté Z du relais YZ, faisant passer son armature du contact 39 sur le contact 40. Les armatures des relais YZ, Y'Z' et NM sont réglées de telle manière qu'une fois attirées sur l'un de leurs contacts, elles y restent maintenues même sans l'action du courant; il n'en est pas de même des relais QR, ST et UVX.

Par suite du fonctionnement des circuits 111-A et 38-18-C, les armatures des deux relais QR et ST, déjà en contact avec les points A et C, ne se déplaceront pas. De son côté, l'armature du relais UVX restera immobile pendant toute la durée du contact 25-30 ; et cela, bien que, par suite de la rotation de la roue 29, le balai 34 aura passé sur le contact 2 provoquant ainsi, avec l'aide de la communication 12, l'aimantation des côtés R et T des relais QR et ST sans déplacement de leurs armatures. C'est pourquoi on dit que le circuit 30-18-C contrarie l'action magnétique des côtés R et T des relais QR et ST.

Les armatures des relais QR et ST restant maintenues sur les contacts A et C pendant le parcours du segment 2, lorsque le balai passera sur le segment 3, du fait de la communication 113-A, le côté Z' du relais Y'Z' se trouvera aimanté ; et, par suite de la désaimantation du côté Y' (due au circuit 38-18-C), l'armature de ce relais passera du contact 41 sur le contact 42. Ainsi une durée moyenne du contact 25-30 fera que les armatures des relais YZ et Y'Z' seront actionnées alternativement. Si la durée eût été brève, une seule des deux armatures aurait été actionnée, ou bien celle du relais YZ, ou bien celle du relais Y'Z', selon qu'au moment de la fermeture du contact 25-30 le balai 35 eût passé sur les contacts 1 ou 3 ou bien sur les contacts 2 ou 4.

En d'autres termes, le mouvement des armatures des relais YZ et Y'Z' retarde sur le temps que met un segment à passer sous le balai 35, ce qui fait que les armatures dependent de deux segments alternés. Et c'est ainsi que l'action de chacune d'elles ne représente qu'un point et que l'action des deux ensemble représente un trait ou un espacement.

Il nous reste à observer la fonction des relais UVX, NM et des électro-aimants 33 et 34.

Dès l'interruption du contact 25-30 et pendant l'intervalle rapide où a lieu le passage du contact 30 au contact 31, l'action des deux circuits 111-A et 38-18-C cesse. Les armatures des relais YZ et Y'Z' se trouvent amenées sur les contacts 40 et 42 et l'armature du relais NM sur le contact 45. Du fait donc de l'interruption dudit contact 25-30, c'est-à-dire après la réception d'un espacement, le courant va suivre la marche ci-après dans le circuit 38-49 : enroulement Y du relais YZ (rejetant l'armature sur le contact 39); points 52 et 53 ; enroulement U du relais UVX (ramenant l'armature sur le contact 43); butoir 42 et enroulement Y' du relais Y'Z' (rappelant l'armature sur le contact 41). Après avoir touché le contact 43, l'armature du relais UVX retournera immédiatement dans la position centrale (c'est-à-dire qu'elle ne touchera plus ni le contact 43 ni le contact 44). Mais dès que les armatures des relais YZ et Y'Z' seront revenues sur les contacts 39 et 41, le courant, dans le circuit 38-49, suivra la marche suivante : enroulement Y du relais YZ, enroulement X du relais UVX, enroulement U du relais UVX, enroulement V du relais UVX, enroulement Y' du relais Y'Z'. Les deux côtés du relais UVX se trouveront alors démagnétisés et son armature reprendra la position médiane.

La fermeture rapide du contact 43 avec l'armature du relais UVX va nous ouvrir le circuit 48-43-49 ci-après :

La fermeture des contacts 25-30, actionnant le côté N du relais NM, fermera le contact 45-54. Pour se rendre du point 48 au point 51, le courant choisira de préférence la voie 48-54-45-51, qui est plus directe que celle jalonnée par les points 48-33-50-51. Par conséquent, l'électro-aimant 33 (traits) et l'enroulement 50 (démagnétisant l'électro-aimant 34 des espacements) seront mis hors circuit. Du point 51 au point 43, le courant passera par l'électro-aimant 34 qu'il actionnera. Notons que, si le contact 25-30 eût été très bref, ainsi qu'il convient pour la séparation des signaux d'une même lettre et qui ne doivent pas être enregistrés, une seule des deux armatures des relais YZ et Y'Z' aurait été influencée et l'action du courant, dès l'interruption du contact 25-30, aurait amené l'armature du relais UVX sur le contact 44, à l'exclusion du contact 43. Remarquons toutefois que l'électro-aimant 32 n'en aurait pas été influencé, le contact 46-54 n'étant pas fermé. Mais le contact 43 étant fermé avec l'armature de UVX, par le fait qu'elle est restée pour l'enregistrement des traits pendant un temps relativement long sur le contact 31, la lame 25-26 a mis en action chacune des armatures des relais YZ et Y'Z', et seul l'électro-aimant 33 s'est trouvé actionné. En effet, la fermeture du contact 25-31 ayant amené l'armature du relais NM sur le contact 46, le court-circuit 48-54-45-51 n'existe plus et le courant se trouve obligé de prendre la voie 48-33-50-51. Il actionne alors l'électro-aimant 33 (traits) et l'enroulement 50. Ce dernier démagnétise l'électro-aimant 34 (espacements) qui peut encore être actionné par le circuit 51-43. Noter que l'armature du relais UVX viendra toujours en contact avec le butoir 44 après l'interruption des contacts 25-30 ou 25-31. Par contre, elle viendra immédiatement toucher le point 43 dès que les armatures des relais YZ et Y'Z' auront été actionnés.

Une seule lame 25-26 sert donc à établir la distinction entre points ou traits et espacements; et, comme nous l'avons vu plus haut, sa position de repos n'est ni sur le contact 30 ni sur le contact 31, mais bien dans l'intervalle qui les sépare. C'est seulement dans cet état de repos, c'est-à-dire dans un intervalle bref, que peuvent se mouvoir, par suite des émissions de la roue 29, les armatures des relais QR et ST. Si l'on voulait donner plus de liberté au mouvement de ces deux armatures, il y aurait lieu de faire la modification suivante : scinder la lame 25-26 en deux armatures.

L'une d'elles, privée du contact 25-30, qui servirait de position de repos ne serait utilisée que pour fermer le contact 25-31 affecté à l'enregistrement des points et des traits. Mais il conviendrait alors de modifier le circuit 48-33-50-51-43 de manière à n'y laisser que l'électro-aimant 33, et le circuit 48-54-46-32-44 ne serait plus qu'un fil unique renfer-

Digitized by Google

mant l'électro-aimant 32 (points). L'électro-aimant NM serait supprimé, ainsi que le fil 45-51.

La seconde armature 25-26 ne travaillerait que pour les espacements sur deux électro-aimants solidaires comme QR et ST, avec une légère variation des segments 1, 2, 3, 4, de la roue 29.

Ayant ainsi établi la différenciation entre points, traits et espacements, nous allons passer à la seconde partie du système qui montre comment se trouvent utilisés ces points, traits et espacements, ainsi séparés, pour l'impression des signaux.

Deuxième partie. — L'utilisation des traits, des espacements et des points doit viser à l'impression des différents signaux. On y parvient par deux moyens :

1° En interposant entre le traducteur et l'appareil récepteur un perforateur Wheatstone qui, en perforant la bande, reproduira complètement celle du bureau transmetteur et servira pour la retransmission des télégrammes en transit. Le perforateur Wheatstone ainsi adapté, et qui doit fonctionner sous l'action des émissions des électro-aimants 32, 33 et 34, est celui que l'auteur a décrit dans le numéro 1 499 de la revue de l' « Elettricità » de Milan du 15 décembre 1910.

2° En utilisant un traducteur spécial asynchrone, à grande vitesse, sans déplacement de la roue des types sur son axe, inventé par l'auteur. Ce traducteur sera un auxiliaire précieux de l'appareil Wheatstone, non seulement par sa faculté de pouvoir imprimer les simples signaux Morse, mais aussi par son grand rendement et par la possibilité de passer de l'impression des lettres à celle des chiffres sans déplacement de la roue des types. De plus, sa constitution tout électrique fait que la grande vitesse à laquelle il marche ne donne lieu à aucun inconvénient d'usure.

Les émissions : points, traits et espacements des électro-aimants 32, 33 et 34 de la figure 1 parviendront au traducteur en passant par un appareil intermédiaire auquel j'ai donné le nom de sélecteur. L'objet de cet appareil est d'amener une lettre quelconque, formée ou non de quatre signaux, à produire une combinaison des quatre lames du traducteur nécessaire à l'impression. A la position de repos, chacune des quatre lames se tient entre deux butoirs de contact et ne communique avec aucun. Mais à la position de travail que détermine une émission d'espacement, l'une (ou plusieurs) de ces lames s'abaisse sur l'un ou l'autre des butoirs de contact entre lesquels elle oscille. Noter que l'espacement indique l'achèvement du signal.

Par le fait donc du sélecteur, à l'arrivée d'un signal et pour chaque émission, quelques-unes ou toutes les armatures 1, 2, 3, 4, s'abaisseront progressivement sur les contacts 11, 12, 13, 14 ou 111, 112, 113 et 114. Ainsi pour les points, elles s'abaisseront sur les contacts 11, 12, 13, 14; pour les traits, elles toucheront les contacts 111, 112, 113, 114; il en sera de même pour la lettre K ou le signe de parenthèses, qui sont formés de quatre traits.

Pour la lettre E ou le signe (,) la position de la figure 2 deviendra celle de la figure 3 ; pour la lettre N ou le signe 8, la position de la figure 2 deviendra celle de la figure 4, etc.

Si nous admettons que le signe (+) indique l'abaissement des armatures sur les contacts 11, 12, 13 et 14; que le signe (—) indique leur abaissement sur les contacts 111, 112, 113 et 114 et le signe zéro (o) leur état de repos, nous obtiendrons un langage Morse transformé suivant le code de la figure 5.

A la notation Morse correspondra donc le code Wheatstone ci-après : au point répondra le signe (+), au trait le signe (—) et au signal manquant de la lettre Morse, le signe (o).

Schématiquement, le sélecteur, dont l'objet est d'actionner

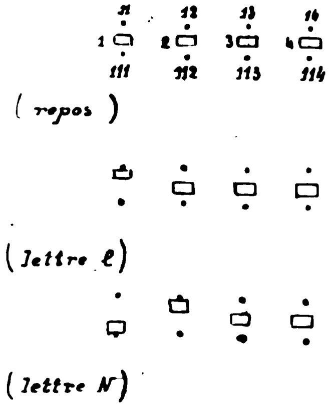


Fig. 2, 3 et 4.

les lames de la figure 2, fonctionnera de la manière suivante :

Dans la figure 6, le relais 18-19 répond à l'impulsion des émissions des points (électro-aimant 32 de la figure 1) ou à celle des traits (électro-aimant 33 de la figure 1). Quand il

ALPHABET		LANGAGE MORSE	CODE TRADUCTEUR WHEATSTONE			
,	E	.	+	o	o	o
Blanc	Lettre	—	—	o	o	o
o	M	— — — —	—	—	o	o
8	N	— — .	—	+	o	o
!	I	. .	+	+	o	o
1	A	. —	+	—	o	o
N°	R	. — .	+	—	+	o
/	W	. — —	+	—	—	o
2	U	. . —	+	+	—	o
4	S	. . .	+	+	+	o
7	D	— . .	—	+	+	o
,	G	— — .	—	—	+	o
&	O	— — —	—	—	—	o
9	T	— . —	—	+	—	o
.	C	— . — .	—	+	—	+
—	Y	— . — —	—	+	—	—
=	X	— . . —	—	+	+	—
6	B	— . . .	—	+	+	+
)	K	— — — —	—	—	—	—
★	•	— — — .	—	—	—	+
%	Q	— — . —	—	—	+	—
+	Z	— — . .	—	—	+	+
3	V	. . . —	+	+	+	—
5	H	. . . .	+	+	+	+
:	F	. . — .	+	+	—	+
×	P	. — — .	+	—	—	+
?	J	. — — —	+	—	—	—
Blanc	Chiffre	. — . —	+	—	+	—
(	L	. — . .	+	—	+	+

Fig. 5.

n'est pas actionné, son armature ne touche ni le contact 20 ni le contact 21.

Le circuit 16-17 se fermera donc sous l'action du relais

Digitized by Google

18-19. Dans la position initiale de repos, les armatures 7, 8, 9 reposeront sur les contacts 10, 12, 14; à chaque fermeture dudit circuit, l'une desdites armatures numérotées de 7 à 9 s'abaisseront du contact contre lequel elle repose sur le contact opposé.

Admettons que la figure représente la position initiale de repos et qu'une émission de point parvienne au relais 18-19. L'armature 27 viendra en contact avec le point 20. Le courant suivra alors la bobine 25 (qui fait partie d'une série de quatre enroulements bobinés en sens inverse de ceux existants sur quatre électro-aimants B destinés à ramener sur les contacts 11, 12, 13, 14 les armatures 1, 2, 3, 4 de la figure 2); l'électro-aimant 22 (qui, en fermant le contact 23-24 formera un court-circuit rendant l'action du courant instantanée sur les divers relais 1-2, 3-4, 5-6); l'armature 7; le contact 10; l'enroulement 2 du relais 1-2 et enfin les électro-aimants A et B. Mais ce dernier ne réagira pas, car son aimantation se trouvera annulée par le magnétisme de la bobine 25. En fonctionnant, l'électro-aimant A mettra la lame 1 de la figure 2 en contact avec le point 11. Mais la fermeture du contact 23-24 mettra le relais 1-2 hors circuit et son armature 7 restant en contact avec le point 11, ouvrira la voie à une autre émission vers le relais 3-4. Supposons maintenant que cette émission ait pour but de transmettre un trait, c'est alors l'électro-aimant B' qui répondra en vertu du circuit suivant : armature 27, con-

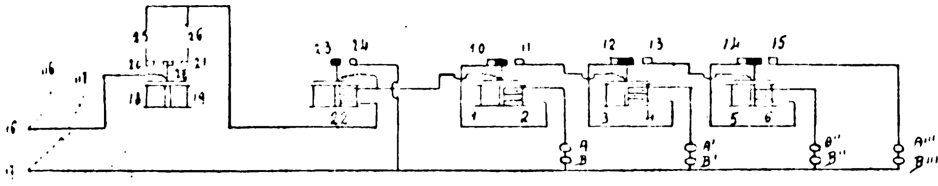


Fig. 6.

tact 21, bobine 26 (magnétisant tous les électro-aimants A), électro-aimant 22 (destiné à rendre l'émission très brève par la fermeture de l'interruption 23-24), armature 7, contact 11, armature 8, contact 12, enroulement 4 du relais 3-4, électro-aimants A' (rendu inerte parce que s'agissant d'un trait), B' et retour. Les côtés 1, 3, 5 des relais 1-2, 3-4, 5-6 sont reliés en circuit unique commandé par l'électro-aimant 34 de la figure 1, en sorte que, dès que survient un espacement, tous ces relais reprennent leur position première pour repartir avec l'arrivée d'une nouvelle lettre.

Noter que l'espacement a encore la propriété de substituer au circuit 16-17 le circuit 116-117 qui fonctionne alternativement avec le premier circuit, d'où il résulte que deux signaux consécutifs ne peuvent se chevaucher.

By.

Mesure du facteur de réflexion (1).

La détermination du pouvoir réfléchissant des corps est intéressante à connaître dans les questions d'éclairage, et les données qu'on possède à ce sujet sur divers corps sont précieuses dans le choix des enduits, peintures, papiers peints, etc. Par exemple, un enduit à deux ou trois couches de blanc pur mat donne un facteur de réflexion oscillant entre 0,77 et 0,80 ; cet enduit mélangé d'un sixième en volume d'huile de lin cuite voit son facteur de réflexion tomber à 0,74 et 0,77. Cette réduction est due à la fois à la couleur jaune de l'huile et à la dissémination du pigment colorant dans un volume plus grand.

Mais il n'existe pas de méthode générale de mesure du pouvoir de réflexion des corps en raison de la complexité de cette grandeur qui dépend : 1° de la nature de la surface ; 2° de la position de la source de lumière ; 3° de l'angle d'éclairage de la source ; 4° du caractère du spectre de l'illuminant ; 5° de la méthode photométrique employée. Aussi est-il nécessaire de spécifier, dans chaque mesure, toutes les conditions de l'essai.

(1) M. Luckiesh, *Electrical World*, 19 mai 1917, t. LXIX, p. 958-961, 3 600 mots, 6 fig.

La figure 1 montre bien l'influence propre à chaque surface et fait comprendre toute la difficulté rencontrée à l'établissement d'une méthode générale de mesure.

Quand cela est possible, il est avantageux de tracer un diagramme qui permet la comparaison graphique de certaines caractéristiques des substances essayées. La figure 2 montre une représentation des facteurs de réflexion diffuse et spéculaire de quelques substances, basée sur la définition du facteur de réflexion, c'est-à-dire le rapport du flux total réfléchi par une surface à la quantité totale du flux lumineux qui lui est envoyée ; elle n'est toutefois satisfaisante que pour les surfaces peu éloignées des surfaces types de réflexion parfaite.

La mesure du facteur de réflexion s'effectue en général

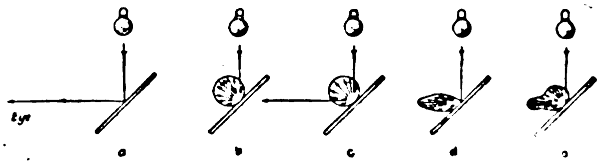


Fig. 1. — Caractères principaux de réflexions spéculaire et diffuse rencontrées en pratique.

a, réflexion directe, produite par un miroir en argent poli ou une glace ; b, réflexion diffuse produite par une poudre blanche sèche : oxyde de zinc ou sulfate de magnésium ou simplement du buvard blanc ; c, réflexions directe et diffuse produites par une surface vernie, réalisées par exemple par une glace recouvrant un buvard blanc ; d, réflexion diffuse produite par une glace dépolie ou une surface métallique aluminisée ; e, réflexion produite par du papier blanc brillant ou une surface vernie.

suivant le détail f de la figure 3 dans laquelle L représente la petite source de lumière et P l'emplacement du photomètre. Mais si P varie, les résultats changent et le facteur de réflexion varie ; aussi cette méthode n'est-elle pas précise. Bien plus, si l'on veut opérer sur une surface glacée ou vernie, elle est très délicate, car suivant le détail g de la figure 3, si la source n'éclaire pas normalement le point visé par le photomètre, le facteur de réflexion diffuse se compliquera de termes dus au facteur de réflexion spéculaire, et quand la surface

Digitized by Google

en essai est parfaitement plane, le flux dû à la réflexion spéculaire viendra se superposer au flux dû à la reflexion diffuse et fausser la valeur du facteur de réflexion.

Pour remédier à ces inconvénients, l'auteur propose une

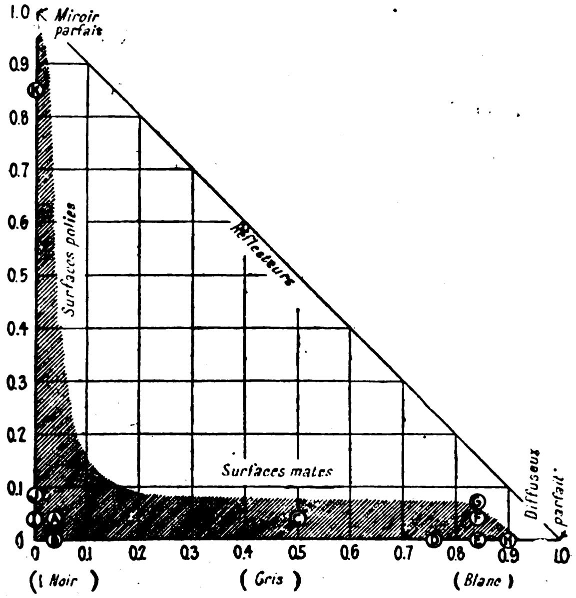


Fig. 2. — Diagramme représentatif du facteur de réflexion. Il se rapporte à toutes substances ayant un facteur de réflexion soit direct, soit diffus, soit les deux combinés. Les indications se réfèrent aux substances couramment rencontrées.

A, papier noir brillant au vernis noir ; B, papier noir mat au noir de fumée en poudre ; C, papier gris brillant au vernis gris ; D, papier buvard blanc ; E, porcelaine blanche non glacée ; F, vernis blanc ; G, porcelaine blanche glacée ; H, oxyde de zinc pur ; I, glace claire ; J, 2 glaces claires épaisses superposées ; K, argent poli.

méthode basée sur la détermination du facteur de réflexion, sous l'action de la lumière diffuse sous la forme de la figure 4.

Un globe opale, comme ceux employés couramment, est monté à l'intérieur d'une boite de bois B peinte intérieurement en blanc et éclairée par quatre sources lumineuses L disposées symétriquement. A l'origine du globe est disposé un mince diaphragme D muni d'une ouverture centrale. Les surfaces à essayer sont disposées sur un support mobile S. Enfin en H, à travers la boite et le globe, est installé un photomètre qui permet la comparaison des surfaces à essayer avec une surface type de pouvoir réfléchissant connu sous une illumination constante. Quelques précau-

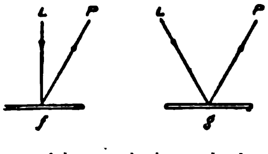


Fig. 3. — Effet des positions relatives de la source de lumière et du photomètre.

tions sont à prendre, on évitera notamment que la perpendiculaire abaissée de H sur le plan de D tombe dans l'ouverture centrale du diaphragme ; pour éviter l'image du photomètre dans la mesure des surfaces vernies, on constituera le diaphragme D d'une surface très mince qui empêchera la formation de toute ombre projetée sur la surface S.

Pour des surfaces à réflexion diffuse dont le facteur est plus grand que 0,4 à 0,5, par exemple du papier buvard blanc, on obtient par cette méthode des chiffres comparables à ceux fournis par d'autres méthodes, mais pour des surfaces grises, par exemple, dont le pouvoir est voisin de 0,2, les résultats obtenus diffèrent sensiblement de ceux déduits d'autres méthodes.

L'auteur insiste sur la nécessité de connaître le spectre

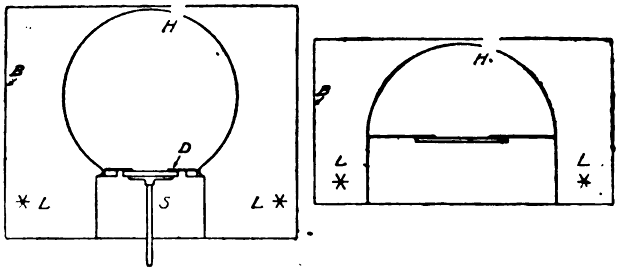


Fig. 4. — Appareil simple pour la mesure du facteur de réflexion sous lumière diffuse.

de l'illuminant pour la détermination du facteur de réflexion dans le cas des surfaces colorées, et il montre par quelques chiffres combien il est important d'en tenir compte pour éviter de lourdes erreurs. Il rappelle également que le caractère des surfaces modifie notablement le facteur de réflexion, par exemple le papier buvard blanc, quand il est sec, a un facteur de 0,75, l'air interposé entre les fibres intervient pour sa valeur, tandis que le buvard imprégné d'eau n'a plus que 0,5.

Les surfaces vernies colorées, qui ont deux composantes de réflexion, présentent une complexité plus grande dans la mesure du facteur de réflexion par suite de l'absorption d'une partie du spectre de l'illuminant, ce que l'auteur montre dans un tableau.

J. D.

Note sur l'essai des aimants pour magnétos [1].

L'essai des aimants permanents employés dans la construction des magnétos d'allumage, bien que paraissant assez simple à première vue, n'en présente pas moins d'assez nombreuses difficultés aussi bien au point de vue scientifique pur, qu'au point de vue pratique.

En ce qui concerne le côté scientifique, il n'existe pas de criterium satisfaisant du magnétisme particulièrement convenable pour cette application, et, pour le côté pratique, les méthodes usuelles de laboratoire ne sont pas immédiatement applicables pour satisfaire aux exigences des constructeurs.

L'aimant permanent employé dans les magnétos d'allumage doit posséder deux qualités essentielles, il doit être fort, magnétiquement, et il doit en outre conserver cette « force », il doit être réellement permanent. Comme mesure de sa « force magnétique », il est naturel de penser à sa rémanence, et c'est pourquoi la plupart des constructeurs de magnétos ont l'habitude de spécifier la rémanence et la coercitivité des aimants qu'ils emploient.

[1] J.-D. Morgan. *Engineering*, 15 juin 1917, t. CIII, p. 559, 1400 mots, 2 fig.

Digitized by Google

Pour la mesure exacte de ces quantités, les procédés ordinaires des laboratoires sont, sans aucun doute, très satisfaisants, mais, en réalité, ils conviennent peu pour des applications pratiques. Ce désavantage est évité, sans sacrifice du côté exactitude des résultats, par l'emploi d'un appareil étudié par E.-A. Watson. Dans cet appareil, un

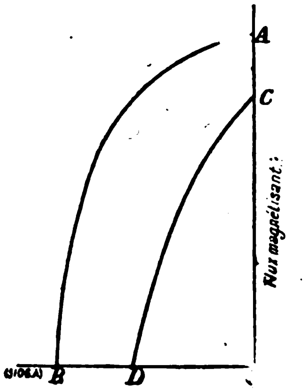


Fig. 1. — AB, flux dans l'aimant; CD, courbe représentative des mesures effectuées. (Ces courbes ne sont pas à la même échelle.)

circuit magnétique presque complètement fermé, composé en partie par l'aimant à essayer, présente une coupure étroite dans laquelle tourne un disque métallique connecté à un galvanomètre. L'échelle du galvanomètre est graduée en valeurs du flux dans l'entrefer; des bobines placées sur les branches de l'aimant, et parcourues par un courant réglable permettent de faire varier le flux; la figure 1 montre une courbe AB de ce flux, cette courbe forme une partie du cycle d'hystérésis.

Lorsque les valeurs de la rémanence et de la coercitivité ont été obtenues, on peut se demander si ces valeurs combinées sont suffisantes pour définir complètement la qualité de l'aimant. On a proposé de faire le rapport de ces deux quantités et de prendre ce rapport comme mesure de la qualité; cette méthode a été reconnue peu satisfaisante. Le produit de deux quantités a également été proposé, au point de vue pratique, cette méthode peut être de quelque utilité, car il est admis que, si un aimant d'une composition donnée montre une certaine rémanence, sa coercitivité est placée entre des limites connues. Il n'en subsiste pas moins une certaine incertitude et s'il paraît nécessaire de spécifier les valeurs de la rémanence et de la coercitivité, il est préférable que ces spécifications soient séparées.

La rémanence, par sa définition, est, sans aucun doute, la mesure la plus correcte de la force d'un aimant, mais il est douteux que la mesure de la coercitivité soit la mesure la plus convenable de la qualité de l'aimant, au point de vue de la conservation de son magnétisme dans les conditions pratiques d'emploi. Malgré ce doute, il est prudent de spécifier une valeur de la coercitivité.

L'auteur a établi une balance magnétique convenable pour les essais pratiques, et fonctionnant d'une manière aussi voisine que possible de celle correspondant à l'emploi normal de l'aimant. L'appareil est représenté par la figure 2, la figure 3 montre schématiquement les dispositions principales. Une barre a, soigneusement dressée, portant un poids glissant b, supporte à une extrémité une armature c; cette armature est en partie celle d'une magnéto normale et porte l'enroulement primaire ordinaire. Dans sa position normale, la barre repose sur un arrêt qui laisse un certain entrefer entre les pièces polaires de l'armature et les pièces polaires en fonte, d, de l'aimant; cet entrefer a l'épaisseur qui doit exister normalement entre les pièces polaires de l'armature et celles de l'aimant e; ce dernier est glissé sur les pièces

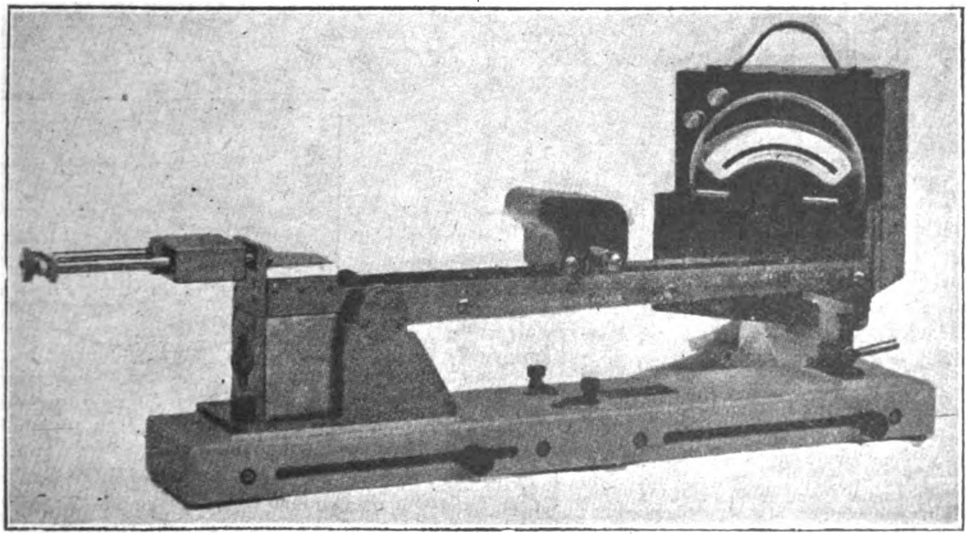


Fig. 2. — Balance magnétique.

polaires comme le montre la figure. L'essai est fait en déplaçant le poids le long de la barre jusqu'à ce que l'effort d'attraction de l'aimant soit exactement équilibré. Ceci donne une mesure de flux induit dans l'armature par l'aimant; le poids est ensuite ramené à la position zéro, et on fait passer un courant continu dans l'enroulement de l'armature; en augmentant les valeurs de ce courant, il arrive que le flux de l'aimant est exactement compensé, et la barre a se déplace alors librement sous l'action du poids, la lecture à l'ampèremètre f donne la valeur du courant nécessaire pour obtenir ce résultat.

En procédant comme l'auteur le propose, il est possible

Digitized by Google

d'obtenir une courbe. Le poids est d'abord amené au point où il contrebalance l'effet de l'aimant ; il est ensuite amené à une petite distance du point zéro, on mesure le courant nécessaire pour obtenir le déplacement de la barre : cette opération est répétée à différentes positions jusqu'à ce qu'enfin on soit parvenu au point zéro ; la racine carrée de chacune des lectures sur la barre étant calculée, ces valeurs portées en fonction du courant forment une courbe représentée en CD sur la figure 1 : les deux courbes qui sont sur cette figure ne sont pas tracées à la même échelle, elles sont simplement réunies pour appuyer l'argument énoncé ci-dessous.

Une caractéristique de cet essai est que le magnétisme permanent de l'aimant n'est pas, ou est peu influencé ; on en a la preuve en répétant la première partie de l'essai après que le courant dans l'armature a été ramené à zéro ; si le résultat obtenu est différent du premier, la répétition de la série d'essais amènera bientôt l'aimant à un état stable. Si

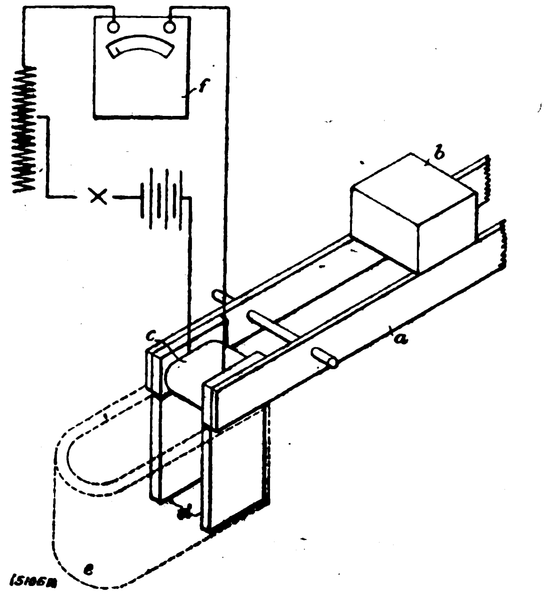


Fig. 1.

par la répétition du procédé, les valeurs obtenues pour l'état stable sont trop faibles, l'aimant est rejeté.

Il est évident que l'aire de la courbe O A B (fig. 1) représente l'énergie totale emmagasinée dans l'aimant. Si une machine idéale pouvait utiliser l'énergie totale, l'aire de la courbe O B A serait la mesure de l'énergie qui apparaitrait dans l'étincelle ; une telle machine cependant ne donnerait qu'une étincelle et l'aimant devrait être aimanté à nouveau. L'aire O C D représente aussi une énergie, mais comme le même aimant est capable de reproduire la même courbe, pour ainsi dire, indéfiniment, sans réaimantation, il s'ensuit que l'aire représente l'énergie qu'une machine idéale peut convertir en étincelle d'une manière répétée sans diminution. Nous pouvons donc comparer les courbes de la figure 1, à celle du travail correspondant à la rupture d'une barre soumise : 1° à un effort de traction ou bien 2° à celle correspondant à la limite élastique de cette même barre.

Les raisonnements qui précèdent contiennent la raison pour laquelle l'auteur a supposé, dans la première partie de l'article, que l'augmentation de la coercitivité au delà d'une valeur donnée ne parait pas augmenter la permanence de l'aimant dans les conditions normales d'emploi. Pourvu que la valeur de cette coercitivité soit supérieure à celle correspondant à l'effet démagnétisant maximum pouvant être produit par la magnéto, il n'y a aucune raison apparente pour que cet aimant se détériore en service.

Une critique, qui peut être faite au dispositif d'essai décrit ci-dessus, est que l'armature démagnétisante n'occupe pas sa position normale entre les pièces polaires, mais est simplement disposée au-dessus et qu'ainsi l'effet démagnétisant n'est pas exactement celui qui existe en service. La réponse à cette objection est qu'il n'est pas possible d'adopter une disposition permettant l'emploi de l'armature normale, l'auteur s'est efforcé de tenir compte de cet inconvénient et le dispositif adopté donne entière satisfaction.

Appareil pour la radiographie et la radioscopie [1].

Cet appareil permet de trouver mécaniquement le point exact où doit se trouver le projectile cherché. Il se compose : de tubes C et D garnis d'un écran au platino-cyanure de barium et d'un croisillon à leur partie inférieure, ces tubes peuvent se déplacer sur l'arc de cercle G, ils portent une graduation et peuvent coulisser normalement à l'arc G. FF sont des foyers lumineux se déplaçant également sur un arc de cercle concentrique à l'arc du cercle G ; B étant le centre commun aux deux arcs de cercle BG peut être connue car c'est

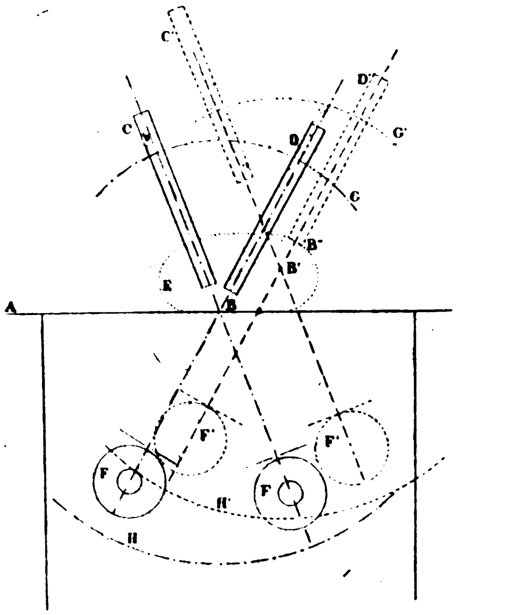


Fig. 1.

la longueur du rayon du cercle G. — Si l'on déplace l'ensemble de manière que l'image du corps étranger dont on veut déterminer l'emplacement, vienne coïncider à la fois avec les croisillons des tubes G' et D', le corps étranger cherché se trouvera en B', point d'intersection des deux faisceaux F'C et F'D'. Si on fait alors descendre un des tubes jusqu'à toucher le corps du patient en B'', B'G' étant une distance connue, il reste à lire sur le tube la distance B''G' pour avoir B'B'', distance cherchée.

[1] ALIBERT, *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, janvier-avril 1917, p. 287, 250 mots, 1 fig.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Aménagement des forces hydrauliques en pays de montagne

Étude comparative de différents types de barrages en maçonnerie, mixtes, en béton armé et métalliques (*Suite*).

Dans cette deuxième partie de leur travail, les auteurs établissent la comparaison au point de vue de la stabilité, des prix de revient et de la durée d'exécution, entre le barrage en maçonnerie, décrit dans la première partie, et un barrage à ossature en béton armé supportée par des cloisons verticales évidées.

II. — **Barrage en béton armé, premier type.** — Ce type d'ouvrage n'a pas été jusqu'à présent employé, à notre connaissance du moins, pour de hautes retenues. Néanmoins, il nous semble intéressant de comparer ce genre de barrage avec les précédents.

Un semblable ouvrage serait constitué par une ossa-

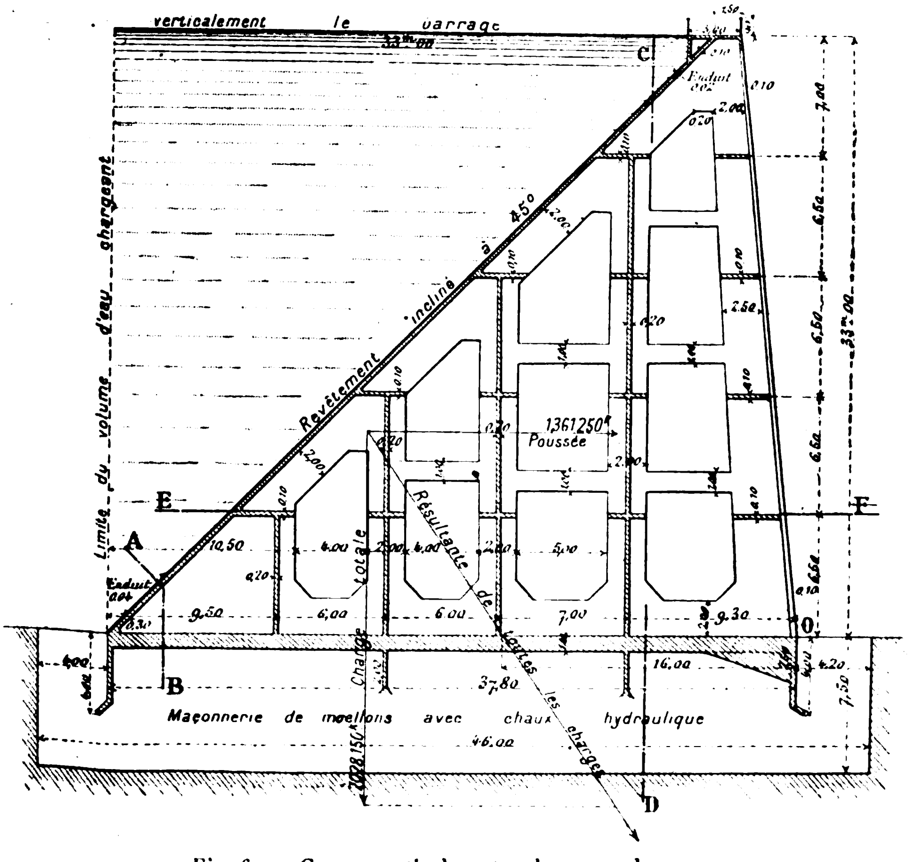


Fig. 6. — Coupe verticale entre deux membrures.

ture en béton armé, inclinée à 45° vers l'amont, ayant 0,30 m d'épaisseur à la base et 0,10 m au sommet (fig. 6, 7, 8, 9 et 10). Pour 33 m de hauteur, la longueur de cette ossature serait donc de $33 \times \sqrt{2} = 46{,}66$ m. Elle serait ancrée en amont dans la maçonnerie de base et sur 4 m de profondeur, par un prolongement vertical

Digitized by Google

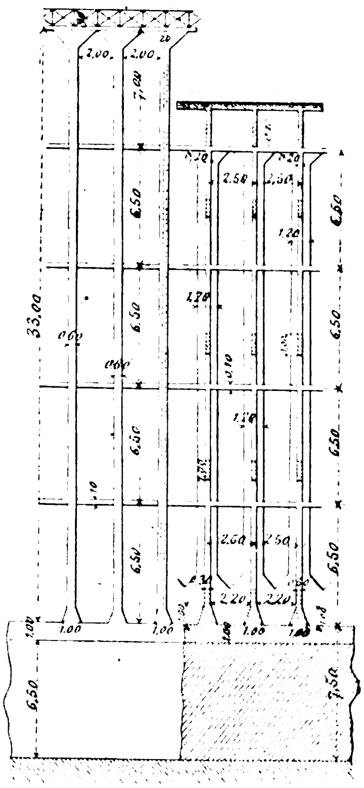
de 0,30 m d'épaisseur, afin de maintenir le barrage et de s'opposer aux sous-pressions.

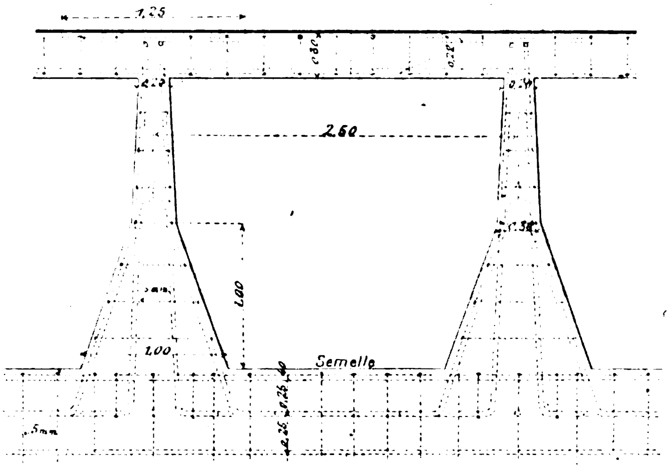
Cette ossature serait supportée tous les 2,50 m par des membrures ou cloisons verticales en béton armé, évidées comme l'indiquent les dessins (fig. 6, 7, 8 et 9), ayant 0,20 m d'épaisseur en tête et 0,30 m à la base. La base de ces membrures aurait 1 m et reposerait sur la maçonnerie par une semelle continue de 1 m d'épaisseur, reliant toutes ces membrures, noyée et scellée dans la maçonnerie de la base du barrage.

Ces membrures seraient contreventées par quatre armatures horizontales évidées, de 0,10 m d'épaisseur, qui maintiendraient leur espacement, ainsi que par des armatures verticales évidées, placées dans le sens longitudinal, qui renforceraient les membrures soutenant l'ossature, afin de supporter par leur section en forme de croix la charge de l'eau, sans être exposées au flambement.

En aval, les membrures se termineraient par une nervure en forme de T, pour augmenter leur raideur.

Le sommet du barrage serait couronné par une plate-forme de 3 m de largeur formant passerelle de service.





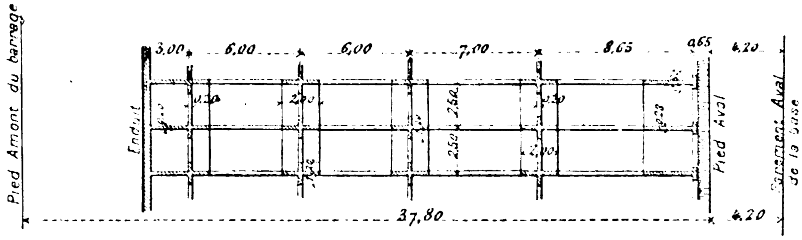


Fig. 7. — Élévation de la face aval.
Fig. 8. — Coupe verticale suivant CD.

Fig. 9. — Coupe du revêtement des membrures suivant AB.
Fig. 10. — Coupe horizontale suivant EF.

La base comporterait, comme dans les types précédents, un massif en maçonnerie de 7,50 m d'épaisseur, mais dont la largeur serait ici de 46 m, au lieu de 35 m, comme dans le barrage en maçonnerie.

Le poids du béton armé du barrage se décompose ainsi, pour un élément de 2,50 m de longueur :

Passerelle de service 0,782 m³ de béton à 2 500 + 115 kg de garde-corps en fer...	2 070 kg
Revêtement et enduit, 26,824 m³ à 2 500 kg.	67 060
Membrures ou cloisons verticales, 138,100 m³ de béton à 2 500 kg	345 270
Semelle inférieure des membrures, 101 m³ de béton à 2 500 kg....................	252 500
Poids total..............	666 900 kg

Soit par mètre courant un poids de $\frac{666\,900}{2,50} = 266\,760$ kg.

Calcul des éléments du barrage. Pression et poussée de l'eau sur un élément de 2,50 m, dont une membrure supporte la charge. — Le revêtement reçoit une charge verticale égale à $\frac{33^2}{2} \times 1\,000 \times 2,50 =$ 1 361 250 kg, dont le point d'application est à 22 m + 4,80 m = 26,80 m de distance au pied aval O des membrures verticales, point théorique de rotation pour le renversement de l'ouvrage.

La poussée de l'eau dans le sens horizontal est également de 1 361 250 kg, et son point d'application est à 11 m de la base.

L'ossature en béton, du poids de 67 060 kg, et dont la section est trapézoïdale, a son centre de gravité sur la ligne inclinée à 45°, à une distance du som-

Digitized by Google

met donnée par l'égalité : $\dfrac{0{,}60 + 0{,}10}{3 \times (0{,}30 + 0{,}10)} = \dfrac{x}{46{,}66}$ d'où $x = 27{,}22$ m. La distance horizontale du centre de gravité au pied aval des membrures est dès lors de 23,90 m.

Le poids de la passerelle est de 2 070 kg, et son centre de gravité, qui coïncide avec le sommet, est à 4,80 m du point O.

Le poids d'une membrure verticale, qui est de 345 270 kg, peut être considéré sans grande erreur, en raison de sa forme triangulaire, comme appliqué au tiers de la ligne qui joint le milieu de la base au sommet, ce qui donne une distance de 13,80 m du point de rotation O.

Quant à la semelle d'appui, dont le poids est de 252 500 kg, son centre de gravité est situé à 18,90 m de distance de l'axe de renversement.

Le point d'application de toutes ces charges verticales est donc situé à une distance du point O, égale à

$$\frac{1\,361\,250 \times 26{,}80 + 67\,060 \times 23{,}90 + 2\,070 \times 4{,}80 + 345\,270 \times 13{,}80}{666\,900 + 1\,361\,250}$$

$$\frac{+\ 252\,500 + 18{,}90}{669\,900 + 1\,361\,250} = 23{,}435 \text{ m.}$$

La résultante des mêmes charges verticales, 2 028 150 kg, composée avec la poussée horizontale de l'eau, 1 361 250 kg, coupe la base du barrage à une distance de 16 m du pied aval O des membrures, point de rotation théorique pour le renversement de l'ouvrage (fig. 6),

La stabilité du barrage est donc assurée dans de meilleures conditions que pour un ouvrage en maçonnerie.

Avec ce système en béton armé, il n'y a à craindre de sous-pressions qu'à la jonction de la maçonnerie de base avec le rocher, au cas où ce dernier serait fissuré ou perméable.

Le poids de l'ouvrage et de la charge d'eau est de	2 028 150 kg
auquel il faut ajouter :	
Charge d'eau sur la maçonnerie de base en amont du pied, $4{,}00 \times 2{,}50 \times 33{,}00 \times 1\,000$..	330 000
Maçonnerie de base $307{,}200 \times 2\,300$.......	737 280
TOTAL................	3 095 430 kg

Or, la pression d'eau qui s'exerce en amont et au niveau du sol, est représentée par une hauteur de $33 + 7{,}50 = 40{,}50$ m, soit 40 500 kg : m² ; en aval, cette pression est nulle.

En admettant que la sous-pression moyenne de $\dfrac{40\,500 \text{ kg}}{2} = 20\,250$ kg s'exerce intégralement sous la base en maçonnerie, l'effort de soulèvement serait, pour un élément de 2,50 m, de $46 \times 2{,}50 \times 20{,}250 = 2\,328\,750$ kg, ce qui laisse encore une prépondérance du poids de l'ouvrage et de l'eau, de 3 095 430 kg — 2 328 750 kg = 766 680 kg, suffisante pour en assurer la stabilité.

La considération des moments par rapport au pied de la face aval du massif de la base donnerait : $2\,028\,150 \times 27\,635 + 737\,280 \times 23 = 73\,005\,365 > 2\,328\,750 \times \dfrac{46 \times 2}{3} = 71\,415\,000$; kg la stabilité est donc assurée.

La poussée horizontale de l'eau sur l'ouvrage est de $\dfrac{\overline{40{,}50}^2}{2} \times 1\,000 \times 2{,}50 = 2\,050\,313$ kg. Elle est compensée, en partie, par le frottement de la maçonnerie sur le sol, dont le coefficient est de 0,75 au moins. Le poids total du barrage et de l'eau qui le charge étant de 3 095 430 kg, le frottement équilibrera une poussée de $3\,095\,430 \times 0{,}75 = 2\,321\,570$ kg. Il restera donc 2 321 573 kg — 2 050 313 kg = 271 260 kg d'excédent, et, par conséquent, le terrain en aval n'aura pas de pression à supporter. Mais cet excédent est peu important et il montre que le poids *seul* d'un barrage en béton armé est insuffisant pour équilibrer, par son frottement sur le sol, la poussée horizontale de l'eau, et que, dans le cas où un ouvrage de ce genre ne serait pas encastré dans un important massif de maçonnerie, il serait nécessaire d'ancrer fortement l'ouvrage en amont et de le buter avec soin en aval contre un terrain solide et non affouillable, pour éviter son déplacement vers l'aval sous la poussée de l'eau. C'est là un point faible de ce type d'ouvrage.

TRAVAIL DES ÉLÉMENTS DE BARRAGE. — OSSATURE. — La partie la plus chargée est au pied amont du barrage. Un élément de 1 m de largeur horizontale, dont la longueur est par suite de $1 \times \sqrt{2} = 1{,}414$ m, supporte, par mètre courant, entre ses appuis espacés de $2{,}50 - 0{,}20 = 2{,}30$ m, une charge uniformément répartie de $\dfrac{33 + 32}{2} \times 1 \times 1 \times 1\,000 = 32\,500$ kg, et cette charge porte sur une largeur de 1,414 m. Le poids du revêtement est, d'autre part, égal, pour 1 m courant, à $1{,}414 \times 0{,}30 \times 1 \times 2\,500 = 1\,060$ kg.

Pour calculer les éléments de l'ossature, nous nous servirons des formules simples, conformes au règlement joint à la circulaire du ministre des Travaux publics du 20 octobre 1906 sur les ouvrages en béton armé, établies par M. Maynard, ingénieur des Ponts et Chaussées, dans la « Revue des matériaux de construction » de mars 1909.

Conformément aux notations adoptées dans ce dernier travail, nous désignerons par :

h, la hauteur totale de la poutre ou du hourdis ;

b, sa largeur ;

R_b, le travail maximum du béton à la face supérieure ;

R_a, le travail des armatures supérieures ;

R'_a, le travail des armatures inférieures ;

y_1, la distance de la fibre neutre à la face supérieure ;

d, la distance des armatures comprimées à la face supérieure ;

d', la distance des armatures inférieures à la face inférieure ;

Digitized by Google

m, rapport des coefficients d'élasticité du fer et du béton, variant de 8 à 15 selon le diamètre des barres, mais qu'on prend en général égal à 10.

M, le moment fléchissant des charges ou moment résistant de la section.

Pour être sûr que le barrage sera établi économiquement, nous fixerons d'avance des valeurs maxima pour e travail du béton à la compression, et pour celui des barres inférieures à l'extension.

Nous prendrons comme composition du béton, au mètre cube, 400 kg de ciment, 0,800 m³ de gravier, et 0,400 m³ de sable ; pour ce mélange, le travail à la compression admis est de 56 kg : cm².

Pour l'acier, nous adopterons la limite fixée par les instructions ministérielles du 20 octobre 1906, soit 12 kg : mm².

On sait qu'on a pour toutes les formes de poutres, en posant

$$(h - d') = h',$$

$$y_1 = \frac{h'}{\left(1 + \frac{R'_a}{m R_b}\right)}. \qquad (1)$$

Avec les taux de travail admis de $R'_a = 12\,000\,000$ kg et $R_b = 560\,000$ kg, et pour $m = 10$, on a $y_1 = \frac{h'}{3,143}$.

Pour établir avec économie les ouvrages en béton armé, il est nécessaire de faire travailler le béton à la compression et l'acier à l'extension ; il faut, par suite, éviter de placer des armatures à la partie supérieure des poutres.

C'est ce que nous ferons pour l'ossature. Nous aurons, en appelant F', l'effort d'extension des barres de la partie inférieure, dans le cas du béton non armé, à la partie supérieure (¹) :

$$M = F'\left(h' - \frac{y_1}{3}\right).$$

Dans le revêtement, les barres seront placées à 0,040 m de la face inférieure ; on a donc $h' = 0,300 - 0,040 = 0,260$ m, et $y_1 = \frac{0,260}{3,143} = 0,083$.

Le moment fléchissant sera pris égal à $\frac{Pl^2}{24}$, en raison de la continuité du revêtement. Parfois, il est vrai, on prend $\frac{Pl^2}{32}$, en particulier dans le cas de hourdis supportés sur les quatre côtés ; mais cette formule donne un moment un peu faible ; aussi, comme nous n'avons pas de poutres longitudinales dans le barrage et que, d'autre part, le béton est exposé à la pénétration de l'eau, nous adopterons la première valeur $M = \frac{Pl^2}{24}$, qui donne

$$M = \frac{(32\,500 + 1\,060) \times \overline{2,30}^2}{24} = 7\,397 \text{ kgm}.$$

(¹) Voir *Revue des matériaux de construction* (mars 1909).

On a donc F', effort d'extension des barres inférieures $= \frac{7,397}{0,260 - \frac{0,083}{3}} = 31\,884$ kg.

En admettant des barres de 20 mm placées horizontalement, dont la section est de 314 mm², travaillant à 12 km : mm², on trouve que, pour 1,414 m de longueur de revêtement, il faudra $\frac{31\,884}{314 \times 12} = 8$ barres et demie, ce qui correspond à un espacement de 0,166 m d'axe en axe.

Au droit des appuis, où le revêtement est considéré comme encastré, il y a un moment négatif à équilibrer, égal à $\frac{Pl^2}{12}$ qui détermine une compression des barres inférieures et du béton ; il est donc nécessaire de placer, à la partie supérieure du revêtement, comme à sa partie inférieure, des barres qui résisteront également au cisaillement.

Dans ce cas, le moment résistant est donné par la formule (voir « Revue des matériaux de construction »).

$M = F'(h' - d) + F\left(d - \frac{y_1}{3}\right)$; où $F' =$ effort d'extension des barres inférieures et $F =$ effort de compression du béton.

On a donc

$$\frac{Pl^2}{12} = \frac{33\,560 \times \overline{2,30}^2}{12} = 14\,794 \text{ kgm} = F' \times (0,260 - 0,04)$$
$$+ 0,083 \times 1,414 \times \frac{560\,000}{2}\left(0,040 - \frac{0,083}{3}\right) =$$
$$F' \times 0,22 + 32\,860 \times 0,012,$$

d'où

$$F' = \frac{14\,794 - 394}{0,22} = 65\,454 \text{ kg}.$$

Le revêtement étant déjà armé à sa partie inférieure de 8 barres et demie de 0,020 m de diamètre, d'une section de 314 mm, espacées de 0,166 m, résistant à 31 884 kg, qui sont infléchies et relevées vers la partie supérieure au quart de la portée pour résister au moment d'encastrement, le surplus de l'effort d'extension des barres supérieures au droit des membrures, soit 65 454 kg — 31 884 kg = 33 570 kg, devra être équilibré par 8 barres et demie supplémentaires de 1,25 de longueur, s'étendant sur le quart au moins de la portée, placées à la partie supérieure du revêtement au droit des membrures, entre les barres continues de ce revêtement. La section de ces barres supplémentaires sera de $\frac{33\,570}{12} = 2\,798$ mm², soit $\frac{2\,798}{8,5} = 329$ mm² par barre ; leur diamètre doit, par suite, être de 20,5 mm.

La compression supportée au droit des membrures par les barres inférieures opposées est donc de 65 454 kg

Digitized by Google

— 32 860 kg = 32 594 kg. Leur travail sera égal à

$$\frac{mR_b(y_1-d)}{y_1} = \frac{10 \times 560\,000 \times (0{,}083-0{,}04)}{0{,}083} = 2\,900\,000 \text{ kg}$$

soit 2,900 kg : mm², et leur section sera de $\frac{32\,594}{2{,}900} =$ 11 240 mm², ce qui correspond à $\frac{11\,240}{8{,}5 \times 2} = 661$ mm² par barre, dont le diamètre doit dès lors être égal à 28,5 mm et la longueur 1,25 m.

Pour que le revêtement, à son origine, résiste à la pression de l'eau, il faut donc qu'il soit armé, entre deux membrures, de barres horizontales représentant un poids de (17 barres × 0,00661 m² × 1,25 m + 8,5 barres × 0,000329 m × 1, 25 m + 8,5 barres × 0,000314 m × 2,50) × 7800 kg + 4 barres de 20 mm dans le sens vertical, = 202,720 kg, qui correspondent, avec les ligatures, à un pourcentage de métal de 2,50 pour 100 de la section de béton armé, proportion normale.

Cisaillement. — L'effort de cisaillement est de $\frac{33\,560 \times 2{,}30}{2} = 38\,594$ kg; pour résister à cette charge, nous avons 17 barres de 28,5 mm, 8 barres et demie de 20,5 mm et 8 barres et demie de 20 mm, soit une section totale de 17 × 661 + 8,5 × 329 + 8,50 × 314 = 16 703 mm². Le travail de l'acier est par suite de $\frac{38\,594}{16\,703} = 2{,}312$ kg seulement par millimètre carré.

À la partie supérieure, le béton a 0,10 m d'épaisseur; la charge est, par mètre courant, de $\frac{1{,}00 \times 1{,}00}{2} \times 1{,}00 \times 1\,000 = 500$ kg, sur 1,414 m de longueur, plus le poids du béton, soit 1,414 × 1,00 × 0,10 × 2 500 = 354 kg. Le moment fléchissant est de $M = \frac{854 \times \overline{30{,}2}^2}{24}$ = 188,25 kgm.

On a d'autre part :

$$y_1 = \frac{(0{,}10 - 0{,}02)}{3\,143} = 0{,}025$$

et

$$M = 188{,}25 = F' \times \left(0{,}08 - \frac{0{,}025}{3}\right)$$

où F' effort d'extension des barres inférieures $= \frac{188{,}24}{0{,}0716}$ = 2629 kg. Avec des barres de 6 mm, travaillant à 12 kg, il faudra un nombre de barres égal à $\frac{2629}{3{,}14 \times 3^2 \times 12} = 8$ barres espacées de 0,177 m.

Huit barres, de 1,25 m de longueur et 6 mm de diamètre, devront être placées au droit des membrures entre les armatures horizontales continues, sur lesquelles porte le revêtement, afin de résister au moment d'encastrement sur l'appui, qui est égal à $\frac{Pl^2}{12}$, soit

$$\frac{854 \times \overline{2{,}30}^2}{12} = 376{,}50 \text{ kgm.}$$

Le diamètre des armatures continues horizontales du revêtement devra donc varier régulièrement, du pied au sommet du barrage, de 20 mm à 6 mm.

Pression sur les membrures verticales. — La charge sur un élément de 2,50 m de longueur et 1 m de largeur horizontale est, au pied amont du barrage, de 32 500 × 2,50 + 1,414 × 0,30 × 2,50 × 2 500 = 83 900 kg. Pour résister à cette charge, nous avons une section horizontale d'appui, égale à 1,00 × 0,20 = 0,20 m². Le travail à la compression du béton, abstraction faite de la résistance des armatures, est donc de $\frac{83\,900}{2\,000} = 41{,}950$ kg : cm² au lieu de 856 kg : cm² admis.

Le premier support en aval du pied du barrage supporte une charge d'eau égale à $\frac{21{,}00 + 15{,}00}{2} \times 6{,}00 \times 2{,}50 \times 1\,000 = 270\,000$ kg, plus le poids du béton, soit $6{,}00 \times 1{,}414 \times \frac{(0{,}23 + 0{,}18)}{2} \times 2{,}50 + 6 \times 1{,}414 \times 2{,}00 \times 0{,}20 \times 2\,500 = 289\,350$ kg.

Pour résister à cette charge, le béton a une section minimum de 2,00 × 0,20 + 1,00 × 0,20 = 6 000 cm². Le travail à la compression est donc de $\frac{289\,350}{6\,000} =$ 48,220 kg : cm², au lieu de 356 kg : cm² fixés par la circulaire du 20 octobre 1906.

Les autres supports étant semblables, et leur charge bien moins élevée, leur section suffira largement à supporter les efforts sans qu'il y ait flambement, d'autant plus que nous avons négligé le secours dû aux armatures.

Pression sur la semelle. — Du pied du barrage jusqu'à 12 m en aval, la charge est, comme nous l'avons vu, de 838 104 kg, à laquelle il faut ajouter le poids de la partie de cloison ou membrure en béton, qui supporte cette charge soit environ $\frac{12{,}00^2}{2} \times \frac{0{,}30 + 0{,}20}{2} \times 2\,500$ + la semelle, (soit 12,00 × 2,50 × 1,00 × 2 500) = 958 104 kg.

Cette charge s'appuie sur la maçonnerie de base par une surface de 12,00 × 2,50 = 300 000 cm². Le travail maximum est donc de $\frac{958\,104}{300\,000} = 3{,}194$ kg seulement par centimètre carré.

Pression horizontale sur la maçonnerie de base en aval. — La poussée est de 1 361 ?50 kg sur un élément de 2,50 m de longueur.

Cette poussée est uniquement équilibrée par l'ancrage du pied amont du barrage qui travaille au cisaillement, et par la pression que l'extrémité aval de la semelle exerce sur la maçonnerie de base.

Digitized by Google

Le travail à la compression est donc de $\frac{1\,361\,250}{2,50 \times 1,00}$ $= 54,450$ kg : cm². Le travail limite étant de 56 kg : cm, la stabilité est assurée, indépendamment des ancrages de la semelle; mais, comme cette pression est trop élevée pour la maçonnerie, il est nécessaire d'augmenter de 1,50 m l'épaisseur de la semelle à son extrémité aval, afin de réduire la compression sur la maçonnerie à 21,780 kg. Si on tenait compte des armatures, avec le pourcentage de 2,50 pour 100, la section résistante serait de $2,50 \times 1,00 + 2,50 \times 0,025 \times 10$ $= 3,125$ m² et le travail de compression de $\frac{1\,361\,250 \text{ kg}}{3\,125}$ $= 43,560$ kg : cm².

Ce qui précède met en évidence l'importance de l'effort qui tend à pousser et déplacer vers l'aval la superstructure du barrage. Pour résister à cet effort, il est nécessaire de donner une épaisseur considérable à la semelle d'appui. Il est vrai qu'on pourrait admettre que le frottement développé au contact de la maçonnerie et de la semelle, par la charge d'eau et le poids du barrage, équilibre la poussée. On a, en effet, $666\,900 + 1\,361\,250 \times 0,75 = 1\,521\,110$ kg, charge supérieure de 159 860 kg à la poussée. D'après cela, il n'y aurait donc pas de pression de l'about de la semelle contre la maçonnerie en aval, et dès lors cette semelle pourrait n'avoir qu'une épaisseur de 0,50 m. Mais nous ne pensons pas qu'il soit prudent de calculer ainsi la résistance de l'ouvrage, lequel doit avoir, d'après nous, dans toutes ses parties, des dimensions suffisantes pour équilibrer à lui seul, et indépendamment du frottement, les efforts auxquels il peut être soumis.

Prix de revient du mètre courant d'ouvrage. — Le prix de revient du mètre courant de barrage est le suivant :

105,284 m³ de béton armé au dosage de 400 kg de ciment à 160 fr	16 835,41 fr.
Garde-corps, $\frac{115 \text{ kg}}{2,50} \times 1$ fr	46,00
46,65 m² d'enduit de 0,03 m en mortier de ciment à 1 000 kg de ciment à 3,50 fr	163,28
Total pour la partie de barrage en élévation.	17 044,69 fr.
Soit 17 100 fr en chiffres ronds.	
Maçonnerie de base :	
$46 \times 7,50 - 37,80 \times 1 \times 1 = 307,200$ m³ à 25 fr.	7 680,00 fr.
	24 724,69 fr
Soit en chiffres ronds, un prix total au mètre courant, de	24 800,00 fr.
ou 4 300 fr de plus que le barrage en maçonnerie et 6 000 fr de plus que le barrage mixte.	

Transports a effectuer pour un ouvrage de 100 m de longueur. — Comme pour les précédents barrages, nous calculerons le tonnage de matières à transporter à pied d'œuvre.

Il faudra d'abord extraire et transporter 33 800 m³ de moellons pesant, à raison de 1,500 t le mètre cube, 50 700 t, puis approvisionner et transporter : $\frac{30720 \times 0,400 \times 2}{3} + 106,700 \times 100 \times 0,400 = 12\,460$ m³ de sable pesant, à 1,5 t le mètre cube, 18 690 t et, enfin, 10 670 m³ $\times$ 0,800 = 8 540 de gravier pesant, à 1,500 t, le mètre cube, 12 810 t.

D'autre part, il faudra amener, de très loin peut-être, et transporter $\frac{30720 \times 0,400 \times 1}{3} = 4\,100$ m³ de chaux pour le massif à base, pesant 2 460 t, et $10\,670 \times 0,400 \cong 4\,270$ t de ciment pour le béton, soit en tout 67,3 t par mètre courant de barrage, ou 7,3 t d'agglomérants en plus que pour le barrage maçonné.

Entretien de l'ouvrage. — Le béton armé, en contact avec l'eau, est forcément soumis à des infiltrations, car il est presque impossible, pour des pressions d'eau élevées, d'obtenir une étanchéité complète. Dans ces conditions, étant donnée la grande surface de béton en contact avec l'air et soumise aux intempéries, nous estimons que le barrage en béton armé exigera un entretien de même ordre d'importance que le barrage en maçonnerie.

Ajoutons qu'il sera bon de recouvrir toutes les surfaces du béton de deux couches de goudron qui le préserveront de la pluie et de la gelée.

Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que le béton ne se conserve indéfiniment que s'il est soustrait à l'action de l'eau.

Cette dernière provoque, en effet, lorsque le béton est immergé, la diffusion à l'extérieur d'une partie de l'hydrate de chaux qui s'est formé, pendant que, d'autre part, sa combinaison avec la chaux constitutive du ciment pour former de l'hydrate en dissociant les sels du ciment, fait augmenter le volume absolu et par suite les efforts moléculaires du béton. Si ces actions peuvent être négligées pour les ouvrages peu importants, par contre, pour ceux de grandes dimensions comme celui que nous envisageons, il est nécessaire de permettre au béton de suivre les variations que le contact de l'eau peut occasionner, en ménageant aux extrémités de l'ouvrage des vides suffisants pour la dilatation ultérieure sous l'action de l'eau.

Enfin, les armatures noyées dans le béton peuvent subir, à la longue, une oxydation, lorsqu'elles sont mouillées par les eaux d'infiltration et qu'en même temps l'air peut pénétrer dans le béton; ces phénomènes sont peu connus, mais nous pourrions en citer des exemples. Toutefois, il paraît possible de se garantir contre l'oxydation des barres par des moyens appropriés, tels que le paraffinage ou le goudronnage des surfaces.

Durée d'exécution. — Le barrage en béton armé peut être exécuté, avec sa maçonnerie de base et dans les conditions des précédents ouvrages étudiés, en 13 mois ou 1,08 an, étant entendu que la partie en béton serait exécutée au fur et à mesure de l'avancement du massif d'implantation.

Digitized by Google

PRIX DE REVIENT DÉFINITIF DU MÈTRE COURANT DE BARRAGE. — Pendant la durée d'exécution des travaux, la société qui fait édifier l'ouvrage doit payer les intérêts intercalaires à 5 pour 100, soit donc, pour le cas qui nous occupe, $24800 \times 0{,}05 \times \frac{1{,}08}{2} = 670$ fr. Le prix de revient total et définitif du mètre courant de barrage en béton armé ressort ainsi à **25 470** fr.

III. — **Barrage en béton armé, deuxième type.** — Il semble possible d'établir les barrages en béton armé d'une manière différente de celle que nous venons d'examiner. Cette nature d'ouvrage ayant été préconisée par divers ingénieurs et constructeurs, nous croyons utile de la faire figurer dans notre étude comparative.

L'ouvrage en question, qui est d'une forme simple, serait constitué par une paroi verticale implantée sur une semelle horizontale s'étendant en amont et en aval de la paroi verticale et reliée à cette dernière par des nervures ou cloisons triangulaires, dont les armatures travailleraient en amont à l'extension et en aval à la compression (fig. 11).

La charge verticale de l'eau sur la semelle horizontale en amont équilibrerait alors la traction produite sur les armatures par la poussée de l'eau retenue.

Nous allons étudier cette solution pour rechercher si elle est moins coûteuse que les précédentes.

Pour que l'ouvrage soit établi économiquement, il est nécessaire que la largeur de la semelle en béton soit réduite le plus possible.

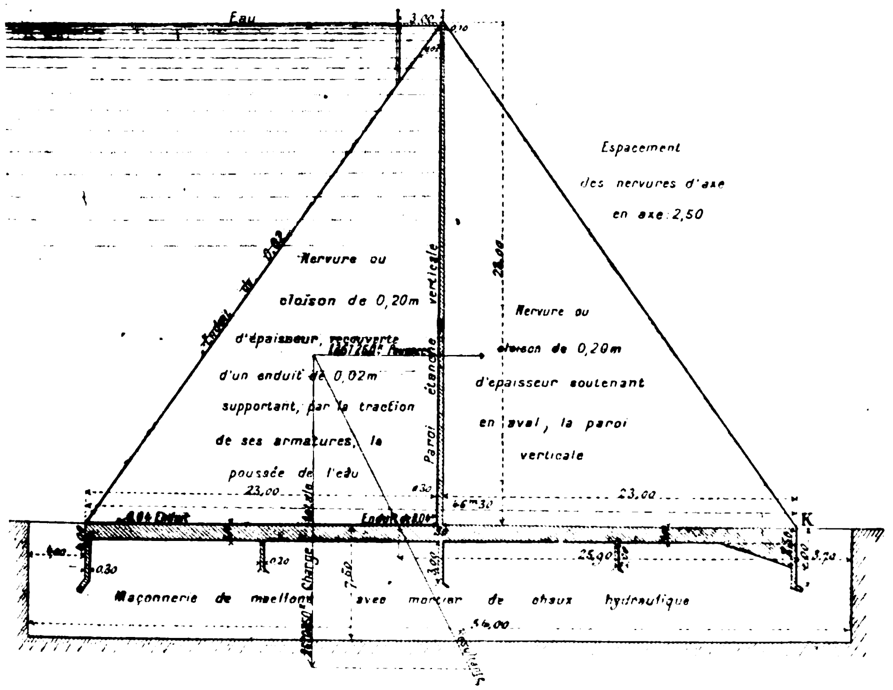


Fig. 11. — Coupe verticale entre deux nervures.

Le barrage serait alors constitué par une embase en maçonnerie ayant 7,50 m d'épaisseur, comme dans les types précédents, mais dont la longueur serait ici de 54 m.

La partie en béton armé reposerait sur ce massif par une semelle de 1 m d'épaisseur supportant la paroi étanche verticale et les nervures ou cloisons transversales, qui seraient espacées de 2,50 m d'axe en axe, comme dans le premier type (fig. 11).

La paroi verticale aurait 0,30 m d'épaisseur à son pied et 0,10 m au sommet; elle serait recouverte en amont d'un enduit d'une épaisseur de 0,04 m à la base et 0,02 m au sommet, en mortier de ciment au dosage de 1 000 kg : m³.

Les nervures triangulaires auraient 0,20 m d'épaisseur et seraient, en amont, également recouvertes d'un enduit en mortier riche de 0,020 m d'épaisseur moyenne, afin qu'il ne se produise pas d'infiltrations au travers du béton.

POIDS DU BARRAGE. — Le poids du barrage, pour un élément de 2,50 m de largeur comprenant une ligne de nervures, se décompose ainsi :

125,500 m³ de béton pour la semelle inférieure et ses ouvrages, à 2 500 kg le m³		313 750 kg
2,070 m³ d'enduit de 0,03 m en amont		5 175
16,500 m³ de béton pour la paroi verticale	41 250 kg	46 820
2,228 m³ d'enduit en amont de 0,03 m en moyenne	5 570 kg	
75,900 m³ de béton pour les nervures amont	189 750 kg	212 505
9,102 m³ d'enduit	22 755 kg	
A reporter		578 250 kg

Digitized by Google

Report.....		578 250 kg
75,900 m^3 de béton pour les nervures aval, sans enduit.......................		189 750
0,636 m^3 de béton pour la passerelle de service....	1 570 kg	2 060
0,150 m^3 d'enduit...........	375	
Garde-corps en fer...	115	
Poids total..............		770 060 kg

Soit au total 307,986 m^3 de béton.

Maçonnerie de base ($54 \times 7,50 \times 2,50$ — semelle et ancrages 125,500 m^3) $= 887 \times 2\,400$..............................	2 128 800 kg
	2 898 860 kg

Ce qui donne par mètre courant : partie en élévation :

Béton et enduit $\frac{307,986}{2,50}$..................	123,195 m^3
Maçonnerie de la base..................	354,800 m^3
	477,995 m^3

Soit 478 m^3 en chiffres ronds.

Calcul des efforts. — La semelle de béton avec ses ancrages pèse 313 750 kg ; elle a son centre de gravité situé à 23,15 m du point aval K des nervures, point de rotation théorique pour le renversement de l'ouvrage.

L'enduit de 0,04 m d'épaisseur de cette semelle, en amont, du poids de 5 175 kg, a son centre de gravité situé à 34,80 m du point K.

La paroi verticale, qui pèse 46820 kg, a son axe placé à 23,17 m de l'axe de renversement.

Les nervures amont, du poids de 212 505 kg, ont leur centre de gravité situé à $23 + 0,27 + \frac{23+1}{3} =$ 30,94 m du pied des cloisons aval.

Les nervures aval pèsent 189750 kg et ont leur centre à $\frac{23 \times 2}{3} + 0,035$ (pour le fruit de la paroi étanche) $= 15,365$ m.

Enfin, la passerelle, du poids de 2 060 kg, a son centre de gravité à 24,60 m du point K.

D'autre part, le poids d'eau qui charge la semelle en amont soit $(23 + 0,035) \times 2,50 \times 33 \times 1\,000 = 1\,900\,390$ kg, a son centre de pression à $(23 + 0,27 + 11,50) = 34,77$ m de l'axe.

L'ensemble de ces charges a donc son point d'application à une distance du pied des nervures aval, égale à :

$$\frac{313\,750 \times 23,15 + 5\,175 \times 34,80 + 46\,820 \times 23,17 + 212\,505 \times 30,94 + 189\,750 \times 15\,365 + 2\,060 \times 24,60 + 11\,900 \times 34,77}{313\,750 + 5\,175 + 46\,820 + 212\,505 + 189\,750 + 2\,060 + 1\,900\,390} = \frac{143\,316\,537}{2\,670\,350} = 31,51 \text{ m.}$$

Enfin, le poids général de l'eau et du béton, soit 2670 350 kg, composé avec la poussée horizontale de l'eau, soit $\frac{33,00^2}{2} \times 2,50 \times 1\,000 = 1\,361\,250$ kg, dont le centre de pression est à $\frac{33,00}{3}$ de la base, donne une résultante qui coupe la semelle à 25,90 m de l'axe K de renversement du barrage. La stabilité est donc très bien assurée.

La résultante passant près de la paroi verticale, la pression sur la maçonnerie de base s'y répartit à très peu près également. Cette pression est donc, en moyenne, de $\frac{2670\,350}{4630 \times 250} = 2,307$ kg seulement par centimètre carré.

Prix de revient du mètre courant. — Le coût du mètre courant de barrage est de :

$\frac{294\,436}{2,50} = 117,760$ m^3 de béton, à 160 fr le m^3.	18 841,60 fr
$\frac{126}{2,50} = 50,40$ m^2 d'enduit de 0,03 d'épaisseur moyenne, à 3,50 fr le m^2................	176,40
$\frac{772,83}{2,50} = 309,30$ m^2 d'enduit de 0,02 d'épaisseur moyenne, à 2,50 fr le m^2............	772,83
	19 790,83 fr

Soit 19 800 fr pour la partie en élévation.

A reporter.....	19 790,83 fr
Report.....	19 790,83 fr
354,800 m^3 de maçonnerie de base (à 25 fr le m^3)..............................	8 870,00 fr
	28 660,83 fr
Soit par mètre courant, en chiffres ronds, un prix total de	28 700,00 fr

On arrive donc à une dépense supérieure à celle de tous les types précédemment étudiés.

Ainsi, ce système de barrage qui, nous le rappelons, a été préconisé par divers ingénieurs et constructeurs, bien que réduit, en amont et en aval, à des dimensions restreintes, est beaucoup plus coûteux qu'on ne le pensait généralement.

L'ouvrage n'étant pas économique, il nous a paru inutile d'en calculer les éléments. Toutefois, nous croyons utile d'ajouter à son sujet les considérations suivantes :

La portée de la paroi verticale entre deux nervures est de 2,30 m, comme dans le type à revêtement incliné à 45° ; mais, ici, la hauteur de la paroi n'étant que de 33 m au lieu de 46,66 m pour une même charge à supporter, le pourcentage de métal devra être plus élevé dans l'ouvrage à paroi verticale.

D'autre part, les armatures des nervures d'amont, qui doivent résister à l'extension, pourront être considérées comme n'ayant à résister qu'à la moitié de la poussée, l'autre moitié étant supportée par les nervures d'aval.

Ces armatures étant inclinées parallèlement à l'arête supérieure des nervures, la poussée de $\frac{1\,361\,250 \text{ kg}}{2}$,

Digitized by Google

décomposée suivant cette direction, donne un effort direct de traction égal à 1 175 000 kg.

En admettant 12 kg : mm² pour le travail des armatures, leur section devra être au total de $\frac{1\,175\,000}{12} =$ 97 117 mm², ce qui représente 312 barres de 20 mm de diamètre, soit 156 rangées de 2 barres dans la nervure. La distance du pied de la paroi verticale à l'arête d'une nervure étant de 18,80 m, on trouve que les files de barres seraient espacées, *en moyenne*, de $\frac{18,80}{156} = 0,12$ m seulement. Il faudrait donc littéralement farcir les nervures de barres pour leur permettre de résister à la poussée. C'est encore un défaut du type de barrage à paroi verticale.

Le poids du barrage et de l'eau qui charge la semelle en amont étant de 2 670 350 kg, le frottement sur la maçonnerie de base, dont le coefficient est de 0,75 environ, pourra équilibrer la poussée de l'eau, soit 1 361 250 kg, car on a 2 670 350 × 0,75 = 2 002 760 kg; mais, comme nous l'avons fait remarquer pour le premier type en béton armé, il est préférable de donner à la semelle une épaisseur de 1 m pour qu'elle puisse résister par elle-même à la poussée, en cas d'insuffisance du frottement, sous l'influence des sous-pressions ou de toute autre cause.

En ce qui concerne les frais d'entretien, le barrage à paroi verticale ayant en contact avec l'eau des surfaces beaucoup plus étendues que dans le type précédent, ce dernier serait évidemment d'un entretien plus difficile et plus coûteux et, dès lors, il présente encore sur ce point une infériorité manifeste sur tous les autres types.

(*A suivre.*)

E. MAYNARD,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

P. LÉVY-SALVADOR,
Chef du Service technique de l'hydraulique agricole au ministère de l'Agriculture.

Revues, analyses et informations

L'usine génératrice de la Western United Gas and Electric Company à Aurora (Illinois) [1].

Cette station, construite il y a quinze ans, a dû être modernisée pour pouvoir répondre aux exigences actuelles du service et cette modernisation peut être considérée comme un modèle du genre. Au début, le courant diphasé était produit à 2 200 v, 60 p : sec. Le plan d'extension prévu fut modifié plus tard par suite de l'introduction des turbo-génératrices dont la Compagnie installa l'une des premières construites dans ce pays. Depuis, deux autres unités ont été installées, portant à cinq le nombre des groupes de l'installation.

Aurora est devenu maintenant un centre industriel important et la centrale a, en outre, étendu son réseau aux localités environnantes.

GÉNÉRATRICES. — Les premières unités mises en service, en 1903 et 1904, étaient deux génératrices diphasées à 60 p : sec, 2 300 v, de 500 et 200 kw commandées directement par des machines compound Hamilton-Corliss à 100 t : min.

En 1906 fut installé un turbo-groupe Allis Chalmer de 500 kw à 3 600 t : min. En 1909 et 1913, deux autres unités de la même construction, de 1 000 kw chacune, à 1 800 et 3 600 t : min, furent montées.

En 1904, la Compagnie installa un moteur synchrone National 2 200 v accouplé directement à une génératrice à courant continu de 250 kw, 500 v.

CHAUDIÈRES ET CONDENSATION. — L'installation primitive comportait 4 chaudières Sterling type A de 250 ch. Successivement ont été installées depuis, deux chaudières type S et deux chaudières type O de 500 ch à grilles Martin.

Les deux machines alternatives échappent soit dans des condenseurs à mélange Worthington, soit dans les canalisations de chauffage.

Les turbines de 500 kw et l'une des turbines de 1 000 kw sont pourvues de condenseurs à mélange Tomlinson à pompes cycloïdales Connersville. L'autre turbine 1 000 kw comporte un condenseur à mélange Wheeler, pourvu d'une pompe à air Tieson commandée par turbine d'action Allis Chalmers.

TABLEAU DE DISTRIBUTION ET DÉPART DES FEEDERS. — Dans l'ancien tableau, les lignes de connexion étaient disposées dans un caniveau situé derrière le tableau et les circuits extérieurs étaient réunis dans une coupole sur le toit de la centrale, directement au-dessus du tableau. Depuis, l'équipement a été simplifié.

Une tour de départ des feeders a été construite en dehors de la centrale et est reliée au tableau par un tunnel.

Une nouvelle galerie de distribution a été construite dans laquelle ont été installés six panneaux de feeders. Une place suffisante a été réservée pour l'augmentation de ce nombre.

Les feeders quittant les panneaux passent dans le tunnel où ils sont logés dans des tubes établis de façon telle que les circuits quittant la centrale sur chacune des deux lignes aériennes peuvent être aisément identifiés depuis le tableau de distribution.

MANŒUVRE DES CIRCUITS DE FEEDERS. — Au début, la charge de la centrale était surtout constituée par des lampes à 110 v.

Plus tard, une distribution secondaire à 3 fils à 110-220 v a été établie pour la distribution de force et de lumière. Dernièrement, une distribution secondaire à 440 v a été faite.

Au cours de ces dernières années, la nature de la charge de la station a changé par suite de la création de nombreuses industries à Aurora. Les moteurs d'induction tri-

(1) *Electrical Review and Western Electrician*, 26 mai 1917, t. LXX, p. 888-891, 3 000 mots, 5 fig.

Digitized by Google

phasés étant très répandus ont nécessité l'installation d'un grand nombre de transformateurs à montage Scott convertissant le primaire diphasé en secondaire triphasé.

Cette question a d'ailleurs amené la Compagnie à modifier son système de distribution sur certaines de ses lignes. Le procédé en projet consiste à installer des transformateurs Scott de puissance suffisante dans la centrale, transformant l'énergie produite en triphasé à 13 200 v pour le transport, avec distribution secondaire diphasée ou triphasée suivant les besoins des consommateurs. L'économie ainsi réalisée sur les conducteurs et la réduction de la perte en ligne couvriront largement les frais d'installation de la sous-station de transformation.

Éclairage domestique. — Au début, chaque installation domestique comportait un petit transformateur de 1 à 1,5 kw.

Le nombre de ces installations s'étant considérablement accru, les pertes devenaient trop considérables. Les installations domestiques ont donc été réunies par groupes de 10 à 65 à des postes de transformation de 7 à 10 kw. La distribution est à 3 fils 110-220 v. De cette façon les pertes et les interruptions de service ont été notablement réduites.

P. G.

La nouvelle usine électrique de la ville de Coire [1].

L'ancienne usine construite en 1892 à deux kilomètres et demi de Coire comportait 4 machines de 100 ch donnant du courant alternatif à 2 000 v, p : sec qui était transformé en courant à 120 v par des transformateurs de 1 à 5 kw placés dans les caves des immeubles.

En 1906, on agrandit l'usine, on adopta la fréquence 50 pour la lumière, le courant continu pour la force et la distribution à 3 fils 120 v.

En 1912, il fallut construire la nouvelle usine de Lüen sur la Plessur. Elle comprend quatre alternateurs accouplés directement à des turbines de 1 500 ch (dont une de réserve), et deux groupes de chacun 750 ch, à courant continu. Les alternateurs fournissent du courant à 10 000 v, 50 p : sec. Ils n'ont que deux paliers, l'arbre est renforcé et comporte un plateau d'accouplement relié directement à la roue de la turbine ; l'encombrement est ainsi réduit au minimum, les excitatrices de 15 kw, 110 v sont sur le même arbre.

Les groupes à courant continu livrent le courant au chemin de fer de l'Arosa. Ils tournent à 420 t : min, la tension varie de 2 000 à 2 300 v. Des pôles auxiliaires assurent une bonne commutation à toute charge, sans décalage des balais. L'isolement de l'induit est fait en micanite de 0,5 mm d'épaisseur, celui du collecteur est au mica. Les balais sont recouverts de couvercles en éternite pour éviter l'amorçage d'arcs en cas de court-circuit. L'excitation est faite par des excitatrices en bout d'arbre de 5 kw, 110 v ; l'ensemble est isolé du sol.

Il y a aussi un groupe convertisseur composé d'un moteur asynchrone de 24 ch, 220 v et d'une dynamo de 15 kw, 110 à 180 v, pour la charge d'une petite batterie d'accumulateurs. Il sert aussi de secours aux excitatrices.

Un transformateur de 30 kv-A, 220-125 v fournit l'éclairage et la force motrice à l'usine. La batterie d'accumulateurs de 66 éléments, 162 A-h, fournit le courant pour les relais, les régulateurs Thury, les signaux, l'éclairage de secours etc...

Chaque machine a ses circuits de commande nettement séparés, les interrupteurs à huile sont commandés du pupitre, ils possèdent tous un dispositif de vidange. Les appareils de mesure des machines sont sur le pupitre. Chaque machine comporte un ampèremètre, un voltmètre, un wattmètre, un disjoncteur à retour, un relais à maxima et un interrupteur de mise en parallèle. Les tableaux de départ comportent deux ampèremètres, un relais pour la commande du disjoncteur, et des wattmètres enregistreurs. Enfin les pupitres

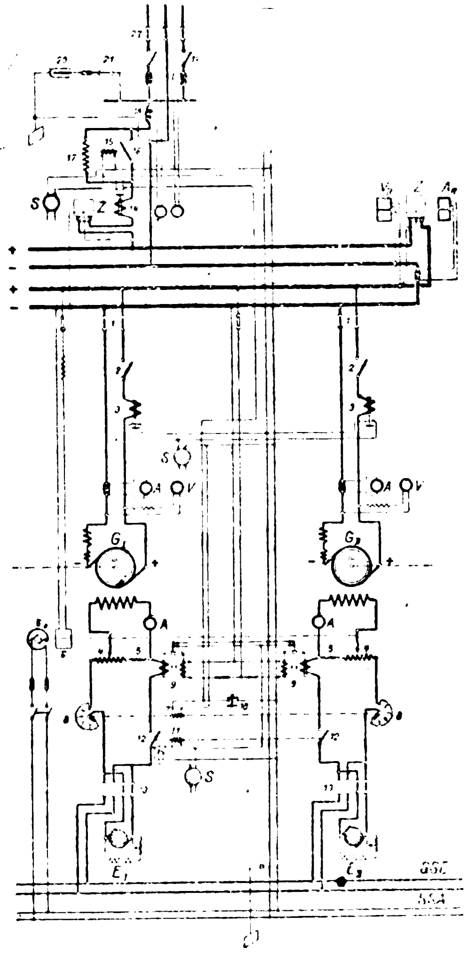


Fig. 1. — Schéma de l'installation à courant continu.

A. Ampèremètre ; A_2, ampèremètre enregistreur ; G, générateur ; E, excitatrice ; S, Relais à sonnerie ; V, voltmètre ; V_2, voltmètre enregistreur ; Z, compteur ; SSE, barres omnibus d'excitation ; SSA, barres omnibus de départ ; 1, coupe-circuits ; 2, interrupteur unipolaire ; 3, relais à maximum ; 4, rhéostat d'excitation ; 5, résistance de shuntage ; 6, régulateur Thury ; 6_a, moteur du régulateur ; 7, bobine de déclanchement de 8 ; 8, interrupteur automatique bipolaire à résistances intercalées ; 9, relais différentiel ; 10, bouton-poussoir ; 11, bobine de déclanchement de 12 ; 12, interrupteur bipolaire automatique ; 13, sectionneurs ; 14, relais à maximum ; 15, bobine de déclanchement de 16 ; 16, disjoncteur unipolaire ; 17, résistance de shuntage du disjoncteur ; 18, bobine de self ; 19, interrupteur unipolaire ; 20, condensateur électrolytique ; 21 et 21_1 coupe-circuits.

contiennent les appareils de commande des régulateurs de tension système Thury.

La protection des alternateurs est assurée, en dehors de parafoudres à cornes sur les feeders de départ, par des résistances hydrauliques et des bobines de self-induction disposées sur les barres omnibus. Des condensateurs électrolytiques protègent les machines à courant continu.

Pour protéger les machines contre les brusques appels de

[1] A. Kuoni. *Schweizerische Bauzeitung*, 30 juin 1917, t. XLIX, p. 293-296. 1 300 mots, 8 fig.

Digitized by Google

courant et les courts-circuits, on a disposé un relais à maximum de courant qui, d'une part, introduit dans le circuit d'excitation une résistance qui abaisse la tension à 600 v, et, d'autre part, fait sauter l'interrupteur de feeder qui est shunté par une résistance suffisante pour limiter le court-circuit. De plus, chaque circuit d'excitation comporte un relais différentiel qui la coupe dès que la différence entre la tension normale et celle des barres atteint une certaine valeur, par suite d'une surcharge ou d'un coup de feu au collecteur. La mise à la terre, en cas de surtension survenant à la suite d'un court-circuit, se fait par l'intermédiaire d'une résistance, qui s'est fort bien comportée lors des nombreux courts-circuits survenus en deux années de service.

Deux canalisations complètement séparées à 10 000 v alternatifs partent de la centrale. Elles comportent chacune trois câbles en cuivre de 50 mm². Tous les supports sont calculés pour pouvoir recevoir par la suite une nouvelle ligne de même section. Les portées atteignent 360 m pour la traversée de deux vallées profondes.

L'ancienne usine du Sand comporte deux transformateurs qui abaissent ce courant à 10 000 v en courant à 2 000 v pour la marche en parallèle avec l'ancienne installation desservant la ville et ses environs immédiats. Une seconde station de transformation analogue est prévue de l'autre côté de la ville, car le réseau actuel sera bientôt insuffisant.

Depuis décembre 1916, l'énergie supplémentaire (1 500 kw) de l'usine de Coire est livrée à l'usine centrale de Zurich. Cet essai a donné les meilleurs résultats et des pourparlers sont engagés pour une livraison régulière de plusieurs années. La ligne employée se compose de trois fils de cuivre de 8 mm de diamètre, elle va de l'usine du Sand jusqu'au poste de sectionnement de l'Albula où un transformateur de 1600 kv-A élève la tension de 10 000 à 50 000 v.

Le service de la ville est ainsi assuré : l'usine du Sand se charge autant que possible de l'éclairage, tandis que celle de Luen dessert la force motrice, le chemin de fer, et le poste de l'Albula. Le groupe convertisseur de l'Usine de Luen permet au besoin de transformer le courant alternatif venant de l'usine du Sand ou de l'Albula en courant continu pour le service du chemin de fer Coire-Arosa. En cas de besoin, l'usine de Coire pourrait être couplée en parallèle avec l'usine de l'Albula. J. C.

Puissances requises par les élévateurs de grains (1).

Si l'on suit le grain de la ferme au moulin, le premier élévateur rencontré est, généralement, un petit élévateur déchargeant le camion du fermier dans le wagon de chemin de fer. Il est rarement électrique à cause de sa marche intermittente, de sa situation dans une petite ville où l'installation d'une centrale coûterait trop cher, et du fait qu'il est souvent antérieur à l'établissement des centrales modernes. Quand il dessert un moulin local électrique, son équipement est très simple : un ou deux moteurs à cage d'écureuil. Son rendement annuel est plutôt faible. Une partie de la récolte est expédiée aux moulins de l'intérieur; le reste (la presque totalité) est amené aux importants élévateurs des côtes de l'Océan ou des grands lacs, à Chicago, Milwaukee, Duluth, Port-Arthur et Fort-William; il y sera emmagasiné en attendant son expédition pour l'Europe.

Les wagons sont d'abord amenés près des trémies réceptrices par un câble s'enroulant sur un tambour; ils sont vidés par des pelles de dragues. Sous la trémie réceptrice se déplace une courroie horizontale qui transporte le grain à l'élévateur proprement dit qui l'élève de 45 à 55 m jusqu'au bassin de pesage; de la trémie de sortie de ce bassin, des courroies remisent le grain dans les diverses cases des magasins. Lors du chargement d'un bateau, le grain est amené par une courroie horizontale jusqu'à un élévateur qui le descend aux bascules, d'où il est déversé dans la cale du paquebot par l'effet de son propre poids. Ajoutons que le nettoyage et la manutention des grains nécessitent aussi des puissances considérables, la courbe de manutention étant pratiquement la même que la courbe de la puissance nécessitée par le chargement et le déchargement.

En général, une économie d'énergie consommée est d'importance secondaire; ce que l'on recherche d'abord, c'est la vitesse, parce que les trains doivent être promptement remis en service, surtout à l'époque des moissons et aussi parce que les frais de stationnement des steamers dans les docks sont très élevés. Tous les appareils doivent quelquefois être démarrés complètement chargés; une grande marge de puissance doit donc être prévue. Du fait que quelques moteurs doivent fonctionner à peu près à vide pendant de courts instants, le facteur de puissance de la sous-station est très faible (50 à 60 pour 100 fréquemment). En outre, la charge est loin d'être uniforme à cause de la pratique suivie habituellement, qui consiste à décharger entièrement un wagon dans une trémie avant de commencer à élever. Avec cinq trémies le long d'une voie, cinq moteurs d'élévateurs sont ainsi forcés de travailler en même temps, ce qui produit des pointes courtes en durée mais très accentuées. Une table détaillée, accompagnant l'article, donne le nombre de moteurs accouplés aux différents appareils (cribles, convoyeurs à vis, courroies, ventilateurs, ascenseurs du personnel, séparateurs, collecteurs de poussière, compresseurs d'air, cabestans, etc.) et leurs puissances, dans six grandes installations modernes. On arrive aux chiffres suivants :

	Nombre de moteurs.	Puissance en chevaux.
1	66	2 345
2	22	602
3	34	905
4	60	1 415
5	40	1 037
6	45	2 468

La première de ces installations a une capacité totale de 1 145 246 hectolitres. L'énergie est empruntée au circuit local à 22 000 v, triphasé, 60 p : sec. Elle fut construite en 1912 et 1913. Elle comporte 4 voies de chemin de fer, chaque voie étant desservie par 5 trémies, de sorte que 5 wagons de grains peuvent être déchargés et élevés en même temps. L'installation électrique comprend 3 transformateurs à isolement à huile, à refroidissement naturel, de 400 kv-A, 22 000/575 v. Pour corriger le facteur de puissance, on a prévu un compensateur synchrone de 1 000 kv-A, triphasé, à démarrage automatique. La troisième de ces installations a une capacité totale de 3 259 550 hectolitres. Elle se compose de deux ateliers de manutentions diverses séparés et de trois grands greniers. Une partie seulement est électrifiée; une petite sous-station adjacente contient 3 transformateurs de 150 kv-A; un compensateur synchrone, fait d'un alternateur réparé, rend de bons services pour la correction du facteur de puissance. Le rendement électrique est bon ici, car c'est l'équipement à vapeur qui actionne la partie de l'élévateur où la charge subit le plus de fluctuations.

On a étudié ces six élévateurs dans le but de les com-

(1) F.-F. Espenschied, *Electrical World*, 30 juin 1917, t. LXIX, p. 1 246, 3 600 mots, 3 fig., 2 tabl.

Digitized by Google

parer et d'établir des constantes générales; ce but n'a pu être atteint parce que : 1° la puissance requise dépend de l'importance de la moisson et de sa qualité; du grain propre et sec exige moins de manutentions; 2° le mouvement des trains et des paquebots influe sur les quantités emmagasinées ou embarquées; 3° l'adresse et la manière de procéder du personnel dirigeant sont des facteurs importants. Quelques exploitants sacrifient la puissance à la vitesse et il est parfois impossible de maintenir la charge malgré les précautions prises; la puissance maxima a lieu, naturellement, quand on met en jeu en même temps les trois fonctions principales de l'élévateur qui sont l'emmagasinage, les opérations de triage, séchage, etc..., et le chargement d'un navire. Voici quelques chiffres indiquant le nombre d'hectolitres manutentionnés par kilowatt-heure : pour le premier des élévateurs, on trouve, pour l'année 1914, 8,4 hectolitres; pour l'année 1915, 15 hectolitres et pour l'année 1916, 14,9 hectolitres; pour le second on trouve, pour l'année 1916, une moyenne de 20,5 hectolitres.

En règle générale, il faut laisser un électricien dans la sous-station pendant la marche de l'élévateur; dans quelques cas cependant, on peut arriver à établir des dispositifs de protection automatique. Quelques exploitants, non familiarisés avec les contrats d'achat d'énergie électrique, semblent très attachés à l'opération à la vapeur avec des machines à faible vitesse entraînant directement un arbre principal; ils ajoutent que, puisqu'un élévateur a besoin de vapeur pour sécher le grain et qu'on doit brûler les poussières et les déchets, l'opération à la vapeur coûte moins. Cependant, il faut dire que les sécheurs ne travaillent pas continuellement et ne tiennent qu'une petite place dans l'installation. Une des meilleures preuves que l'énergie électrique a un meilleur rendement, c'est que l'on construit actuellement de nouveaux élévateurs, tous électriques. L'essentiel est d'obtenir de la centrale un contrat satisfaisant, tel que celui qui est exposé dans un paragraphe de l'article.

P. V.

L'interconnexion des réseaux hydro-électriques de la Washington Water-Power Company (1).

La Washington Water Power Company à Spokane (Etat de Washington) possède quatre centrales hydro-électriques échelonnées sur la rivière Spokane, affluent de la rivière Columbia et dont le débit maximum est de 1 100 m³ : sec et le débit minimum 42 m³ : sec. Elles sont installées respectivement à Spokane, Post Falls, Little Falls et Long Lake.

La centrale de Spokane, qui date d'environ dix-huit ans, comporte deux turbines Francis accouplées directement à des alternateurs de 2 250 kw et d'autres groupes composés de roues accouplées à des génératrices à courant continu de 200 à 1 200 kw; la puissance totale de la station étant de 8 800 kw.

La Compagnie possède également à Spokane une centrale de secours à vapeur comprenant douze chaudières Babcock et Wilcox de 500 ch et deux turbines Curtis à axe vertical, l'une accouplée à une génératrice de 9 000 kw, 13 200 v de la General Electric et l'autre à une génératrice de 5 000 kw.

La station de Post Falls, terminée en 1910, comporte cinq groupes composés d'une roue Francis horizontale à évacuation centrale et à double rangée d'aubes accouplée directement à une génératrice de 2 250 kw à 2 300 v.

Cette tension est portée à 60 000 v par des transformateurs triphasés de 2 200 kw. L'une des lignes à 60 000 v dessert la région minière de Cœur d'Alène, une autre Neuport (à 65 km, Etat de Washington) et les deux autres sont reliées à la sous-station de la Twentyninth Avenue de Spokane. En outre, la station alimente une ligne à 23 000 v fournissant le Inland Empire Railway.

La station de Little Falls, achevée également en 1910, comporte quatre groupes composés de turbines Morris horizontales de 9 000 ch, accouplées à des alternateurs triphasés de 5 500 kv-A à 400 v, 60 périodes. Les travaux d'aménagement de la chute ont été considérables. Un barrage d'une longueur de 514 m forme un lac qui ne s'étend pas à moins de 7 km en amont.

Les lignes de transport partant de cette station comprennent : deux lignes à trois fils sur poteaux de bois alimentant à 60 000 v l'une Davenport, Wilbur et Hartline; l'autre Long Lake une ligne à double circuit sur pylônes métalliques d'une longueur de 42 km desservant à 60 000 v la sous-station de Twentyninth Avenue.

Les nouvelles installations hydro-électriques de cette Compagnie ont été faite à Long Lake où la Spokane décrivant une courbe en forme de fer à cheval coule dans des gorges aux parois granitiques atteignant 120 m de hauteur, utilisées pour établir la chute. Le barrage en maçonnerie a une longueur de 115 m, une hauteur de 62 m et la largeur à la base est 75 m.

La chute est de 75 m en conduites forcées, au nombre de quatre, actionnant chacune une turbine Francis horizontale à double flux de 22 500 ch, construction I. P. Morris, accouplée directement à un alternateur triphasé de 13 900 kv-A à 400 v 60 périodes. Le rendement des turbines à 200 t : min a été de 91 pour 100 aux essais. Les génératrices sont susceptibles d'une surcharge permanente de 25 pour 100 et à chaque machine correspond un groupe de trois transformateurs monophasés de 6 500 kv-A. Au début ceux-ci étaient couplés en triangle et fonctionnaient à 63 500 v, mais le montage étoile-triangle à 110 000 v a été reconnu préférable. La sous-station de Long Lake n'a pas encore fonctionné d'une façon continue depuis son achèvement, la demande d'énergie ne l'ayant par nécessité.

Les réseaux de distribution de la Compagnie desservent le territoire situé dans un rayon de 160 km autour de Spokane et comprennent près de 900 km de lignes à 60 000 v la majorité étant constituée par des transports à trois fils sur poteaux en cèdre rouge des États de l'Ouest, dont la base est créosotée jusqu'à 40 cm au-dessus du sol. Les lignes sur pylônes métalliques comportent un ou deux fils d'acier reliant les sommets des pylônes qui les protègent contre les perturbations atmosphériques.

L'auteur donne une description détaillée, sur laquelle nous n'insisterons pas, de la constitution de diverses lignes.

Le réseau total dessert trente sous-stations tant intérieures qu'extérieures, celles-ci étant établies surtout à titre provisoire. La sous-station de Post Street à Spokane d'une puissance de 12 000 kw, mais prévue pour 30 000 kw, assure la majorité de la distribution urbaine. La sous-station de sectionnement de Twentyninth Avenue, qui relie par l'intermédiaire de toutes les lignes à 60 000 v les diverses installations aux différents réseaux, comporte cinq transformateurs triphasés 13 200/60 000 v d'une puissance de 13 300 kw.

La distribution urbaine comprend trois lignes à 13 200 v et 4 000 v triphasé, 2 300 v monophasé et un feeder à 600 v pour les tramways.

P. G.

(1) *Electrical Review*, Chicago, le 16 juin 1917, t. LXX, n° 24, p. 1003-1006, 2 450 mots, 7 fig.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Contrôle des comptabilités. — Le rôle des Chartered Accountants en Grande-Bretagne

Nous devons dès maintenant envisager l'après-guerre, la lutte économique après la lutte par les armes, celle-ci aussi âpre que celle-là. Pour vaincre sur ce nouveau terrain et rétablir la fortune française fortement ébranlée par les événements que nous avons dû subir, il faudra concentrer nos efforts dans des industries beaucoup plus puissantes que précédemment, amener les capitaux à s'y intéresser et pour ce faire, exposer avec clarté aux actionnaires la situation des sociétés et la marche de leurs affaires, établir des comptes inattaquables devant être certifiés par des hommes de métier en qui l'actionnaire pourrait avoir toute confiance. L'étude ci-après montre que les Anglais ont depuis bien des années solutionné le problème, grâce à l'autorité qu'ils accordent aux Chartered-Accountants.

Lorsqu'on examine les rapports annuels, les bilans et les comptes de profits et pertes des sociétés françaises exploitant des branches d'industrie et de commerce similaires, on est frappé de la diversité de la division et du classement des comptes ; aucune méthode ne préside à leur présentation.

Presque toujours, les rapports des Conseils d'administration, qu'ils soient longs ou courts, ne renseignent guère les actionnaires; on y trouve de la littérature, mais rarement des précisions sur le mouvement commercial ou industriel des affaires ; les chiffres qui y sont mentionnés offrent peu d'intérêt pour celui qui veut approfondir la situation ; une sorte de revue des comptes du bilan, répétée pour ainsi dire textuellement dans les rapports des commissaires aux comptes, n'en apprend guère plus que ce que l'on a pu deviner à la simple lecture du bilan.

Quelquefois, quand on compare les bilans d'une société avec les bilans précédents, on constate que l'ordre des comptes, leur groupement ont été modifiés, ce qui rend les comparaisons difficiles ou même impossibles.

Les bilans de sociétés exerçant une même industrie ne sont pas comparables, le groupement des comptes varie suivant la fantaisie des comptables ou les idées personnelles des membres du Conseil d'administration.

Enfin, les comptes de résultats sont résumés de telle façon qu'on est incapable de discerner les résultats de telle ou telle branche quand la société exerce plusieurs industries, en France, dans les colonies ou à l'étranger, ou qu'elle a plusieurs sièges d'exploitation.

Les sociétés qui exploitent des usines, des réseaux de distribution d'eau, de gaz, d'électricité, qui font du transport en commun, qu'il s'agisse de transports terrestres ou maritimes, se gardent de donner un détail de leurs comptes d'exploitation. Si elles le donnaient, on y trouverait une diversité inexplicable dans la division des chapitres et sous-chapitres des dépenses et des recettes, on ne pourrait utilement faire des comparaisons d'affaire à affaire.

Nous ne voyons guère que les grandes Compagnies de chemins de fer qui continuent à donner des renseignements de cette nature ; précédemment, les anciennes Compagnies du Gaz et des Omnibus de Paris publiaient des rapports qu'on pouvait citer comme des modèles. L'usage semble s'en être perdu.

Or, à la différence des comptes rendus français, les rapports des sociétés anglaises, ainsi que leurs bilans et comptes de profits et pertes contiennent généralement de précieux renseignements sur la marche de l'affaire et sa situation générale ; ce que l'on cache soigneusement ici est dévoilé là sans qu'on y trouve inconvénient. En outre, les bilans offrent une grande similitude, tant dans la désignation des chapitres, infiniment plus divisés qu'en France, que dans l'ordre de leur classification.

Enfin, des comptes d'exploitation, souvent fort détaillés, donnant ou permettant de tirer des prix de revient par nature des opérations traitées, notamment pour les mines et les sociétés de distribution, rendent faciles les comparaisons des résultats de société à société exploitant une branche d'industrie ou de commerce similaire ; les différences qu'on peut constater résultent des conditions de lieu qu'on s'explique aisément.

La législation n'intervient cependant pas ; aussi bien en Grande-Bretagne qu'en France, les sociétés, comme les particuliers, sont libres d'établir et de présenter leurs comptes comme ils l'entendent.

Mais, à défaut d'une discipline légale, que les idées libérales, qui ont encore plus cours de l'autre côté de la Manche que chez nous, n'auraient guère permis d'admettre, les Conseils d'administration des sociétés anglaises se sont spontanément imposé une discipline en faisant appel au concours et au contrôle des membres d'un corps qui est désigné en Angleterre sous le nom

Digitized by Google

de « Institute of Chartere d Acountants in England and Wales ».

Des groupements similaires existent en Écosse, en Irlande et dans certaines colonies britanniques.

L'importance prise par ces groupements est considérable ; on n'a guère recours à d'autres qu'à leurs membres pour remplir les fonctions de commissaires des comptes ; et l'usage s'est si bien établi de voir figurer leurs noms au bas de la certification des bilans, que bien des capitalistes n'engageraient pas leurs capitaux dans une société dont les comptes ne seraient pas contresignés par un ou des « Chartered Accountants ». Ils considèrent cette signature comme un brevet d'exactitude et de correction qu'ils n'accorderaient pas aux sociétés qui ne consentiraient pas à laisser vérifier leurs comptes par des comptables de l'Institut.

L'existence du groupement de ces comptables, en Angleterre, a été sanctionnée légalement par une charte royale du 11 mai 1880. Seuls les membres de l'Institut ont le droit de faire suivre leur signature du qualificatif de « Chartered Accountant ».

Légalement ils ont le droit de remplir les fonctions de liquidateur de sociétés, de séquestre, de fideicommissaire et de syndic de faillite, de vérificateur des comptes de sociétés.

Les premiers groupements de comptables ne sont pas fort anciens ; ils ne remontent guère au delà de 1870. L'Institut actuel est le résultat de la fusion de plusieurs sociétés de comptables qui s'étaient assigné comme but d'élever le niveau intellectuel et moral de la profession par l'observation de règles de conduite rigoureuses qu'ils imposaient à leurs membres et par le développement de leur éducation et de leur instruction professionnelle.

Son recrutement s'est effectué à l'origine sur titres qui résultaient de la participation aux sociétés préexistantes et de travaux professionnels antérieurs, il s'effectue maintenant par sélection, à la suite d'examens.

Ces examens qui sont à trois degrés consistent :

1° En épreuves préliminaires à la suite desquelles le postulant peut entrer au service d'un membre de l'Institut en qualité de clerc stagiaire ;

2° En épreuves intermédiaires au milieu du service ;

3° En épreuves finales, à la suite d'au moins cinq années de service chez un membre, cette durée de stage pouvant être réduite à trois années si le candidat possède des grades universitaires.

Les connaissances exigées sont fort variées ; elles touchent à l'instruction générale que doit posséder nécessairement un bon comptable ; elles touchent plus spécialement aux connaissances requises pour exercer utilement la profession.

Lorsque le candidat a satisfait à cette série d'examens, il est admis dans l'Institut au titre de membre associé, désigné par les lettres A. C. A. (Associate of the Chartered Accountants) puis, après cinq années de pratique ininterrompue, au titre de membre titulaire, désigné par les lettres F. A.C. (Fellow of the Chartered Accountants).

Les statuts de la société interdisent à ses membres la poursuite de tout objet autre que l'exercice de la profession, afin d'en assurer la respectabilité ; elle interdit formellement à tout membre d'autoriser un tiers qui ne serait pas membre de l'Institut à exercer en son nom la profession de comptable public, de participer aux bénéfices d'un sollicitor, ou de faire participer celui-ci directement ou indirectement à ses bénéfices, d'accepter une part de commission ou de profit d'un commissaire priseur ou d'un agent chargé de la vente ou de la location ou de toute négociation d'une propriété à la gestion de laquelle participe le membre de l'Institut, de diriger une entreprise ou de se livrer à une occupation autre que celle de comptable public.

En cas d'infraction à ces règles, le membre est passible d'exclusion ou de suspension de deux années.

Les membres de l'Institut peuvent s'associer, ce qui explique qu'on trouve fréquemment une raison sociale au bas des certifications de bilans.

Une publication hebdomadaire « The Accountant » donne des nouvelles intéressant la profession et des articles de fond relatifs à des sujets de comptabilité.

Ce qui fait la force de ces comptables, c'est que, n'étant pas attachés à une entreprise, ayant à opérer des vérifications de comptabilités de toutes sortes, ils acquièrent une grande expérience dans l'exécution de leur travail et des connaissances extrêmement variées qui les mettent à même d'établir des plans comptables s'adaptant aux besoins des industries ou commerces considérés. Leur groupement leur a permis de formuler un ensemble de doctrines sur lesquelles ils se basent, tout en modifiant leurs formules à mesure que les transformations des méthodes de travail l'exigent.

A l'heure actuelle, les Chartered Accountants ont acquis une situation tellement prépondérante que bon nombre de commerçants et industriels font appel à leur concours pour apprécier leur organisation comptable, vérifier leurs livres d'une façon temporaire ou permanente, examiner et approuver la sincérité de leurs inventaires. Absorbés par la conduite de leurs affaires et ne pouvant eux-mêmes, soit faute de temps, soit encore parce qu'ils n'ont pas les connaissances et la pratique requises pour vérifier eux-mêmes leurs comptabilités, ces négociants et industriels font confiance aux Chartered Accountants pour procéder à ces examens. L'intervention des Chartered Accountants tient les comptables en haleine, elle les oblige à tenir leurs écritures à jour, à les présenter de façon régulière, à justifier par des pièces ou des reçus toutes les opérations de caisse, elle peut déceler les malversations.

L'État lui-même a recours à leur concours ; c'est ainsi que les pouvoirs publics ayant pris le contrôle de tous les docks de Londres, le ministre du Commerce chargea un Chartered Accountant de faire un rapport sur la situation des différentes sociétés de docks qu'il s'agissait de reprendre ; après la guerre du Transvaal, des bruits contradictoires ayant circulé sur la gestion des approvisionnements généraux, le gouvernement désigna un Chartered Accountant pour faire une enquête et établir un rapport.

Digitized by Google

Il en est de même des municipalités. En 1907, le conseil municipal de Londres chargea un Chartered Accountant d'établir un rapport, au point de vue commercial, sur l'organisation du service des travaux de la municipalité, un autre fut désigné pour établir un rapport commercial sur l'organisation des entreprises de bateaux sur la Tamise, des tramways et des maisons ouvrières appartenant à la municipalité.

Liverpool, Manchester font vérifier les comptes de leurs exploitations commerciales (tramways, éclairage) par des Chartered Accountants.

Ce qui a fait le succès de cette organisation, c'est la respectabilité de ses membres, leur expérience comptable; il n'est pas dû à une publicité tapageuse. Le Chartered Accountant ne recherche pas les affaires, on vient le solliciter à son cabinet. Cela a accru son autorité. On ne pourrait tirer un meilleur argument en faveur de cette autorité que l'importance des honoraires ou émoluments qui sont alloués et qui ne sont pas seulement la rémunération du travail accompli, mais aussi celle des connaissances générales et comptables que le Chartered Accountant a acquises grâce à ses années d'étude et de pratique. A titre d'exemple, on peut signaler que la London and North Western Railway alloue aux commissaires des comptes (auditors) 1 900 £, que le Midland Railway leur verse 1 390 £, la mine de diamants de Beers, 2 500 £.

Ce besoin de contrôle et de netteté des comptabilités ne s'est pas révélé qu'en Angleterre; on trouve en Allemagne des sociétés de vérification, dépendant généralement de banques ou de consortiums de banques, les Pays-Bas ont des sociétés ou instituts comptables dont le recrutement est sévèrement réglementé; il s'est constitué en Suisse une société de vérification sur le type des sociétés similaires allemandes; en Italie et aux États-Unis, la profession de comptable public diplômé, alias expert-comptable, est revêtue d'un caractère officiel.

Mais il semble que c'est encore l'Angleterre, où l'indépendance des vérificateurs est absolue, qui a le mieux réalisé la solution du problème.

On consultera utilement sur la question du contrôle des comptabilités la brochure de M. Maurice Bellom, ingénieur en chef des Mines, professeur d'Économie industrielle à l'École nationale supérieure des Mines, intitulée les « Techniciens de la Comptabilité » éditée par Dunot et Pinat.

Rien ne semble s'opposer à ce qui a si bien réussi en Angleterre ne puisse être mis en pratique en France. Nous sommes convaincu que le jour n'est pas éloigné où les Conseils d'administration reconnaitront que les comptables dignes de ce nom, liés par un règlement sévère, doivent, loin d'être des ennemis — peut-on avoir des craintes quand tout est correct — leur rendre les plus grands services, soit comme commissaires aux comptes qualifiés pour procéder à un examen consciencieux des comptes et signaler aux administrateurs les erreurs volontaires ou involontaires commises par leurs subordonnés, soit comme conseils comptables aptes à établir des plans comptables en rapport avec les opérations à comptabiliser et pratiquement combinés pour leur permettre de suivre avec fruit le résultat de leurs opérations et de faire les comparaisons indispensables pour obtenir des économies ou une meilleure utilisation de la main-d'œuvre et du matériel.

Et ce jour-là, les négociants et les industriels suivront l'exemple des sociétés. Le concours de praticiens éclairés leur sera d'autant plus nécessaire que les nouvelles lois fiscales vont les obliger à établir leur comptabilité de telle façon qu'ils puissent répondre avec assurance aux injonctions des contrôleurs des contributions directes et justifier au besoin la sincérité de leurs déclarations par la production de leurs livres, qu'on se place au point de vue de la déclaration des bénéfices réalisés ou au point de vue de la déclaration du chiffre d'affaires.

Mais on pourrait objecter qu'il n'existe pas en France d'organisation analogue à celle de l'Angleterre ou des autres pays cités plus haut, ce serait une erreur, car il existe déjà un groupement constitué sous le nom de « Compagnie des Experts-Comptables de Paris », dont nous avons entretenu les lecteurs de la « Revue générale de l'Électricité » (voir le n° du 18 août 1917). Cette Compagnie recrute ses membres parmi les experts-comptables devant les Tribunaux et parmi les comptables éprouvés du Commerce et de l'Industrie; elle a un règlement dont la sévérité ne le cède en rien à l'Institut anglais, et si elle ne réunit pas encore un nombre suffisant de membres pour répondre à tous les besoins, s'ils se produisaient brusquement, il ne serait pas bien difficile de trouver, soit à Paris, soit dans les grands centres miniers, industriels et commerciaux français, un certain nombre de comptables qui, par leur situation et leurs connaissances, seraient capables de satisfaire à tous les besoins. Ils viendraient grossir le nombre des membres de cette Compagnie qui, du reste, n'a pas la prétention de se créer un monopole, ni de s'imposer envers et contre tous.

Quant à l'enseignement comptable, en dehors des écoles commerciales des divers degrés et des écoles primaires supérieures, où les élèves apprennent les principes de la science comptable, il est donné gratuitement, par une Association de comptables la « Société de Comptabilité de France », anciennement « Société académique de Comptabilité », dont l'existence a été reconnue d'utilité publique et qui a des sections répandues dans toute la France et dans quelques-unes de ses colonies. Cette Association constate les connaissances acquises par les élèves en leur distribuant des brevets de teneurs de livres, de comptables et d'experts-comptables qui ne sont obtenus qu'à la suite d'examens.

A Caen, le jour de la mise au feu du premier haut fourneau des nouvelles installations destinées à mettre en valeur le bassin minier normand, M. Loucheur nous conviait tous à ne pas rester les mesquins et les bourgeois que nous étions en France avant la guerre, il préconisait le tracé de grands programmes économiques et la création de grandes industries capables d'enlever à l'Allemagne le monopole des grandes entreprises. Or, pour la réussite de ces entreprises, en dehors du con-

Digitized by Google

cours technique d'ingénieurs imbus d'idées nouvelles et capables de voir grand et de donner l'envergure nécessaire à ces nouvelles créations, il sera bon de confier l'organisation comptable à des praticiens éprouvés, capables de monter des comptabilités devant répondre aux besoins grandissants d'ordre et de méthode qui résulteront de la complexité de ces organisations.

Y aurait-il quelque inconvénient à ce que le détail des opérations fût exposé publiquement dans les assemblées d'actionnaires ? Nous croyons que, loin de susciter, comme on semble toujours le craindre, des concurrences que nous appelons de tous nos vœux, parce qu'elles donnent le coup de fouet et empêchent l'engourdissement, l'exposé suffisamment détaillé des résultats annuels, la production de comptes d'exploitation et des données sur les prix de revient de certaines industries ne pourraient que provoquer une saine émulation.

L'État gagnerait aussi certainement à modifier ses méthodes de comptabilité pour ses exploitations industrielles, telles que les Tabacs, les Allumettes, les Postes et Télégraphes, la construction du matériel de guerre et du matériel naval. Les conseils de comptables expérimentés lui permettraient de renoncer aux méthodes désuètes qui ne cadrent plus avec les besoins modernes, et de faire la lumière sur les obscurités de ces exploitations. Le budget s'en trouverait bien, le public serait peut-être mieux servi parce que, à des habitudes bureaucratiques, on aurait substitué des méthodes commerciales.

Louis Rosenfeld,
Membre de la Compagnie des Experts Comptables de Paris, chef de la Comptabilité générale de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité.

Assemblées générales

Société Parisienne pour l'Industrie des Chemins de fer et des Tramways électriques.

Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917.

Les résultats de l'exercice ont été sensiblement les mêmes que l'année précédente. Le compte de Profits et pertes porte à son crédit le report de l'exercice précédent de 2 186 529 fr et les revenus du portefeuille, intérêts des capitaux, locations et produits divers pour 478 125 fr. Déduction faite des frais généraux, impôts et contributions, le solde disponible s'élève à 2 459 587 fr qui ont été reportés à nouveau.

Le Conseil, dans son rapport, donne quelques renseignements sur les entreprises auxquelles est intéressée la Société et dont une grande partie est en territoire occupé.

Société d'Electricité de Paris. — Nous avons déjà analysé les résultats de l'exercice 1915-1916 [1]. Signalons simplement que, pour 1916-1917, les dix premiers mois de l'exercice sont en progression de 34 pour 100 sur la même période du précédent.

Tramways de Paris et du département de la Seine [2].

Chemin de fer Métropolitain de Paris. — Nous renvoyons nos lecteurs aux comptes rendus parus précédemment pour ces Sociétés [3].

Société Industrielle pour la Russie. — Cette Société, intéressée dans les tramways et l'électricité de Tasch-Kent, a eu à souffrir des derniers événements.

Tramways d'Astrakan. — La progression des recettes a été remarquable et a continué malgré les récents événements; elles ont passé de 566 024 roubles à 696 806 roubles, et les bénéfices de 208 693 roubles à 231 540 roubles.

Chemin de fer économique du Nord. — Il n'a pu être établi de comptes que pour les réseaux de l'Isère, la Haute-Savoie et le Pas-de-Calais dont l'exploitation a été satisfaisante. Les autres réseaux étant dans le territoire occupé aucun bilan n'a été dressé pour 1914-1915 et 1916.

[1] Voir *R. G. E.*, 3 février 1917, t. 1, p. 192.
[2] Voir *R. G. E.*, 28 juillet 1917, t. 1, p. 159.
[3] Voir *R. G. E.* 11 août 1917, t. 1, p. 233.

Chemin de fer de la Banlieue de Reims. — La plupart des lignes étant dans la région envahie ou la zone des armées, il n'a été dressé que des comptes provisoires. Cependant certaines lignes ont continué à être exploitées d'une façon satisfaisante.

Chemins de fer vicinaux. — Les concessions comprennent 840 km dont 671 km en exploitation. Les recettes totales ont atteint 2 379 210 fr, laissant un bénéfice de 628 609 fr qui a permis la distribution de dividendes de 18,50 fr par action de capital et 11 fr par action de jouissance.

Chemins de fer du Calvados. — Les dépenses ont augmenté dans une proportion plus grande que les recettes qui ont été de 567 540 fr, et le solde débiteur du compte Profits et pertes s'est accru de 48 417 fr.

The Cairo Electric Railway and Heliopolis Oasis Cy. — Les bénéfices de l'exercice se sont maintenus égaux à ceux du précédent en raison de la présence des troupes. Ils ont permis de consacrer 925 000 fr à des amortissements du portefeuille. Le solde de 870 927 fr a été reporté.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Actionnaires	6 556 687,50
Portefeuille titres	44 057 956,37
Immeuble	1 200 000 »
Mobilier	1 »
Disponibilités : Caisse, banquiers et débiteurs divers	2 431 595,62
Participations et entreprises	217 239,21
Compte d'ordre :	
Titres à libérer	4 378 875 »
Actions de cautionnement	150 000 »
	58 992 354,70

Passif.

	fr
Capital :	
200 000 actions de 250 fr	50 000 000 »
25 parts bénéficiaires	Mémoire
Réserve légale	1 661 313,13
A reporter	51 661 313,13

Digitized by Google

Report . . .	51 661 313,13
Créditeurs divers	131 858,95
Coupons restant à payer	210 719,95
Compte d'ordre :	
Versements à effectuer sur titres	4 528 875 »
Déposants	150 000 »
Profits et pertes. Solde	2 459 587,67
	58 992 354,70

Compagnie des Tramways de l'Est Parisien.

Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917.

Les recettes totales d'exploitation de la Compagnie ont été de 6 433 292 fr contre 5 327 650 fr en 1915, 6 798 156 fr en 1914 et 7 807 141 fr en 1913.

Les dépenses et charges d'exploitation se sont élevées à 5 675 305 fr contre 4 615 340 fr en 1915, 5 197 989 fr en 1914 et 5 673 213 fr en 1913.

Le résultat bénéficiaire d'exploitation a donc été de 807 987 fr contre 1 212 310 fr en 1915, 1 600 167 fr en 1914 et 2 133 927 fr en 1913.

Malgré une augmentation sensible des recettes, le résultat bénéficiaire d'exploitation de l'exercice est donc en diminution très marquée sur celui de l'exercice 1915.

Si, à ce résultat bénéficiaire d'exploitation, on ajoute les intérêts des bons de la Défense nationale, le règlement des comptes des exercices antérieurs et le produit brut des fabrications de guerre, ce dernier s'élevant à 524 956 fr, on obtient au crédit du compte Profits et pertes la somme de 1 383 872 fr.

Les charges du service des titres et obligations ainsi que des comptes de banques ayant absorbé au total 950 837 fr, il reste, commedifférence avec le chiffre précédent, 433 034 fr qui ont été affectés à la dotation de la provision pour renouvellement du matériel et des voies.

Ainsi établi, le compte de Profits et pertes ne laisse apparaître aucun bénéfice, et même on observe que le produit des fabrications de guerre figurant à l'avoir de ce compte pour 524 956 fr, l'exploitation du réseau concédé à la Compagnie est nettement déficitaire.

Aussi celle-ci, estimant qu'en présence de la rupture d'équilibre de ses contrats de concession elle est en droit d'attendre une compensation des pouvoirs publics, a-t-elle porté sa réclamation devant le Conseil de préfecture faute d'avoir pu obtenir aucune solution amiable de l'Administration.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Usine de Vitry	4 599 854,24
Sous-stations	2 537 294,89
Câbles et canalisations	4 571 581,92
Voies	15 490 637,83
Stations	53 362,24
Lignes électriques	2 385 451,65
Matériel roulant	6 487 759,30
Dépôts	3 964 808,21
Matériel des ateliers	553 090,17
Immeuble	516 152,79
Mobilier et installations	1 »
Cautionnements de concession	138 000 »
Dépôts de titres en garantie	24 201,85
Loyers d'avance	8 275 »
Approvisionnements	3 494 847,90
Impôts sur titres à récupérer	252 279,53
Débiteurs divers	1 646 056,14
Comptes d'ordre	29 511,98
Disponible	3 462 795,70
	50 215 962,34

Passif.

	fr
Capital actions	33 600 000 »
Capital obligations	7 840 000 »
Réserve légale	498 757,18
Réserve pour amortissement des actions	504 347,81
Provision pour renouvellement du matériel et des voies	2 938 603,81
Provision pour règlement d'accidents	1 293 109,03
Provisions diverses	127 055,64
Provision destinée à faire face aux risques de la situation actuelle	394 573,43
Cautionnement des agents	89 781,95
Habillement des agents	4 534,90
Caisse des retraites	11 882,28
Oppositions sur salaires	5 039,25
Créditeurs divers	2 908 277,06
	50 215 962,34

Compagnie d'Electricité du Sud-Ouest.

Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917.

L'exploitation a été assurée d'une façon satisfaisante pendant l'exercice grâce à la fourniture régulière d'énergie électrique par la Société Energie Electrique du Littoral méditerranéen. Les recettes ont été de 528 626 fr, en augmentation de 87 239 fr sur l'exercice précédent et de 11 460 fr sur l'exercice 1913. Les dépenses de l'exercice 1916 ayant été de 269 960 fr, le produit d'exploitation a été de 211 611 fr laissant un produit net de 35 452 fr. Après l'emploi pour divers amortissements d'une somme de 17 959 fr et d'une provision de 10 000 fr destinée à porter à 25 000 fr la provision de 15 000 fr constituée en 1916 pour travaux urgents à effectuer après la guerre, le bénéfice de l'exercice ressort à 7 492 fr. Après attribution de 374 fr à la réserve légale, il reste 7 117 fr qui, joints au report de 1915, soit 10 617 fr, laissent une somme de 17 735 fr qui a été reportée à nouveau.

Le Conseil a décidé la mise en paiement du dividende de l'exercice 1913 à partir du 1er juillet.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Dépenses générales d'établissement	1 434 557,13
Hyères	606 516,44
Mobilier et outillage	22 232,30
Matériel en location	39 607,01
Magasin	114 492,22
Caisses, banques et factures à encaisser	101 961,74
Actionnaires	116 250 »
Portefeuille	74 011,25
Débiteurs divers	169 164,85
Impôts à recouvrer	3 125,90
	2 681 919,84

Passif.

	fr
Capital	500 000 »
Réserve pour amortissement des actions	40 000 »
Réserve légale	12 047,10
Obligations	948 642,28
Annuités	895 639,[illegible]6
Créditeurs à terme	32 839,44
Créditeurs divers	194 641,64
Dividende exercice 1913	15 000 »
Provision pour l'exercice 1917	25 000 »
Profits et pertes	18 110,12
	2 681 919,84

Digitized by Google

Compagnie Electrique des Tramways de la Rive gauche de Paris.

Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917.

Les difficultés provenant du fait de la guerre, éprouvées par la Compagnie pendant l'exercice, n'ont fait qu'augmenter et l'ont décidée à demander au Conseil de préfecture de statuer sur la demande de compensation qu'elle avait présentée au département sans obtenir une solution favorable.

Un relèvement de tarifs serait d'autant plus nécessaire pour équilibrer ses charges que le premier trimestre de l'exercice en cours se présente comme déficitaire.

Les recettes proprement dites d'exploitation ont été, pour l'exercice écoulé, de 1 615 248 fr contre 1 425 543 fr en 1915. Les dépenses se sont élevées à 1 416 366 fr au lieu de 1 244 516 fr en 1915. Le bénéfice d'exploitation ressort donc, en 1915, à 198 882 fr, et le bénéfice total de l'exercice se monte à 292 807 fr, mais le Conseil a estimé que les dépenses normales pour travaux d'exploitation qui n'ont pu être exécutés, et qu'il évalue à 200 000 fr, doivent demeurer à la charge de l'exercice.

En conséquence, sur le solde du compte de Profits et pertes se montant à 344 937 fr, il a été déduit une provision de 200 000 fr pour renouvellement, réparations et travaux différés; après dotation de la réserve légale, il a été prélevé 19 725 fr pour amortissement de 7/20 des frais de constitution et 116 000 fr pour le fonds d'amortissement des installations revenant gratuitement à l'Etat en fin de concession; le solde de 4 571 fr a été reporté à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Premier établissement :	
Voies, lignes (revenant à l'Etat en 1950)	8 503 519,49
Matériel roulant, dépôt, outillage (propriété de la Compagnie)	2 381 001,83
Terrain (propriété de la Compagnie)	341 331,16
Approvisionnements (matériel en magasin)	529 280,95
Cautionnements	53 223 »
Débiteurs divers	132 339,43
Frais d'installation et de mise en train (à amortir)	276 152,60
Caisses et banques	717 413,01
Valeurs en portefeuille	1 225 755 »
	14 160 016,47

Passif.

	fr
Capital actions	12 000 000 »
Réserve légale	113 197,65
Fonds d'amortissement des installations	110 000 »
Créanciers et divers	769 214,99
Règlement d'exercices	92 870,25
Provision pour renouvellement de voies, de matériel et grosses réparations	669 796,34
Provision pour affaires litigieuses	60 000 »
Profits et pertes	344 937,24
(Sous l'observation que 200 000 fr seront à porter en provision pour travaux différés.)	
	14 160 016,47

Société des Forces motrices d'Auvergne.

Assemblée générale ordinaire du 23 juin 1917.

La Société des Forces motrices d'Auvergne, qui avait vu ses recettes baisser pendant les deux premières années de guerre, a retrouvé le même niveau qu'en juillet 1914, et la période de rémunération du capital, qui semblait s'ouvrir à cette époque, se trouve définitivement atteinte dans cet exercice. L'avenir semble, en effet, assuré aux sociétés de distribution alimentées par la houille blanche et desservant des régions industrielles.

Les recettes d'exploitation se sont élevées à 516 614 fr et les dépenses correspondantes à 199 000 fr. Le bénéfice d'exploitation de 317 613 fr est supérieur de 99 425 fr à celui de 1915. Cette augmentation est due à un accroissement de recettes de 111 741 fr, l'accroissement des dépenses n'ayant été que de 12 315 fr.

Le solde du compte profits et pertes est de 200 933 fr, auxquels s'ajoute le report de l'exercice précédent de 16 635 fr. Après prélèvement pour amortissements de 40 776 fr sur dépenses de premier établissement et de 6 472 fr sur installations en location, il reste à répartir 170 319 fr. Le Conseil a décidé la distribution d'un dividende de 5 pour 100 à toutes les actions ordinaires et de priorité et de reporter le solde de 12 635 fr.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Apports payés en espèces	Mémoire
Frais de constitution et d'émission	Mémoire
Etudes, projets et divers	Mémoire
Prime de remboursement des obligations	54 375 »
Dépenses de premier établissement	4 056 651,76
Installations en location	6 473,82
Installations amortissables	1 »
Acquisitions de terrains et immeubles	369 533,85
Outillage, mobilier et agencement	1 »
Loyer d'avance et cautionnements	1 670 »
Caisses et banques	27 791,44
Bons de la Défense	50 000 »
Débiteurs divers	87 926,24
Impôts à recouvrer	4 865,36
Marchandises en magasin	97 930,09
	4 757 219,56

Passif.

	fr
Capital :	
Actions ordinaires	2 000 000 »
Actions de priorité	1 000 000 »
Réserve légale	31 928,18
Obligations 4 1/2 pour 100	1 087 500 »
Avances sur consommation	7 518 »
Créditeurs divers	366 672,84
Coupons restant à payer et obligations à rembourser	46 031,15
Profits et pertes :	
Reportés	16 635,60
Exercice 1916	200 933,79
	4 757 219,56

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

La nouvelle loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques

La crise du charbon se faisant de plus en plus sentir dans presque tous les pays de l'ancien continent, ceux-ci ont pensé, avec juste raison, parer au manque de combustible minéral en organisant les forces hydrauliques dont ils disposent. La Suisse, un des pays les plus frappés par la crise du charbon, vient de promulguer une loi sur l'utilisation des forces hydrauliques. Nous publions ci-dessous in extenso le texte de cette loi.

Plus que tout autre pays la Suisse souffre du manque de charbon; elle ne possède pas de mines de houille et est complètement tributaire de l'étranger pour l'alimentation en combustible de sa très importante industrie. Pendant la guerre actuelle, elle reçoit presque tout son charbon d'Allemagne ; nous serions d'ailleurs bien embarrassés de lui en fournir n'ayant pas même pour nous le strict nécessaire. L'Allemagne, suivant son habitude, ne veut bien lui céder du charbon que moyennant des compensations, c'est-à-dire moyennant la fourniture de produits dont elle est à court, il en résulte des frottements pénibles avec les Alliés, qui, malgré leur grande amitié pour la Suisse, qui a tant fait pour soulager les malheureuses victimes de la guerre, ne peuvent admettre que l'Allemagne se ravitaille par l'intermédiaire de la Suisse. Le Conseil fédéral sentant toute l'importance de cette grave question, et voulant libérer le plus possible l'industrie suisse de la dépendance étrangère, vient de promulguer une loi, en date du 21 décembre 1916, organisant l'utilisation rationnelle des nombreuses forces hydrauliques que possède la Suisse. Cette loi, comme toute loi, a des adversaires, mais, si dans certains cas elle n'est qu'un compromis, elle présente dans son ensemble un réel progrès sur toutes les lois similaires concernant l'utilisation des forces hydrauliques, surtout en ce qui concerne les questions techniques.

Tout en cherchant l'utilisation maximum des forces hydrauliques suisses, elle recommande le respect de la navigabilité des cours d'eau et de la beauté des sites. Elle montre par là que le Conseil fédéral n'a pas oublié que le tourisme était une des industries les plus prospères de la Suisse. Nous publions ci-dessous in extenso le texte de la nouvelle loi :

Chapitre premier. — Du droit de disposition.

A Haute surveillance de la Confédération.

Article premier. — La Confédération exerce la haute surveillance sur l'utilisation des forces hydrauliques des cours d'eau publics ou privés.

Sont réputés cours d'eau publics, au sens de la présente loi, les lacs, les rivières, ruisseaux et canaux sur lesquels un droit de propriété privée n'est pas établi et ceux qui, tout en étant propriété privée, sont assimilés par les cantons aux cours d'eau publics, en ce qui concerne l'utilisation de la force.

B. Disposition en vertu du droit public
I. Droits des cantons.
1. Communauté investie du droit de disposition.

Art. 2. — La législation cantonale détermine la communauté (canton, district, commune ou corporation) à laquelle appartient le droit de disposer de la force des cours d'eau publics.

Les dispositions de droit cantonal autorisant les riverains à utiliser la force des cours d'eau publics demeurent en vigueur, jusqu'à leur abrogation par les cantons.

2. Contenu du droit de disposition.
a. En général.

Art. 3. — La communauté qui dispose de la force d'un cours d'eau peut l'utiliser elle-même ou en concéder l'utilisation à des tiers.

Le droit d'utilisation peut être accordé à une communauté sous une autre forme que celle de la concession.

b Approbation de l'autorité cantonale.

Art. 4. — Les districts, communes ou corporations qui disposent de la force ne peuvent l'utiliser ou la céder à des tiers sans l'approbation de l'autorité cantonale.

L'approbation est refusée si le projet d'utilisation est contraire à l'intérêt public ou à l'utilisation rationnelle du cours d'eau.

II. Droits de la Confédération.
1. En général.

Art. 5. — Le Conseil fédéral édicte les dispositions générales propres à assurer et à développer l'utilisation des forces hydrauliques.

Il peut en outre édicter des prescriptions particulières à un cours d'eau ou à une section de cours d'eau déterminée.

Il a le droit d'examiner si les projets d'usines assurent, dans leur plan d'ensemble, l'utilisation rationnelle des forces hydrauliques.

2. Cours d'eau situés sur le territoire de plusieurs cantons.

Art. 6. — S'il s'agit de mettre en valeur une section de cours d'eau située sur le territoire de plusieurs cantons ou, dans une seule et même usine, plusieurs sections situées dans des cantons différents et que les cantons ne puissent s'entendre, le Conseil fédéral statue, après avoir entendu les cantons.

Il tient équitablement compte de la législation des cantons, ainsi que des avantages et des inconvénients qui résultent de l'entreprise pour chacun d'eux.

Si la modification du cours d'eau ou l'occupation des terrains restreint dans une mesure excessive l'établissement de la population d'un canton ou ses moyens d'existence, le Conseil fédéral ne doit pas accorder la concession sans le consentement du canton.

3. Cours d'eau internationaux.

Art. 7. — A l'égard des sections de cours d'eau touchant à la frontière nationale, il appartient au Conseil fédéral, après avoir entendu les cantons intéressés, de constituer les droits d'uti-

Digitized by Google

lisation ou d'autoriser la communauté qui en dispose à les mettre en valeur elle-même.

4. Exploitation d'eau ou d'énergie.

Art. 8. — L'eau ou l'énergie produite par la force hydraulique ne peuvent être dérivées à l'étranger sans l'autorisation du Conseil fédéral.

L'autorisation est refusée si l'exportation est contraire à l'intérêt public et s'il est à prévoir que l'eau ou l'énergie trouveront une utilisation convenable en Suisse dans le temps pour lequel l'autorisation est demandée.

L'autorisation est accordée pour une durée déterminée et aux conditions que fixe le Conseil fédéral. Elle peut être révoquée en tout temps, moyennant indemnité, pour raison d'intérêt public. Si l'indemnité n'est pas fixée par l'acte d'autorisation, elle est déterminée conformément à l'équité. En cas de contestation, le Tribunal fédéral statue comme cour de droit public.

5. Dérivation d'un canton dans un autre.

Art. 9. — La dérivation d'énergie électrique d'un canton dans un autre ne peut être restreinte que dans la mesure où l'intérêt public du canton exportateur le justifie.

Le Conseil fédéral statue en cas de contestation.

6. Contrats limitant les zones de distribution.

Art. 10. — Les usiniers qui vendent de l'énergie électrique sont tenus de soumettre au Conseil fédéral, à sa demande, les conventions par lesquelles ils s'interdisent la vente d'énergie dans une zone déterminée. Le Conseil fédéral peut en ordonner la modification si elles sont contraires à l'intérêt public.

Les dispositions du présent article s'appliquent par analogie aux intermédiaires.

7. Cours d'eau non utilisés.

Art. 11. — Si, malgré des offres d'utilisation équitables, et sans de justes motifs, le district, la commune ou la corporation refusent, pendant un temps prolongé, d'utiliser eux-mêmes ou de laisser utiliser la force d'un cours d'eau public dont ils disposent, le gouvernement cantonal peut, au nom de l'ayant-droit, accorder l'utilisation.

Les parties peuvent recourir dans les soixante jours au Conseil fédéral.

8. Forces hydrauliques nécessaires à la Confédération.
a. Droit de la Confédération.

Art. 12. — La Confédération peut requérir pour l'accomplissement des tâches qui lui incombent, la force d'un cours d'eau public.

Si une section de cours d'eau est déjà utilisée, la Confédération peut acquérir le droit d'utilisation et les installations, soit en expropriant l'usinier, soit en faisant usage du droit de rachat ou de retour.

Si elle n'a pas l'emploi immédiat de la force, elle peut en céder temporairement l'usage à des tiers.

b. Indemnité à la communauté.

Art. 13. — Si la Confédération requiert d'une communauté une force inutilisée, elle doit la dédommager de la perte de la taxe de concession et de la redevance annuelle.

Si la section est déjà utilisée, la Confédération doit dédommager la communauté de la perte subie, notamment de la perte de la redevance annuelle, et, si les circonstances le justifient, de la perte du droit de rachat ou de retour.

Si le canton percevait, au moment de la cession, l'impôt spécial prévu à l'article 49, 3e alinéa, il doit également être dédommagé de cette perte.

En cas de contestation, l'indemnité est fixée par le Tribunal fédéral, statuant comme cour de droit public.

c. Compensation pour perte d'impôts.

Art. 14. — A titre de compensation pour la perte d'impôts cantonaux, communaux et autres, la Confédération paye aux cantons sur le territoire desquels elle requiert des forces hydrauliques une indemnité d'un franc par an et par cheval théorique installé. Lorsque la création de bassins d'accumulation entraîne des dépenses relativement élevées, il y a lieu de réduire proportionnellement le nombre des chevaux portés en compte, si les circonstances le justifient.

Si les sections de cours d'eau utilisées sont situées sur le territoire de plusieurs cantons, la part de chacun est fixée dans la proportion où il contribue à créer la force.

Il appartient au canton de verser tout ou partie de l'indemnité aux communes, districts ou autres communautés subissant une perte d'impôts.

En cas de contestation, le Tribunal fédéral statue, comme cour de droit public, sur l'application des alinéas 1 et 2 ci-dessus.

9. Régularisation des cours d'eau.
a. Exécution des travaux.

Art. 15. — Dans l'intérêt d'une meilleure utilisation des forces hydrauliques et dans celui de la navigation, la Confédération peut, après avoir entendu les cantons intéressés, décréter la régularisation du niveau et de l'écoulement des lacs, ainsi que la création de bassins d'accumulation. Si l'occupation des terrains restreint dans une mesure excessive l'établissement de la population ou ses moyens d'existence, l'assentiment du canton est nécessaire.

L'Assemblée fédérale statue sur l'exécution de l'ouvrage et sur la répartition des frais entre la Confédération et les cantons.

Si plusieurs cantons sont intéressés, les frais sont répartis proportionnellement à leur intérêt.

Les communes, corporations et particuliers intéressés peuvent être appelés par l'autorité cantonale à participer aux frais de l'ouvrage, en proportion des avantages qu'ils en retirent. S'il y a contestation, le Tribunal fédéral statue comme cour de droit public.

b. Règlement de barrage.

Art. 16. — La Confédération a le droit de régler le débit des lacs et des bassins d'accumulation créés avec sa participation.

C. Disposition en vertu d'un droit privé.
I. Généralités.

Art. 17. — L'utilisation des cours d'eau privés, ou l'utilisation des cours d'eau publics en vertu d'un droit privé des riverains (art. 2, 2e alinéa) est subordonnée à l'autorisation du canton.

L'autorité cantonale veille à ce que les prescriptions fédérales et cantonales sur la police des eaux soient observées et à ce que les droits d'utilisation existants ne soient pas lésés.

Les dispositions des articles 5, 8, 11 et le chapitre II de la présente loi sont applicables par analogie.

II. Imposition des usines.

Art. 18. — Si le canton perçoit un impôt spécial sur l'énergie produite par des usines établies en vertu d'un droit privé, cet impôt ne doit pas grever les usines plus fortement que la redevance prévue à l'article 49 ne grève les usines concédées.

III. Expropriation de l'ayant-droit.

Art. 19. — Si une entreprise d'intérêt public a besoin d'une force qui appartient aux riverains en vertu d'un droit privé (art. 17) et qu'elle n'obtienne pas du canton l'expropriation de la force ainsi que des terrains et des droits réels nécessaires, le Conseil fédéral peut la lui accorder. L'expropriation est régie dans ce cas par le droit fédéral.

Lorsque la Confédération exproprie elle-même, le droit fédéral est toujours applicable.

Art. 20. — Lorsque la Confédération acquiert la force d'un cours d'eau public dont l'utilisation appartient aux riverains en vertu d'un droit privé (art. 2, 2e alinéa), elle dédommage le canton de la perte de l'impôt spécial sur l'énergie électrique auquel il avait droit en vertu de sa législation (art. 18).

La Confédération doit verser en outre au canton, à titre de compensation pour la perte d'impôts cantonaux, communaux et autres, une indemnité d'un franc par an et par cheval théorique installé; les dispositions de l'article 14 sont applicables par analogie.

Chapitre II. — De l'utilisation des cours d'eau.

A. Droit de surveillance des autorités.
I. Police des eaux.

Art. 21. — Les usines hydrauliques doivent être établies conformément aux prescriptions fédérales et cantonales sur la police des eaux.

Digitized by Google

Avant le commencement des travaux, les plans des usines sont soumis à une enquête publique avec délai d'opposition convenable.

Sur les cours d'eau corrigés à l'aide de subventions fédérales, l'établissement des usines est subordonné à l'autorisation du Conseil fédéral.

II. Protection des sites.

Art. 22. — La beauté des sites doit être ménagée. Elle doit être conservée intacte si un intérêt public majeur l'exige.

Les usines ne doivent pas déparer ou doivent déparer le moins possible le paysage.

III. Pêche.

Art. 23. — Les usiniers sont tenus d'établir les installations nécessaires pour la protection du poisson, de les améliorer, si le besoin s'en fait sentir, et de prendre toutes autres mesures à cet effet.

IV. Protection de la navigation. 1. Lors de la construction d'usines hydrauliques.

Art. 24. — La construction des usines doit sauvegarder la navigabilité du cours d'eau et tenir compte du développement futur de la navigation

Le Conseil fédéral désigne, après avoir entendu les cantons intéressés, les sections de cours d'eau qui doivent être considérés comme navigables ou qu'on se propose de rendre navigables. Il édicte les dispositions nécessaires.

Le Conseil fédéral répartit équitablement les frais que la protection des intérêts de la navigation impose à l'usine. La Confédération peut en assumer une part.

2. Cession d'eau. a. Par les usiniers.

Art. 25. — Sur les sections navigables, les usiniers sont tenus de céder l'eau nécessaire aux écluses et autres installations servant à la navigation. La cession est gratuite en tant qu'il s'agit de maintenir la navigabilité antérieure à la construction de l'usine; pour le surplus, elle fera l'objet d'une expropriation conformément au droit fédéral.

Les usiniers ne sont tenus de contribuer aux frais de construction et d'exploitation que dans la mesure où la navigation leur procure des avantages. Si la Confédération ne construit pas ou ne fait pas construire elle-même les installations, elle peut accorder des subsides à l'entreprise de navigation.

Si l'exploitation des usines est sensiblement entravée par l'exécution des travaux, l'entrepreneur doit indemniser les propriétaires, sauf à tenir compte des avantages qu'ils retirent du nouvel état de choses.

Demeurent réservées les obligations plus étendues imposées par les concessions aux usiniers.

En cas de contestation, le Tribunal fédéral statue, comme cour de droit public, sur l'application des alinéas 2 à 4 ci-dessus.

b. Par d'autres usagers.

Art. 26. — Les communautés ou les particuliers qui disposent de la force d'un cours d'eau, de même que les usagers, peuvent être tenus, pour des raisons d'intérêt public, et moyennant une indemnité équitable, de céder l'eau nécessaire à l'alimentation des écluses, canaux et autres installations servant à la navigation.

En cas de litige, le Conseil fédéral prononce sur le droit de dériver l'eau. et le Tribunal fédéral, statuant comme cour de droit public, sur le montant de l'indemnité.

3. Constructions interdites.

Art. 27. — Le Conseil fédéral, après avoir entendu les cantons intéressés, prend les mesures nécessaires pour que la navigabilité des sections de cours d'eau désignées par lui ne soit pas compromise par des constructions ou par une modification artificielle du lit.

Si les travaux sont enchéris de ce chef, la Confédération peut prendre à sa charge une partie des frais supplémentaires.

V. Flottage.

Art. 28. — Celui qui construit une usine est tenu d'établir et de desservir les installations nécessaires au flottage, si les frais qui en résultent sont proportionnés à l'importance du flottage.

Le propriétaire d'une usine existante ne peut être astreint à construire des installations servant au flottage et à les desservir que moyennant une indemnité équitable. S'il y a contestation au sujet de l'indemnité, le Tribunal fédéral statue, comme cour de droit public.

VI. Hydrométrie.

Art. 29. — Les propriétaires d'usines établies sur des cours d'eau publics ou privés peuvent être astreints à construire et à desservir toutes les installations servant à mesurer le niveau et le débit du cours d'eau, dans le périmètre de l'usine. La Confédération assume les frais dans la mesure où la charge qui en résulte pour le propriétaire dépasse la limite équitable.

Les autorisés ont le droit d'effectuer des mesurages sur les sections de cours d'eau où il n'existe pas d'usine.

VII. Droit d'accès des autorités.

Art. 30. — Les usiniers et les riverains sont tenus d'accorder le libre accès de leurs installations aux fonctionnaires cantonaux et fédéraux qui assurent la police des eaux, de la pêche et de la navigation, ainsi que le service hydrométrique.

VIII. Registre des droits d'eau.

Art. 31. — Les cantons tiennent un registre des droits d'eau et des installations qui intéressent l'utilisation des forces hydrauliques.

Le Conseil fédéral édicte les dispositions nécessaires à l'organisation et à la tenue de ce registre.

B. Rapports des usagers entre eux. 1. Obligations réciproques. a. En général.

Art. 32. — Les usagers peuvent exiger que, dans la régularisation du niveau et du débit du cours d'eau, ainsi que dans l'exercice des droits d'utilisation, il soit tenu compte, autant que possible, des intérêts de chacun d'eux.

Les détails de l'utilisation des cours d'eau, spécialement la retenue des eaux et l'enlèvement des objets charriés, sont réglés par les cantons dans les limites des droits acquis; toutefois, si les installations intéressées empruntent le territoire de plusieurs cantons ou si les cours d'eau touchent à la frontière nationale, les prescriptions sont édictées par le Conseil fédéral.

Si l'autorité n'arrive pas à concilier les intérêts des usagers sans toucher à des droits acquis, elle peut, sur demande, en restreindre l'exercice moyennant une indemnité à payer par les usagers qui sont avantagés de ce chef. La décision de l'autorité cantonale, fixant l'indemnité, peut être attaquée dans les vingt jours devant le juge civil, celle du Conseil fédéral devant le Tribunal fédéral, statuant comme instance unique de droit civil.

b. Contribution obligatoire

Art. 33. — Si des usiniers retirent un profit durable et important d'installations que des tiers ont établies à leurs frais, ils peuvent être astreints par ces tiers à contribuer aux frais de construction et d'entretien, à condition, toutefois, qu'ils profitent effectivement des avantages obtenus et que la contribution n'excède pas la valeur des bénéfices qu'ils réalisent. Elle peut consister en un capital ou en une redevance périodique.

Les contributions sont fixées par l'autorité cantonale, ou, s'il s'agit d'usines intéressant plusieurs cantons, par l'autorité fédérale, dans les deux cas sous réserve de recours au Tribunal fédéral, statuant comme cour de droit public.

L'autorité compétente peut, si les circonstances l'exigent, ordonner en tout temps la constitution d'une société de tous les intéressés.

II. Formation de sociétés. 1. Volontaire. a. Fondation.

Art. 34. — Les usagers peuvent se constituer en société coopérative, pour établir en commun des installations destinées à produire ou à augmenter la force hydraulique.

b. Admission.

Art. 35. — Tout usager qui justifie de son intérêt a le droit de faire partie de la société coopérative.

Les contestations relatives à l'admission d'un sociétaire, à sa participation aux charges, aux avantages, et, le cas

Digitized by Google

échéant, à la revision des statuts, relèvent de l'autorité cantonale ou, si les usines sont situées dans des cantons différents, du Conseil fédéral.

Les autres contestations entre sociétaires sont du ressort des tribunaux ordinaires.

2. Obligatoire. a. Conditions. ART. 36. — Si plusieurs usagers ont un avantage notable à former une société, l'autorité cantonale peut ordonner la constitution de la société. Ce droit appartient au Conseil fédéral si les droits d'utilisation intéressent le territoire de plusieurs cantons et que ceux-ci ne puissent s'entendre.

Cette mesure ne sera prise qu'à la requête de la majorité des intéressés, représentant la majeure partie de la force, et à la condition que les installations communes n'imposent à aucun des participants des charges excédant ses ressources.

Si un droit d'utilisation est accordé après la constitution de la société, l'autorité peut obliger le titulaire à entrer dans la société en payant une contribution équitable.

b. Statuts. ART. 37. — Les statuts des sociétés obligatoires doivent être approuvés par l'autorité; ils sont édictés par l'autorité si les sociétaires ne peuvent s'entendre.

Ils doivent régler les conditions d'admission, l'organisation de la société, la participation de ses membres aux charges et aux avantages communs, la revision des statuts et la dissolution de la société.

Toute modification des statuts doit être approuvée par l'autorité.

Si les circonstances changent ou que des raisons d'équité l'exigent, l'autorité peut, après avoir entendu la société, reviser les statuts.

Les contestations concernant l'obligation d'entrer dans la société, la participation aux charges et aux avantages, la revision des statuts et la dissolution de la société sont tranchées par l'autorité administrative; les autres contestations sont du ressort des tribunaux ordinaires.

CHAPITRE III. — Des concessions de droits d'eau.

A. Compétence. ART. 38. — Les concessions de droits d'eau sont accordées par l'autorité compétente du canton dans le territoire duquel se trouve la section de cours d'eau à utiliser.

Si une section de cours d'eau emprunte le territoire de plusieurs cantons, les droits d'eau sont octroyés par les cantons intéressés. Si ceux-ci ne peuvent s'entendre dans un délai raisonnable, le Conseil fédéral octroie la concession. Il statue de même sur les contestations qui s'élèvent entre cantons relativement à l'étendue des droits que la concession leur réserve et à la façon de les exercer en commun.

Enfin, le Conseil fédéral octroie les droits d'eau sur les sections touchant à la frontière nationale.

B. Intérêt public. ART. 39. — En statuant sur les demandes de concession, l'autorité tient compte de l'intérêt public, de l'utilisation rationnelle du cours d'eau et des intérêts existants.

C. Concessionnaire. 1. En général. ART. 40. — La concession est accordée à une personne physique ou morale nominalement désignée ou à une communauté de personnes.

Les personnes physiques et les membres de communautés de personnes doivent être citoyens suisses et avoir, pendant toute la durée de la concession, leur domicile en Suisse.

Les personnes morales doivent, pendant toute la durée de la concession, avoir leur siège en Suisse. Deux tiers au moins des administrateurs doivent être citoyens suisses et domiciliés en Suisse.

Demeurent réservées les conventions relatives aux cours d'eau qui touchent à la frontière nationale.

II. En cas de compétition. ART. 41. — En cas de compétition, la préférence est donnée à l'entreprise qui sert le mieux l'intérêt public, et, si les entreprises en compétition le servent dans la même mesure, à celle qui assure la meilleure utilisation du cours d'eau.

III. Transfert. ART. 42. — La concession ne peut être transférée sans l'agrément de l'autorité concédante.

L'agrément ne peut être refusé si l'acquéreur satisfait à toutes les exigences de la concession et si le transfert n'est pas contraire à l'intérêt public,

En cas de refus, il y a recours au Conseil fédéral.

D. Droit du concessionnaire. I. Nature. ART. 43. — Par le fait de la concession le concessionnaire acquiert dans les limites de l'acte de concession le droit d'utiliser le cours d'eau.

Une fois concédé, le droit d'utilisation ne peut être retiré ou restreint sauf pour cause d'utilité publique et moyennant indemnité.

En cas de contestation, le Conseil fédéral statue sur le bien fondé du retrait de la concession, et le Tribunal fédéral, comme cour de droit public, sur le montant de l'indemnité.

II. Restriction du fait de travaux publics. ART. 44. — Si l'utilisation de la force est entravée de façon permanente par des travaux publics modifiant le cours d'eau, le concessionnaire a droit à une indemnité à moins qu'il ne puisse, sans frais excessifs, adapter son usine au cours d'eau modifié.

Si la construction ou l'exploitation d'une usine sont entravées ou interrompues temporairement par des travaux d correction du cours d'eau, ou par d'autres travaux de la police des eaux, le concessionnaire n'a droit à aucune indemnité, à moins que ces travaux ne soient prolongés sans nécessité.

Les contestations relèvent du Tribunal fédéral, qui statue comme cour de droit public.

III. Rapports avec les tiers. 1. En général. ART. 45. — La concession ne porte pas atteinte aux droits privés des tiers ou aux concessions antérieures.

2. Expropriation. a. Octroi du droit d'expropriation. ART. 46. — Si des motifs d'utilité publique l'exigent, l'autorité concédante doit accorder au concessionnaire le droit d'exproprier les biens-fonds et les droits réels nécessaires à la construction, à la transformation ou à l'agrandissement de son usine, ainsi que les droits d'utilisation qui s'y opposent.

Les contestations relatives à l'exercice du droit d'expropriation sont tranchées par l'autorité concédante, à moins qu'il ne s'agisse d'exproprier un droit d'utilisation qu'elle a concédé elle-même. Dans ce cas, les contestations relèvent du Conseil fédéral.

Si la concession a été accordée par le Conseil fédéral ou s'il s'agit d'immeubles situés hors du canton, le droit d'expropriation est accordé par le Conseil fédéral.

b. Droit applicable. ART. 47. — Sous réserve des dispositions de l'article 46, la procédure d'expropriation et l'indemnité sont réglés par la loi fédérale sur l'expropriation.

Si des usiniers ou d'autres usagers sont lésés dans leur droit d'utilisation, ils peuvent, suivant l'appréciation du tribunal, être indemnisés totalement ou partiellement en eau ou en énergie.

E. Obligations du concessionnaire. I. En vertu de la concession. 1. En général. ART. 48. — L'autorité concédante fixe, conformément au droit cantonal, les prestations et conditions imposées au concessionnaire, telles que taxes, redevance annuelle, livraison d'eau ou d'énergie, durée de la concession, normes des tarifs électriques, participation de la communauté au bénéfice, droit de retour et rachat.

La totalité de ces prestations ne doit pas grever sensiblement l'utilisation de la force.

Digitized by Google

Si les prestations grèvent d'une façon excessive l'utilisation de la force, le Conseil fédéral peut, après avoir entendu le canton, fixer le maximum des charges du concessionnaire en plus de la redevance annuelle et des taxes. Il peut en réserver l'augmentation pour le cas où les circonstances se modifieraient sensiblement en faveur du concessionnaire.

2. Taxes et redevance annuelle. a. En général.

ART. 49. — La redevance annuelle ne peut excéder 6 fr par cheval théorique (75 kilogrammètres à la seconde).

Si une entreprise crée à grands frais un bassin d'accumulation servant à régulariser le débit, la redevance pour le supplément de force sera réduite équitablement, lorsque les circonstances le justifieront.

Les usines concédées et l'énergie qu'elles produisent ne peuvent être grevées d'impôts spéciaux. Toutefois, si la législation cantonale fixe une redevance maximum inférieure à 6 fr, le canton peut percevoir un impôt spécial, pourvu que les deux taxes réunies n'excèdent pas 6 fr par cheval théorique.

La taxe de concession, la redevance annuelle et les autres prestations ne seront pas plus élevées pour l'énergie dérivée dans d'autres cantons que pour l'énergie employée dans le canton même.

b. Réduction durant la période de construction.

ART. 50. — Durant le délai fixé pour la construction, il n'est pas perçu de redevance.

Pendant les six premières années à partir de l'expiration du délai de construction, le concessionnaire peut exiger que la redevance annuelle soit réduite en proportion de la force effectivement utilisée, mais de moitié au plus.

c. Calcul de la redevance.

ART. 51. — La puissance qui fait règle pour le calcul de la redevance est la puissance théorique moyenne de l'eau, calculée d'après les hauteurs de chute et les débits utilisables.

La hauteur de chute utilisable est définie par la différence des niveaux d'eau mesurés entre la prise d'eau et le point de déversement dans le cours d'eau public.

Sont considérées comme débits utilisables les quantités d'eau débitées effectivement par le cours d'eau, jusqu'à concurrence du débit maximum que peuvent absorber les installations prévues dans la concession.

Le Conseil fédéral édicte les dispositions de détail nécessaires.

3. Concessions fédérales.

ART. 52. — Si la concession est accordée par le Conseil fédéral, celui-ci fixe, après avoir entendu les cantons et en tenant compte équitablement de leur législation, les prestations dues à chacun d'eux.

II. En vertu de la loi.

ART. 53. — Le concessionnaire est tenu de fournir aux communes l'eau indispensable à leurs services publics si elles ne peuvent s'en procurer ailleurs qu'à des frais excessifs. Toutefois, la dérivation d'eau ne doit pas entraver sérieusement l'exploitation de l'usine.

Les exercices de sapeurs-pompiers doivent gêner le moins possible l'exploitation.

F. Teneur de la concession. I. Dispositions obligatoires.

ART. 54. Toute concession doit indiquer :

a) la personne du concessionnaire ;

b) l'étendue du droit d'utilisation concédé, le débit en mètres cubes-secondes et le mode d'utilisation ;

c) la durée de la concession ;

d) les prestations du concessionnaire, telles que redevance annuelle, fourniture d'eau ou d'énergie, et autres charges ne résultant pas de prescriptions généralement obligatoires ;

Les concessions de plus de 50 ch contiendront en outre des prescriptions relatives ;

e) aux délais pour le commencement des travaux et la mise en service ;

f) au droit de retour ou au droit de rachat par la communauté concédante.

II. Dispositions facultatives.

ART. 55. — Outre les dispositions obligatoires, les concessions peuvent contenir d'autres prescriptions, notamment :

a) sur l'emploi de la force hydraulique ;

b) sur la justification du capital de construction, ainsi que sur les comptes de construction et d'exploitation ;

c) sur la participation de la communauté concédante à l'administration et sur sa part aux bénéfices ;

d) sur les tarifs pour la vente de l'énergie, sur la cession de l'énergie à titre gratuit ou à prix réduit, sur la réduction des prix de vente en raison du rendement financier et sur l'alimentation d'une région en énergie ;

e) sur la participation du concessionnaire à l'entretien et à la correction du cours d'eau.

III. Comptabilité.

ART. 56. — Lorsque l'autorité concédante s'est réservé des droits dont l'exercice dépend de la gestion du concessionnaire, notamment le droit de rachat, la participation au bénéfice, la réduction des prix de vente en raison du rendement financier, les principes généraux d'une bonne et sage administration feront règle, à défaut de dispositions particulières de l'acte de concession.

L'autorité concédante a le droit d'examiner la gestion du concessionnaire, si elle établit qu'elle y a un intérêt.

Elle a le même droit à l'égard des tiers, s'il est à présumer qu'ils aident à éluder la concession.

V. Concession normale.

ART. 57. — Le Conseil fédéral peut établir, dans les limites de la présente loi, des dispositions types, servant de règle à l'autorité concédante pour l'octroi de concessions ou de certaines catégories de concessions.

G. Durée de la concession.

ART. 58. — La durée de la concession est de quatre-vingts ans au plus, à compter de la mise en service de l'usine.

Si la concession a été accordée à une communauté, celle-ci peut en exiger le renouvellement à son expiration, à moins que des raisons d'intérêt public ne s'y opposent. La concession renouvelée ne peut être transférée à des particuliers.

Si l'autorité cantonale concédante et la communauté intéressée ne peuvent s'entendre sur le principe ou les conditions du renouvellement, le Conseil fédéral statue ; il en est de même en cas de concession intercantonale, si les intéressés ne peuvent s'entendre.

H. Immatriculation au registre foncier.

ART. 59. — Les concessions octroyées pour trente ans au moins peuvent être immatriculées au régistre foncier à titre de droits distincts et permanents.

I. Procédure de concession. I. Cours d'eau cantonaux.

ART. 60. — La procédure pour l'octroi des concessions cantonales est réglée par les cantons, sous réserve des dispositions suivantes :

Les demandes de concession sont soumises à une enquête publique ; un délai convenable est fixé durant lequel il pourra être fait opposition à l'octroi de la concession, pour atteinte à des intérêts publics ou privés.

La publication ne peut entrainer la perte des droits qui n'auraient pas été déclarés en temps utile.

Le Conseil fédéral peut édicter d'autres dispositions de procédure.

II. Cours d'eau intercantonaux.

ART. 61. — Si la concession intéresse plusieurs cantons, chacun d'eux appliquera sa propre procédure.

En cas de contestation, le Conseil fédéral statue.

III. Concessions fédérales.

ART. 62. — La procédure pour l'octroi des concessions fédérales est réglée par le Conseil fédéral.

K. Fin de la concession. I. Rachat.

ART. 63. — La concession ne peut stipuler un droit de rachat pour un terme antérieur au tiers de la durée de la concession. Le délai d'avertissement ne sera pas inférieur à deux ans.

II. Extinction.

ART. 64. — La concession s'éteint de plein droit :

Digitized by Google

a) par la renonciation de sa durée;

b) par la renonciation expresse du concessionnaire.

III. Caducité.

ART. 65. — L'autorité concédante peut déclarer le concessionnaire déchu de ses droits :

a) lorsqu'il n'observe pas les délais fixés par la concession, en particulier pour la justification financière, la construction et la mise en service, à moins qu'un refus de prolongation ne soit contraire à l'équité;

b) lorsqu'il interrompt l'exploitation pendant deux ans et ne la reprend pas dans un délai convenable;

c) lorsque, malgré les avertissements de l'autorité, il contrevient gravement à des devoirs essentiels.

IV. Conséquences de l'extinction. 1. En général.

ART. 66. — A moins que la concession n'en dispose autrement, le concessionnaire dont les installations cessent d'être utilisées par suite de l'extinction ou de la caducité de la concession est tenu d'exécuter les travaux nécessaires pour prévenir les dangers résultant de la cessation de l'exploitation.

2. Par suite de retour. a. Cours d'eau cantonaux.

ART. 67. — Lorsqu'une usine fait retour à la communauté concédante, celle-ci a le droit, à moins que la concession n'en dispose autrement :

a) de reprendre gratuitement les installations de retenue et de prise d'eau, les canaux d'amenée ou de fuite, les moteurs hydrauliques et les bâtiments qui les abritent, que ces ouvrages soient établis sur le domaine public ou sur le domaine privé, ainsi que le sol servant à l'exploitation de ces installations;

b) de reprendre, moyennant une indemnité équitable, les installations servant à la production et au transport de l'énergie.

Le concessionnaire peut exiger que la communauté reprenne les installations servant à la production et au transport d'énergie, si elle est en mesure de les utiliser avantageusement dans le même but.

Le concessionnaire est tenu de maintenir en état d'être exploitées, les installations soumises au droit de retour.

b. Cours d'eau intercantonaux.

ART. 68. — Si les sections de cours d'eau utilisées empruntent le territoire de plusieurs cantons, les installations soumises au droit de retour deviennent la copropriété de ces cantons. La part de chaque canton est fixée dans la proportion où il contribue à créer la force.

Si les cantons ne peuvent s'entendre sur l'usage des installations et sur la part de chacun d'eux, le Conseil fédéral statue (art. 6).

3. Par suite d'expiration, de caducité ou de renonciation.

ART. 69 — Si la concession prend fin par suite d'expiration sans faire retour à la communauté, ou par suite de caducité ou de renonciation, les installations établies sur le domaine privé restent la propriété du concessionnaire et les installations établies sur le domaine public deviennent la propriété de la communauté concédante. Demeurent réservées les dispositions contraires de la concession.

Si les installations établies sur le domaine public continuent à être utilisées, la communauté payera une indemnité équitable au concessionnaire.

Si le concessionnaire perd ses droits par suite de déchéance ou de renonciation, la communauté conserve la faculté de reprendre l'usine en vertu des dispositions de la concession sur le rachat ou le retour. Il sera tenu compte de l'exercice anticipé de ces droits.

L. Contestations. I. Entre usagers.

ART. 70. — Les contestations entre le concessionnaire et d'autres usagers du même cours d'eau relativement à l'étendue de leurs droits sont du ressort des tribunaux.

II. Entre l'autorité concédante et le concessionnaire

ART. 71. — Sauf disposition contraire de la présente loi ou de l'acte de concession, les contestations entre le concessionnaire et l'autorité concédante au sujet des droits et des obligations découlant de la concession, relèvent en première instance de l'autorité judiciaire cantonale, en seconde instance du Tribunal fédéral statuant comme cour de droit public.

Si la concession a été accordée par plusieurs cantons ou par le Conseil fédéral, les contestations relèvent du Tribunal fédéral statuant en première et dernière instance comme cour de droit public.

CHAPITRE IV. — Dispositions d'exécution et dispositions transitoires.

A. Disposition d'exécution. I. En général.

ART. 72. — Le Conseil fédéral est chargé de l'application de la présente loi; il édicte les mesures d'exécution qui sont du ressort de la Confédération.

Il désigne par voie d'ordonnance les dispositions de la présente loi qui ne sont pas applicables aux petites usines hydrauliques.

Les décisions prises par le Conseil fédéral en application de la présente loi, d'office ou à la requête des intéressés, sont sans recours, sauf dispositions contraires de la loi.

II. Commission d'économie hydraulique.

ART. 73. — Le Conseil fédéral nomme une commission chargée d'étudier les questions d'ordre général ou particulier relatives à l'économie hydraulique et de lui présenter des préavis; les attributions et l'organisation de cette commission sont déterminées par un règlement.

B. Dispositions transitoires. I. Effet rétroactif.

ART. 74. — Les articles 8, 9, 12 à 16 et les dispositions du chapitre II de la présente loi sont applicables à tous les droits d'eau existants.

Sont applicables aux droits d'eau constitués antérieurement au 25 octobre 1908, les dispositions du chapitre III concernant : les travaux publics entravant l'exploitation d'une usine (art. 44), le droit d'expropriation (46, 47), la fourniture d'eau pour des services publics (53) et les contestations (70 et 71). Toutefois si, postérieurement à cette date, un supplément de force est concédé au propriétaire d'une ancienne usine, les dispositions de la présente loi sur les prestations périodiques sont applicables à la force supplémentaire.

L'article 40, 2e alinéa, est applicable aux transferts de concessions effectués par dispositions de l'ayant-droit après l'entrée en vigueur de la présente loi, même si la concession a été accordée antérieurement à cette date.

L'article 50 n'est pas applicable aux droits d'eau accordés entre le 25 octobre 1908 et l'entrée en vigueur de la présente loi.

La procédure à suivre pour les demandes de concessions pendantes au moment de l'entrée en vigueur de la présente loi, est fixée par le Conseil fédéral.

II. Mesures d'exécution des cantons.

ART. 75. — Dans un délai qui sera fixé par le Conseil fédéral, les cantons édicteront les dispositions d'exécution qui sont de leur ressort et dresseront le registre des droits d'eau pour leur territoire.

Ils pourront édicter ces dispositions par voie d'ordonnance.

Afin de constater les droits d'utilisation existants, les cantons inviteront, par sommation publique, les ayants droit à les produire; les droits non produits pourront être déclarés nuls ou présumés tels.

ART. 76. — Le Conseil fédéral fixe l'époque de l'entrée en vigueur de la présente loi.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : J. BLONDIN, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 13. — 29 SEPTEMBRE 1917.

Chronique. — L'organisation de la distribution de l'énergie électrique dans les régions libérées, par M. JACQUES. — A propos de la réforme de la visserie dans l'Administration des Postes et des Télégraphes, p. 481 et 482.

Section scientifique et technique. — Sur le calcul symbolique et ses applications à l'intégration des équations différentielles de l'électrotechnique, par H. VOGT, p. 483. — Revues, analyses et informations : Isolation des transformateurs à très haute tension, p. 498. — Méthode générale de calcul des collecteurs de machines à courant alternatif, p. 498.

Section industrielle. — Aménagement des forces hydrauliques en pays de montagne : Etude comparative de différents types de barrages en maçonnerie, mixtes, en béton armé et métalliques (*suite et fin*), par E. MAYNARD et P. LÉVY-SALVADOR, 501. — Revues, analyses et informations : Le fonctionnement en parallèle des transformateurs statiques, p. 507 ; La confection des joints de câbles à haute tension, p. 513 ; La question de la houille en Suisse, p. 514.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Compagnie des Chemins de fer départementaux du Tarn, p. 515 ; Société anonyme électrométallurgique « procédés Paul Girod », p. 515 ; Compagnie des Chemins de fer de l'Est de Lyon, p. 516. — Revues, analyses et informations : Chambre de Commerce, p. 516.

Section de législation. — Législation, jurisprudence, réglementation : Loi concernant l'allaitement maternel dans les établissements industriels et commerciaux, p. 517 ; Décret portant modifications de la composition et des attributions du Conseil supérieur des Travaux publics, p. 517 ; Décret autorisant et déclarant d'utilité publique les travaux entrepris et à terminer dans le département des Basses-Alpes, en vue de l'établissement de deux usines hydro-électriques à la Brillanne et à Villeneuve, p. 520.

Erratum du numéro du 1er septembre 1917, p. 520.

L'organisation de la distribution de l'énergie électrique dans les régions libérées. — Nous recevons sur ce sujet la lettre suivante d'une ingénieur de Béthune.

D'après ce que nous voyons dans les régions nouvellement libérées, il est malheureusement à prévoir que, lorsque les régions encore envahies à l'heure actuelle seront à leur tour libérées, nous n'y retrouverons que des décombres et des ruines. Il sera de toute urgence de reconstituer au plus vite notre matériel industriel, car rien ne nous servirait d'être victorieux par les armes si, la paix signée, l'ennemi pouvait reprendre sur le terrain économique la lutte avec tout son outillage en bon état alors que le nôtre se trouverait détruit. Or, pour aller vite, le seul moyen est d'utiliser largement et presque exclusivement l'énergie électrique.

Une ligne électrique, sera établie bien plus rapidement qu'une voie ferrée. Ce dernier mode de transport ne devrait être réservé qu'aux matières premières et aux produits fabriqués et non au combustible. Remplacer le charbon par l'énergie électrique dans les régions libérées ce sera donc augmenter très sensiblement la capacité de transport des voies ferrées nouvellement reconstruites.

Centrales. — Avant la guerre, chaque compagnie houillère, chaque région industrielle avait sa centrale propre alimentant soit la concession minière, soit un centre relativement restreint (à part une ou deux exceptions).

Il serait infiniment préférable de n'avoir qu'une seule usine centrale de grande puissance, par exemple dans le bassin houiller du Pas-de-Calais. Cette centrale pourrait au besoin être reliée à une centrale analogue établie en Belgique. Elle aurait comme annexes de puissantes batteries de fours à coke avec toutes leurs usines à récupération et leurs accessoires. Elle serait gérée sous forme de coopérative par toutes les Compagnies houillères qui assureraient, suivant un mode à débattre entre elles, l'approvisionnement en combustible nécessaire.

Cette centrale fournirait du courant à haute tension : 1° aux Compagnies minières ; 2° aux Compagnies de distribution qui existaient avant la guerre dans les régions actuellement envahies.

En attendant l'édification de cette centrale, le courant pourrait être fourni de suite par les mines non envahies, dont les suppléments d'énergie ne sont pas tous utilisés et dont il serait d'ailleurs facile et rapide d'augmenter la capacité actuelle de production d'énergie.

Le courant produit par cette centrale serait ensuite élevé à la tension de 32 000 ou 18 000 v pour les Compagnies minières voisines de la centrale et de 100 000 v pour les Compagnies de distribution. Provisoirement, cette dernière tension pourrait n'être que de 56 000 v soit $100000 : \sqrt{3}$. Par un changement de couplage des transformateurs monophasés, cette tension de 56 000 v serait élevée à 100 000 v lorsque l'accroissement de consommation exigerait une augmentation de la capacité des lignes.

Canalisations. — Elles comporteraient :

1° Un réseau de 100 000 v (marchant provisoirement à 56 000 v) qui relierait la centrale à des sous-stations principales placées dans les régions de Lille, Valenciennes, Maubeuge, Hirson, Reims, Laon, Saint-Quentin, Cambrai, etc.

Digitized by Google

Ce réseau serait installé de manière à pouvoir alimenter une sous-station par deux directions au moins. Les lignes seraient établies sur pylônes en ciment armé avec deux canalisations indépendantes à trois câbles. Cinq modèles de pylônes suffiraient pour répondre à tous les besoins. Ces pylônes seraient fabriqués de place en place de manière à éviter les transports par voie ferrée. Les types de ferrures pour supporter les isolateurs seraient également en nombre réduit. Comme nous supposons les régions libérées entièrement dévastées, le tracé de ces lignes à 100 000 v serait guidé seulement par le souci de la ligne droite, en tenant compte toutefois des facilités éventuelles d'accès pour la surveillance et l'exploitation.

2° Un réseau à 32 000 v pouvant marcher provisoirement à 18 500 v soit $32000 : \sqrt{3}$ qui servirait à alimenter les Compagnies minières. Il serait établi sur pylônes ou poteaux en ciment, comprendrait une double ligne à trois fils et chaque sous-station pourrait, comme précédemment, être alimentée de deux côtés différents.

3° Les réseaux secondaires à haute tension reliant les sous-stations des Compagnies de distribution aux divers postes abaisseurs. Le tracé de ces réseaux serait établi au gré des Compagnies concessionnaires. Toutefois, leur tension serait uniforme (32 000 ou 18 500 v) et les réseaux de deux Compagnies voisines pourraient au besoin être reliés entre eux de manière à former un secours supplémentaire.

Ces réseaux seraient établis sur poteaux en bois avec embase en ciment. Le type d'isolateur et de ferrure serait uniforme. Bien entendu, dans les villes ces canalisations seraient souterraines.

Tous ces réseaux pourraient être établis très rapidement, à condition toutefois que les formalités administratives ne viennent pas retarder leur édification. Il y a là une question d'intérêt général qui doit primer tout intérêt particulier. Les occupations nécessaires devraient donc pouvoir se faire sans attendre les expropriations. Avec une division de travail bien comprise et des chantiers conduits d'une façon rationnelle, la fabrication des pylônes en ciment, leur pose et l'installation des lignes pourraient se faire beaucoup plus vite que l'édification des usines ou localités à électrifier. L'énergie électrique pourraient donc être utilisée presque immédiatement pour l'épuisement des eaux, le levage des matériaux, etc.

Sous-stations et postes de transformation. — Il y aurait lieu d'uniformiser l'appareillage des sous-stations et des postes de transformation. La construction de cet appareillage par grandes quantités serait beaucoup plus rapide. Un approvisionnement restreint de matériel de rechange permettrait de réduire au minimum les arrêts en cas d'accidents. Pour les postes abaissant la tension du courant à la tension de distribution, il y aurait lieu d'adopter un petit nombre de types de postes omnibus. Ces postes seraient édifiés en panneaux de ciment assemblés sur lesquels seraient scellés à l'avance les supports d'appareils. La construction d'un poste se réduirait donc à l'assemblage sur place de ces panneaux et à la pose des appareils.

L'adoption d'un pareil projet permettrait une renaissance rapide de nos régions dévastées. Dès à présent, le matériel nécessaire pourrait être mis en stock (transformateurs, appareillage, isolateurs, ferrures, etc.), soit par l'organisation devant gérer la future centrale, soit par l'Etat. Comme nous l'avons vu plus haut, sans attendre l'achèvement de la centrale, l'énergie électrique nécessaire aux besoins les plus urgents pourrait être fournie de suite par les centrales actuelles qui subsistent à proximité du front. Rien n'empêche de se mettre dès à présent à l'œuvre. La régénération industrielle rapide de nos régions dévastées est pour elles et peut-être pour la France une question de vie ou de mort, et chaque journée que nous pourrons gagner sur la durée de cette reconstitution aura pour notre avenir économique des conséquences incalculables.

M. Jacques,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

A propos de la réforme de la visserie dans l'Administration des Postes et Télégraphes. — M. E. Sartiaux nous communique à ce sujet une note présentée par M. Zetter à la réunion du 26 décembre 1916 de l'Association amicale des Ingénieurs électriciens, note dans laquelle M. Zetter retraçait l'historique des travaux faits en France en vue de l'unification des pas de vis employés dans la grosse mécanique, la petite mécanique et l'horlogerie. Nous extrayons de cette note le passage suivant qui se rapporte à l'adoption des vis de la série horlogère par l'Administration des Postes et Télégraphes et qui complète les renseignements publiés dans le numéro du 1er septembre, p. 321, de la « R. G. E. »

Seule, l'Administration des Postes et Télégraphes ne voulait pas modifier ses types, malgré les efforts inlassables de l'un des membres de la Commission de la Société d'Encouragement, M. Carpentier.

Les Postes et Télégraphes employaient le système de filetage Carpentier, et c'est un grand honneur qui revient à notre éminent membre de l'Institut d'avoir porté toute son activité pour obtenir des Postes le remplacement d'un système, jadis préconisé par lui, par la série S. E. s'adaptant mieux à une unification générale.

Après bien des luttes, il devait pourtant réussir.

En décembre 1915, nous signalons une note écrite, insérée dans le « Journal officiel » demandant pourquoi, dans les appareils téléphoniques adjugés par l'État, on n'employait pas la série S. E.

Immédiatement, le dévoué président du Syndicat professionnel des Industries électriques, M. Marcel Meyer, réunissait une Commission spéciale, sous la présidence de M. Carpentier, chargée d'examiner cette question.

M. Carpentier, à ce moment, ne s'épargna plus aucune peine ni aucune démarche pour arriver au but poursuivi.

D'autre part, sur la convocation du commandant Cellerier, directeur du Laboratoire d'essais au Conservatoire national des Arts et Métiers, se réunissait à ce Laboratoire, le 12 septembre 1916, une Commission, présidée par M. Painlevé, alors ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Inventions intéressant la Défense nationale.

Étaient représentés : l'Administration des Postes et des Télégraphes ; la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale ; le Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France ; le Syndicat professionnel des Industries électriques ; la Commission technique du Laboratoire d'essais.

A cette réunion, M. Dennery, inspecteur général, directeur du Service des Études et Recherches de l'Administration des Postes et Télégraphes, acceptait de rallier son administration au système S. E. et ainsi l'Administration des Postes et Télégraphes venait adhérer aux règles de filetages étudiés et préconisés par la Société d'Encouragement.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur le calcul symbolique et ses applications à l'intégration des équations différentielles de l'électrotechnique

L'auteur discute les principes sur lesquels repose l'emploi des symboles d'opérations et indique dans quels cas les règles ordinaires du calcul algébrique leur sont applicables. Il montre l'avantage qui résulte de cet emploi pour l'intégration des équations différentielles linéaires et développe les applications du calcul symbolique à certains problèmes de l'Electrotechnique.

1. **Formules différentielles.** — L'analogie qui existe entre certaines formules du calcul différentiel et celles de la théorie des polynômes algébriques a fait naître, dès les débuts du calcul infinitésimal, le désir de simplifier l'écriture des formules de l'analyse en présentant ces dernières sous la forme usitée en algèbre élémentaire.

Le symbole D employé par Lagrange pour indiquer une dérivée permet d'écrire Df et $D^m f$ au lieu de $\frac{Df}{Dx}$ et de $\frac{D_m f}{Dx^m}$; on voit que ce symbole possède la propriété exprimée par l'égalité,

$$D^m (D^n f) = D^{m+n} f,$$

m et n étant entiers positifs ou nuls, à la condition de remplacer D^0 par 1.

De la même manière, si l'on envisage une fonction f de plusieurs variables x, y, z, et si l'on introduit les symboles, D_x, D_y, D_z, pour indiquer les dérivées par rapport à ces variables, on sait que l'on a

$$D_y(D_x f) = D_x(D_y f),$$

ce que l'on exprime en disant que les symboles jouissent de la propriété *commutative* ou que, dans un produit de symboles, on peut intervertir l'ordre des facteurs. On est ainsi conduit à représenter d'une manière symbolique la différentielle totale d'ordre n de f par

$$(D_x dx + D_y dy + D_z dz)^n f,$$

en convenant de développer, d'après les règles ordinaires, la puissance n^e de la parenthèse, et de remplacer, dans chaque terme du développement, le produit

$$\frac{n!}{\alpha!\beta!\gamma!} D_x^\alpha D_y^\beta D_z^\gamma dx^\alpha dy^\beta dz^\gamma f,$$

par

$$\frac{n!}{\alpha!\beta!\gamma!} \frac{\partial^n f}{\partial x^\alpha \partial y^\beta \partial z^\gamma} dx^\alpha dy^\beta dz^\gamma.$$

Dans le même ordre d'idées, la formule de Leibniz donnant la dérivée d'ordre n par rapport à x du produit uv de deux fonctions s'écrit d'une manière symbolique

$$(1) \qquad D^n (uv) = (Du + Dv)^{(n)},$$

en convenant de remplacer dans le développement de la puissance n^e de la somme $Du + Dv$ un terme tel que $C^p_n (Du)^{n-p} (Dv)^p$ par $C^p_n D^{n-p} u D^p v$; il ne faut pas oublier d'écrire les termes $(Du)^0$, $(Dv)^0$ qui sont remplacés par $D^0 u$ et $D^0 v$, c'est-à-dire par u et v; (les coefficients C^p_n sont ceux de la formule du binôme).

L'analogie qui se présente dans ces formules entre les calculs effectués sur la lettre symbolique D et ceux qui se présentent dans la théorie des polynômes conduit à représenter la forme différentielle homogène

$$a_0 \frac{d^n}{dx^n} + a_1 \frac{d^{n-1}}{dx^{n-1}} + \ldots + a_{n-1} \frac{d}{dx} + a_n,$$

à coefficients constants ou variables, par le polynôme symbolique

$$(2) \qquad f(D) = a_0 D^n + a_1 D^{n-1} + \ldots + a_{n-1} D + a_n,$$

dont nous verrons plus loin l'usage pour l'intégration des équations différentielles linéaires. La forme symbolique f(D) peut être soumise du reste aux opérations algébriques ainsi qu'aux signes de dérivation; la forme

$$f'(D) = n a_0 D^{n-1} + (n-1) a_1 D^{n-2} + \ldots + a_{n-1},$$

dérivée de la première par rapport à D sera la représentation d'une forme différentielle d'ordre $n - 1$, avec les coefficients $n a_0$, $(n-1) a_1$, etc.

La formule de Leibniz (1) n'est qu'un cas particulier d'autres formules plus générales, qui s'en déduisent du reste par voie d'addition, et qui concernent l'application de la forme symbolique (2) à un produit de deux fonctions uv; on a en effet symboliquement

$$f(D) uv = f(Du + Dv).$$

Digitized by Google

et l'on peut développer le second membre de cette égalité d'après la formule de Taylor, ce qui donne la formule

$$(3)\quad f(D)uv = D^0 u f(D)v + \frac{Du}{1!} f'(D)v + \frac{D^2 u}{2!} f''(Dv) + \dots,$$

les dérivées de f étant prises par rapport à D quelle que soit la nature des coefficients a, constants ou variables.

La forme f(D) peut même contenir un nombre de termes croissant indéfiniment, et devenir une série entière par rapport à D, nous citerons comme exemple la forme

$$f(D) = 1 + \frac{D}{1!} + \frac{D}{2!} + \frac{D}{3!} + \dots,$$

que l'on peut écrire d'une manière plus condensée e^D. Il est évident que l'écriture de séries de cette espèce est purement formelle, et que la discussion de leur convergence ne peut avoir lieu qu'en précisant la nature de la fonction u à laquelle s'applique le symbole d'opération ; toutefois, lorsque u est un polynôme, la série se limite d'elle-même, et se réduit à un nombre fini de termes. Avec l'écriture de séries symboliques, on peut présenter la série de Taylor

$$u(x+h) = u(x) + \frac{h}{1!}u'(x) + \frac{h^2}{2!}u''(x) + \dots,$$

sous la forme

$$(4)\quad u(x+h) = \left(1 + \frac{h}{1!}D + \frac{h^2}{2!}D^2 + \dots\right)u(x) = e^{hD}u(x)$$

Nous ne développerons pas plus loin ces considérations qui s'étendent aux symboles de dérivation par rapport à plusieurs variables ; depuis Leibniz, d'Alembert et Lagrange, elles ont fait l'objet d'un grand nombre de travaux, surtout pendant la première moitié du XIX^e siècle.

2. **Calcul des différences**. — Les formules du calcul des différences finies donnent lieu à une représentation symbolique analogue à la précédente. Soient $u_0, u_1, u_2, \dots$ les valeurs successives d'une fonction connue ou inconnue,

$$\Delta^1 u_0 = u_1 - u_0,\ \Delta^1 u_1 = u_2 - u_1, \dots, \Delta^1 u_p = u_{p+1} - u_p \dots$$

ses différences premières,

$$\Delta^2 u_0 = \Delta^1 u_1 - \Delta^1 u_0, \dots, \Delta^2 u_p = \Delta^1 x_{p+1} - \Delta^1 u_p, \dots$$

ses différences secondes, et ainsi de suite. On vérifie facilement que la valeur de u_n s'exprime au moyen de u_0 et de ses différences successives par la formule

$$u_n = u_0 + C_n^1 \Delta^1 u_0 + C_n^2 \Delta^2 u_0 + \dots + \Delta^n u_0,$$

que l'on peut écrire d'une manière symbolique

$$(5)\quad u_n = (1 + \Delta)^n u_0;$$

la forme symbolique

$$f(\Delta) = (1 + \Delta)^n,$$

représente donc une opération qui, appliquée à u_0, fournit u_n.

Inversement, la différence n^e de u_0 s'exprime au moyen de $u_0, u_1 \dots, u_n$ par la formule suivante, facile à vérifier de proche en proche

$$\Delta^n u_0 = u_n - C_n^1 u_{n-1} + C_n^2 u_{n-2} \dots \pm u_0;$$

si l'on représente u_p par $\Phi^p u_0$, on peut écrire la formule symbolique

$$(6)\quad \Delta^n u_0 = (\Phi - 1)^n u_0.$$

Les symboles Φ et Δ se rattachent du reste l'un à l'autre ; on a en effet pour $n = 1$

$$u_1 = \Phi u_0 = u_0 + \Delta u_0 = (1 + \Delta) u_0,$$

de sorte que l'on peut écrire

$$\Phi = 1 + \Delta, \qquad \Delta = \Phi - 1;$$

l'élévation des deux membres de ces deux dernières formules à la puissance n fournit précisément les équations (5) et (6).

Dans le cas particulier où $u_0, u_1, \dots u_n$ sont les valeurs d'une fonction u pour les valeurs de la variable $x_0, x_0 + h \dots, x_0 + nh$ croissant en progression arithmétique, on a

$$u_1 = u_0(x_0 + h) = u_0 + \frac{h}{1!}Du_0 + \frac{h^2}{2!}D^2 u_0 + \dots$$

ou, d'après l'écriture symbolique (4) de la série de Taylor

$$u_1 = e^{hD}u_0;$$

on voit donc que l'on a dans ce cas $\Phi = e^{hD}$ et il en résulte la formule symbolique

$$\Delta^n u_0 = (e^{hD} - 1)^n u_0,$$

déjà utilisée par Lagrange dans les calculs d'interpolation. On peut effectuer d'abord la puissance n^e, puis remplacer dans les termes obtenus le symbole e^{phD} par son développement en série.

Remarque. — Dans ce qui précède, nous voyons apparaître un calcul symbolique portant sur les indices successifs d'une même lettre u ; cette idée se retrouve dans d'autres théories de l'algèbre, telle que celle des formes algébriques homogènes ; on y représente symboliquement par $(ax + by)^n$ la forme

$$a_n b_0 x^n + C_n^1 a_{n-1} b_1 x^{n-1} y + C_n^2 a_{n-2} b_2 x^{n-2} y^2 + \dots$$

3. **Symboles généraux d'opérations**. — Les exemples précédents montrent l'avantage des calculs symboliques ; les démonstrations qu'ont données les

Digitized by Google

premiers analystes pour légitimer leur emploi étaient fondées sur l'extension du cas de n à celui de $n+1$, ou bien encore sur cette remarque que les coefficients des formules sont indépendants de la nature des fonctions u, v, auxquelles elles s'appliquent, il suffit alors de considérer des fonctions simples mettant en évidence les coefficients cherchés.

Peu à peu on a remarqué que les modes d'établissement ou de transformation des formules dépendent uniquement des propriétés des opérations qu'elles représentent et que des opérations soumises à des lois identiques sont représentées par des symboles soumis aux mêmes règles de calcul ; de là résulte une théorie générale des symboles d'opérations, développée au cours du XIXe siècle surtout par les auteurs anglais, en particulier Murphy et Boole, et récemment par Pincherle, Volterra, Hadamard, Bourlet, etc [1].

Étant donné un ensemble E d'objets a, b... d'une même espèce, par exemple des nombres ou des groupes de nombres, des variables, des fonctions, des grandeurs géométriques, mécaniques ou physiques, ou même des opérations, tout procédé qui fait correspondre à un objet a de E un autre objet a' constitue une *opération* (Bourlet dit *transmutation*) que nous représenterons par un symbole A et nous écrirons

$$a' = \mathrm{A}\, a ;$$

nous supposerons, sauf avis contraire, que les objets a' font partie du même ensemble E que les objets a. Si à chaque objet a correspond toujours un seul objet a', nous dirons que l'opération A est *uniforme*.

Deux opérations A et B sont dites *égales* si, appliquées à un même objet quelconque a, elles fournissent le même objet a' ; nous représenterons ces opérations par un même symbole, et nous pourrons dire alors qu'il y a une seule opération qui remplace a par a'. La *somme* de deux opérations A et B est une opération C telle que l'on ait, quel que soit a

$$\mathrm{C}a = \mathrm{A}a + \mathrm{B}a.$$

Si $a' = \mathrm{A}a$, et $a'' = \mathrm{B}a'$, l'opération C qui remplace a par a'' est dite le *produit* de A par B et l'on écrit

$$\mathrm{C} = \mathrm{B}(\mathrm{A}) = \mathrm{BA}.$$

Dans la théorie des substitutions, on écrit plutôt

$$\mathrm{C} = \mathrm{AB}.$$

Les opérations BA et AB ne sont pas toujours égales ; si elles le sont, on dit que les opérations A et B sont *permutables* ou que la multiplication de A par B possède la propriété *commutative*.

Si l'on effectue d'abord le produit BA, puis qu'on applique au résultat l'opération C, on obtient l'opération C (BA) ; si elle est égale à (CB) A, on dit que la multiplication possède la propriété *associative*. *Nous supposerons désormais qu'il en est toujours ainsi.* On peut alors, dans un produit de symboles successifs d'opérations, supprimer ou introduire des parenthèses, en respectant toutefois l'ordre des facteurs. De là découle la signification du symbole A^m, m étant entier et positif. Si l'on convient que A^0 représente l'opération dite *identique* ou *unité* remplaçant tout objet a par lui-même, on a toujours l'égalité

$$\mathrm{A}^m \mathrm{A}^n = \mathrm{A}^{m+n},$$

pour toutes les valeurs entières positives ou nulles de m et de n.

Soit $a' = \mathrm{A}a$ l'objet que A fait correspondre à a ; si a' fait partie de l'ensemble E, nous dirons que l'opération faisant correspondre a à a' est l'*inverse* de A et nous la représenterons par A^{-1} ou par $\frac{1}{\mathrm{A}}$; par définition, on a $\mathrm{A}(\mathrm{A}^{-1}) = 1$ mais on ne peut pas toujours affirmer que l'on a $\mathrm{A}^{-1}(\mathrm{A}) = 1$.

Il faut bien remarquer que l'opération A^{-1} ne fournit pas toujours un résultat unique, comme cela a lieu par exemple pour $\mathrm{A}a = a^2$, ou $\mathrm{A}a = \sin a$; c'est donc exceptionnellement que les inverses des opérations même uniformes sont elles-mêmes uniformes. Lorsque cela a lieu, on peut affirmer que $\mathrm{A}^{-1}\mathrm{A}$ est égal à l'unité comme $\mathrm{A}\mathrm{A}^{-1}$, car si l'on a $a' = \mathrm{A}\,a$ et si à a' correspond d'une manière unique l'objet $a = \mathrm{A}^{-1}a'$, on a toujours $\mathrm{A}^{-1}(\mathrm{A}\,a) = \mathrm{A}^{-1}a' = a$, d'où $\mathrm{A}^{-1}\mathrm{A} = 1$.

Nous supposerons que les opérations inverses jouissent, comme les opérations directes, de la propriété associative ; alors l'inverse du produit CBA est $\mathrm{A}^{-1}\mathrm{B}^{-1}\mathrm{C}^{-1}$, car on a

$$\mathrm{CBAA}^{-1}\mathrm{B}^{-1}\mathrm{C}^{-1} = \mathrm{CB}(\mathrm{AA}^{-1})\mathrm{B}^{-1}\mathrm{C}^{-1} = \mathrm{CBB}^{-1}\mathrm{C}^{-1} = \mathrm{CC}^{-1} = 1.$$

en particulier la puissance m^e de A^{-1} est égale à A^{-m}.

On dit d'un ensemble (S) d'opérations uniformes A, B, C,... qu'elles forment un *groupe*, si le produit de deux quelconques d'entre elles appartient à (S), si leurs inverses $\mathrm{A}^{-1}, \mathrm{B}^{-1}, \mathrm{C}^{-1}$,... sont uniformes et si ces inverses font également partie du même ensemble ; on a alors $\mathrm{A}^{-1}\mathrm{A} = \mathrm{A}\mathrm{A}^{-1} = 1$.

Le quotient Q de deux opérations A et B fait aussi partie du groupe, mais il faut distinguer deux quotients en général différents, l'un défini par

$$\mathrm{QB} = \mathrm{A}, \quad \mathrm{Q} = \mathrm{AB}^{-1},$$

l'autre par

$$\mathrm{BQ} = \mathrm{A}, \quad \mathrm{Q} = \mathrm{B}^{-1}\mathrm{A}.$$

Lorsque le groupe (S) comprend un nombre fini n d'opérations, y compris l'opération unité, on dit qu'il forme un *groupe fini* et n est appelé son *ordre*.

Comme exemples d'opérations nous citerons :

1° Les *substitutions* remplaçant une permutation de n

(1) Pour la bibliographie, consulter l'*Encyclopédie des sciences mathématiques*, édition française publiée par J. Molk, article II, t. II, vol. 5, fascicule 1.

Digitized by Google

lettres distinctes par une autre permutation de ces n lettres; elles forment un groupe fini d'ordre $n!$ qui joue un rôle important dans la théorie des équations algébriques.

2° Les substitutions ou *transformations* d'une variable x, définies par une formule telle que $x' = f(x)$, et plus généralement les transformations de plusieurs variables x, y, z définies par des formules telles que

$$x' = f(x, y, z), \quad y' = \varphi(x, y, z), \quad z' = \psi(x, y, z);$$

elles ne forment de groupes que dans des cas particuliers, parmi lesquels nous citerons celui des transformations homographiques. Certaines opérations sur des vecteurs ou des grandeurs géométriques se rattachent aux précédentes.

3° Les opérations de dérivation et d'intégration ; elles ne forment pas de groupe, parce que l'opération d'intégration n'est pas uniforme.

4. **Opérations distributives.** — On dit qu'une opération A jouit de la propriété *distributive* si l'on a, quels que soient les objets a et b de l'ensemble E,

$$A(a + b) = Aa + Ab;$$

on déduit de là

$$A(ma) = m\,Aa,$$

d'abord pour les valeurs entières puis pour toutes les valeurs rationnelles de m; on étend cette égalité à un nombre m quelconque, soit en la faisant rentrer comme hypothèse complémentaire dans la définition de la propriété distributive, soit en attribuant à l'opération la propriété d'être *continue*, c'est-à-dire de satisfaire à la condition

$$\lim Aa = A(\lim a).$$

Lorsque m tend vers zéro, on a

$$A0 = 0.$$

On dit encore qu'une opération distributive A est *linéaire*, parce que l'on a d'une manière générale

$$A(ma + nb + pc + \dots) = m\,Aa + n\,Ab + p\,Ac + \dots$$

La somme et le produit de deux opérations distributives sont également distributives; on a en effet

$$BA(a + b) = B(Aa + Ab) = BAa + BAb.$$

L'inverse d'une opération distributive n'est pas toujours uniforme; si Aa_1 est nul sans que a_1 le soit, on voit que $A(a + a_1)$ est égal à la valeur a' de Aa, de sorte que $a + a_1$ est, aussi bien que a, une détermination de $A^{-1}a'$. Inversement, si a et b sont deux déterminations de $A^{-1}a'$, on a

$$A(a - b) = Aa - Ab = a' - a' = 0,$$

par conséquent $a - b$ est une solution de l'équation $Ax = 0$; nous arrivons donc à cette conclusion :

Si $a_1, a_2, \dots a_p$ sont les solutions de l'équation $Ax = 0$, les déterminations de l'inverse $A^{-1}a'$ diffèrent l'une de l'autre de la quantité

$$m_1 a_1 + m_2 a_2 + \dots + m_p a_p,$$

$m_1, m_2, \dots, m_p$ étant des constantes arbitraires.

Si l'on représente symboliquement par $\frac{0}{A}$ la somme précédente, qui est l'expression générale de la solution de l'équation $Ax = 0$, on voit bien que l'égalité $a' = Aa$ entraîne les suivantes

$$Aa = a' + 0, \qquad a = \frac{a'}{A} + \frac{0}{A},$$

ce qui est une autre manière de présenter le résultat que nous venons d'énoncer.

Dans les applications, à chaque objet a on fait correspondre ordinairement une seule des déterminations de l'inverse $A^{-1}a$, et l'on choisit cette détermination de façon qu'elle possède la propriété distributive, c'est-à-dire que l'on ait

$$A^{-1}(a + b + c + \dots) = A^{-1}a + A^{-1}b + A^{-1}c + \dots$$

Il est facile de s'assurer que si les opérations directes jouissent de la propriété associative, il en est de même des opérations inverses lorsqu'on attribue, comme nous venons de dire, une détermination particulière à chacune d'elles; si, en effet, on représente par D et E les opérations $A^{-1}(B^{-1}C^{-1})$ et $(A^{-1}B^{-1})C^{-1}$, on voit que les produits CBAD et CBAE sont égaux à l'unité, de sorte que les opérations D et E sont les inverses de (CBA) et ne diffèrent pas l'une de l'autre.

Dans le cas particulier où les opérations directes jouissent de la propriété commutative, il en est de même des opérations inverses; cela résulte de ce que $A^{-1}B^{-1}$ et $B^{-1}A^{-1}$ sont respectivement les inverses de BA et de AB, d'après les identités

$$BA(A^{-1}B^{-1}) = 1, \quad AB(B^{-1}A^{-1}) = 1,$$

et elles sont dès lors identiques. On peut donc, dans ce cas, intervertir dans un produit l'ordre des opérations directes, ou celui des opérations inverses, mais il faut bien remarquer que l'on ne peut pas toujours intervertir l'ordre de deux opérations l'une directe et l'autre inverse; nous verrons en effet qu'il existe des opérations pour lesquelles on n'a pas $A^{-1}A = AA^{-1}$, même en choisissant une détermination unique de A^{-1} jouissant de la propriété distributive.

Il y a donc lieu de distinguer deux cas dans l'usage des symboles d'opérations distributives :

Premier cas. — On ne peut pas choisir pour les inverses $A^{-1}, B^{-1}, \dots$ des opérations A, B, des déterminations satisfaisant aux conditions $A^{-1}A = 1$, $B^{-1}B = 1 \dots$; l'ensemble des opérations directes et

Digitized by Google

inverses ne forme pas un groupe et le calcul symbolique n'est pas complètement identique au calcul algébrique.

Deuxième cas. — Il est possible de choisir pour chaque opération inverse A^{-1} une détermination particulière jouissant de la propriété distributive et satisfaisant de plus à la condition $A^{-1}A = 1$; nous l'appellerons *détermination principale* de l'opération inverse considérée.

Il est facile de voir que les symboles des déterminations principales jouissent des mêmes propriétés que ceux des opérations directes, et qu'un produit tel que $B^{-1}A^{-1}$ a une détermination principale résultant de la multiplication symbolique des déterminations principales des facteurs A^{-1} et B^{-1}; il suffit pour cela de montrer que le produit $(B^{-1}A^{-1})(AB)$ est égal à l'unité; or, il est égal à

$$B^{-1}(A^{-1}A)B = B^{-1}B = 1,$$

d'après les propriétés des déterminations adoptées pour A^{-1} et B^{-1} ; la proposition est donc démontrée.

On peut donc parler de la détermination principale d'un produit tel que $A^m B^n A^{m'} C^p$ ..., les exposants étant positifs ou négatifs, pourvu que l'on respecte l'ordre des facteurs du produit.

Les opérations directes et les déterminations principales des opérations inverses jouissent ainsi de toutes les propriétés des opérations uniformes et constituent un groupe.

Il est à remarquer que la classification précédente des ensembles d'opérations dépend beaucoup de la nature des objets sur lesquels elles portent ; nous verrons précisément qu'il existe, pour des opérations données A, B, C, des ensembles E d'objets pour lesquels les opérations rentrent dans le premier cas, et d'autres ensembles E′ pour lesquels elles rentrent dans le second cas et donnent lieu à un groupe. La remarque suivante permet en général de décider si l'on se trouve dans le premier cas ou dans le second :

Pour qu'une opération A appliquée à des objets a, b, c, d'un ensemble E soit telle que son inverse A^{-1} soit susceptible d'une détermination unique, distributive et satisfaisant à la condition $A^{-1}A = 1$, il est nécessaire que Aa soit différent de zéro pour tout objet a non nul appartenant à l'ensemble.

En effet, s'il n'en était pas ainsi et si Aa était nul sans que a le fût, on aurait $A^{-1}Aa = A^{-1}0$; d'autre part, d'après l'hypothèse $A^{-1}A = 1$, on aurait en même temps $A^{-1}Aa = a$, donc $A^{-1}0 = a$; mais ce résultat est incompatible avec la propriété distributive, car $A^{-1}0$ doit avoir la valeur zéro et non a, il y a donc impossibilité, ce qui justifie la remarque énoncée.

Il résulte de là que les opérations A, B,... ne peuvent constituer un groupe avec leurs inverses que si les objets a, b,. . auxquels elles s'appliquent et les combinaisons linéaires de ces objets, de la forme $ma + nb + \ldots$ ne sont jamais racines des équations $Ax = 0$, $Bx = 0$,...

Il arrive, dans la plupart des applications du calcul symbolique, que cette condition est suffisante, et qu'on se trouve placé dans le deuxième cas que nous avons mentionné.

5. Fonctions rationnelles de symboles distributifs et commutatifs. — Plaçons-nous dans le second cas, où les opérations directes et les déterminations principales des opérations inverses forment un groupe; tous les symboles A, B,..., A^{-1}, B^{-1},.. jouissent, par suite des hypothèses faites, des propriétés associatives et distributives.

Je vais démontrer que, *si les opérations directes jouissent de plus de la propriété commutative, il en est de même des déterminations principales des opérations inverses soit qu'on les multiplie l'une par l'autre, soit qu'on les multiplie par les premières.*

Il suffit de démontrer pour cela les égalités

$$B^{-1}A^{-1} = A^{-1}B^{-1}, \quad BA^{-1} = A^{-1}B;$$

la première résulte de ce que le produit du premier membre par AB et celui du second membre par BA sont égaux à l'unité ; la seconde de ce que le produit du premier membre par A est

$$A(BA^{-1}) - ABA^{-1} = BAA^{-1} = B,$$

et que le produit du second membre par A est aussi égal à B.

Nous dirons, pour simplifier, que tous les symboles du groupe (A, B,..., A^{-1}, B^{-1},..) sont distributifs et commutatifs.

Toutes les fonctions entières des symboles d'un tel groupe constituent de nouveaux symboles également distributifs et commutatifs. Cette proposition est évidente pour des monômes de la forme hA^mB^n..., où h est un coefficient constant, m, n,... des exposants entiers positifs, négatifs ou nuls ; ces monômes sont des symboles H, K,... faisant partie du groupe, ainsi que leurs inverses H^{-1}, K^{-1},... La somme de tels symboles, telle que $A + B$ est aussi un symbole distributif et commutatif, et il en est de même par extension d'une somme de la forme $S = \Sigma hA^mB^n$... renfermant un nombre quelconque de monômes ; mais une telle somme S ne jouit pas toujours de toutes les propriétés des symboles du groupe donné, et deux cas sont à distinguer :

1° *Si le résultat de l'opération S appliquée à l'un des objets $ma + nb + \ldots$.. est nul, l'inverse S^{-1} ne possède pas la propriété distributive et l'on doit renoncer à constituer un nouveau groupe en adjoignant les symboles S et S^{-1} à ceux des opérations du groupe primitif;*

2° *Si le résultat de l'opération S n'est jamais nul, et si l'on peut attribuer à l'inverse S^{-1} une détermination principale, l'adjonction des symboles S et S^{-1} à ceux des opérations du groupe donné fournit un nouveau groupe possédant les mêmes propriétés que le premier.*

Cela résulte de ce que nous avons dit précédemment; les symboles S et S^{-1} sont distributifs et commutatifs lorsqu'on les multiplie l'un par l'autre ou par les sym-

Digitized by Google

boles A, B,.., A^{-1}, B^{-1},... Nous allons déduire de là le résultat général suivant :

Soient A, B,... des symboles distributifs et commutatifs tels que les opérations qu'ils représentent et leurs inverses constituent un groupe, et soient H, K, ... des fonctions rationnelles de ces symboles à coefficients constants ou indépendants des objets soumis aux opérations données. Si les résultats des opérations H, K, .. ne sont jamais nuls et si les opérations inverses H^{-1}, K^{-1}, ... sont susceptibles d'une détermination principale, l'ensemble des symboles (A, B, ... H, K, ... A^{-1}, B^{-1}, .. H^{-1}, K^{-1}, ...) représente les opérations d'un groupe jouissant des mêmes propriétés que le groupe primitif. De plus, on peut appliquer à toutes ces fonctions rationnelles H, K,... toutes les règles de calcul des fonctions algébriques et les remplacer par d'autres fonctions symboliques qui leur soient équivalentes au point de vue de l'algèbre élémentaire.

La première partie de cette proposition résulte de ce que toute fonction rationnelle peut être constituée de proche en proche par des sommes telles que celles que nous avons désignées par S et par leurs inverses S^{-1} et celles-ci peuvent être adjointes au groupe primitif. La seconde partie résulte de ce que l'on vérifie sans peine pour les symboles d'opérations les règles fondamentales du calcul algébrique, tant qu'on ne se trouve pas en présence d'une opération pouvant donner un résultat nul. On vérifie d'abord l'égalité

$$(7) \quad (A+B)(C+D) = AC + AD + BC + BD,$$

et l'on en déduit que le produit de deux fonctions entières f_1 (A, B, ..) et f_2 (A, B, ...) peut être remplacé par une seule fonction entière, d'après la règle ordinaire de multiplication des polynômes.

On étend immédiatement la proposition au cas de fractions algébriques, en remarquant que l'inverse d'un symbole est un autre symbole faisant partie du même groupe que le premier, mais on peut aussi faire des démonstrations de proche en proche, et montrer que toutes les propriétés des fractions algébriques s'appliquent au calcul symbolique. D'abord, on ne change pas une fraction en multipliant ou divisant ses deux termes par un même facteur; les symboles

$$\frac{A}{B}, \quad \frac{AC}{BC}, \quad \frac{AC}{CB}, \quad \frac{CA}{CB}, \quad \frac{CA}{BC}$$

sont équivalents ; le second est, en effet, égal à

$$ACC^{-1}B^{-1} = AB^{-1},$$

et de même des autres. On montre ensuite que l'on a

$$(8) \quad \frac{A}{B} + \frac{C}{D} = \frac{AD}{BD} + \frac{BC}{BD} = \frac{AD+BC}{BD},$$

et le théorème énoncé se déduit de là comme conséquence des égalités (7) et (8).

On peut donc remplacer toute fonction rationnelle des symboles A, B, C.. et par cela même leurs inverses par toute autre fonction équivalente, en particulier la mettre sous la forme du quotient de deux polynômes entiers, ou encore la décomposer en une somme de fractions simples comme dans la théorie des fractions rationnelles.

Lorsque les symboles A, B, C, .. sont distributifs, mais non commutatifs, et que cependant les symboles d'opérations inverses sont susceptibles de déterminations principales, le théorème précédent n'est plus valable, mais il est susceptible d'être utilisé en partie à la condition de tenir compte de l'ordre des facteurs dans les produits. L'égalité (7) est encore vraie, et l'on peut remplacer le produit de deux fonctions entières par une autre fonction entière, mais dans le calcul d'une fraction $\frac{A}{B}$, il faut distinguer, comme nous l'avons déjà dit, le symbole $A\left(\frac{1}{B}\right) = AB^{-1}$ du symbole $\frac{1}{B}(A) = B^{-1}A$, et l'on ne peut multiplier les deux termes d'une fraction par un même facteur qu'en adoptant un ordre déterminé; l'égalité (8) n'est valable qu'en l'écrivant, par exemple,

$$(9) \quad A\left(\frac{1}{B}\right) + C\left(\frac{1}{D}\right) = (AD)\left(\frac{1}{BD}\right) + (CB)\left(\frac{1}{DB}\right).$$

Avec un peu d'attention, on peut transformer des fonctions rationnelles de symboles en d'autres équivalentes.

Lorsque les opérations rentrent dans le premier cas du paragraphe précédent et que les opérations inverses jointes aux premières ne constituent pas un groupe, les calculs élémentaires de l'algèbre ne sont plus permis, même si les symboles sont commutatifs ; cela tient à ce qu'on ne peut intervertir l'ordre de A et A^{-1} dans un produit. On n'a pas $\frac{1}{B}(A) = \frac{1}{CB}(CA)$, le second membre ayant la signification $B^{-1}C^{-1}CA$, différente en général de $B^{-1}A$; mais on a cependant, dans tous les cas,

$$A\left(\frac{1}{B}\right) = AC\left(\frac{1}{BC}\right),$$

parce que le second membre a la signification du produit $ACC^{-1}B^{-1}$ et que $CC^{-1} = 1$.

Il semble qu'il faille renoncer aux avantages du calcul symbolique, il n'en est rien cependant, et l'on a le droit de l'utiliser, *à la condition expresse d'envisager dans une fraction le dénominateur avant le numérateur.* Cela résulte de la remarque que nous venons de faire sur les fractions; on peut donc encore se servir de l'égalité (9) dans tous les cas, et même, si les symboles sont commutatifs de l'égalité (8), en effectuant les premières les opérations indiquées par les dénominateurs. Lorsque les symboles sont distributifs et commutatifs, le théorème que nous avons énoncé est donc encore valable sous la réserve que nous venons de formuler.

Digitized by Google

6. Symboles de dérivation et d'intégration. — Considérons des fonctions u, v, ... d'une variable x; nous les supposons continues et régulières dans un certain domaine entourant un point x_0, c'est-à-dire développables en série entière suivant les puissances de $x - x_0$.

Le symbole de dérivation $D = \frac{d}{dx}$ représente une opération que nous dirons être continue et régulière, en ce sens que le résultat de son application à une fonction continue et régulière jouit des mêmes propriétés.

Le symbole D et ses puissances entières et positives jouissent des propriétés associative, distributive et commutative, car on a :

$$D(u+v) = Du + Dv$$
$$D(mu) = mDu$$
$$D^m D^n = D^n D^m = D^{m+n}.$$

L'opération inverse de la dérivation est l'intégration; le symbole $\frac{1}{D}$ ou D^{-1} appliqué à une fonction u fournit l'intégrale de cette fonction. Ce symbole jouit de la propriété distributive, car

$$D^{-1}(mu + nv) = mD^{-1}u + nD^{-1}v.$$

Ses puissances jouissent de la propriété associative, mais ce n'est pas un symbole d'opération uniforme, la solution générale de l'équation $Du = 0$ étant une constante quelconque, les différentes déterminations du symbole D^{-1} diffèrent les unes des autres par une constante.

Il serait possible de rendre uniforme l'opération de l'intégration, en considérant l'intégrale définie prise à partir d'une valeur particulière x_0, mais c'est là un procédé factice qui ne peut donner au symbole D^{-1} les propriétés nécessaires pour affirmer dans tous les cas que les symboles D et D^{-1} engendrent un groupe et rentrent dans le deuxième cas que nous avons envisagé au paragraphe 4. Il y a là une difficulté que n'ont pas toujours mentionnée les auteurs qui ont appliqué les méthodes du calcul symbolique.

Précisément, lorsque les fonctions u, v, ... sont des polynômes, les symboles D et D^{-1}, même en rendant celui-ci uniforme, ne sont pas permutables et l'on n'a pas $D^{-1}D = 1$ comme DD^{-1}; si l'on prend comme exemple la fonction $u = x^2 + a^2$, et si l'on prend pour détermination de D^{-1} l'intégrale définie entre x_0 et x, on a :

$$D^{-1}u = \frac{x^3 - x_0^3}{3} + a^2(x - x_0),$$
$$DD^{-1}u = x^2 + a^2 = u,$$

au contraire

$$Du = 2x, \quad D^{-1}Du = x^2 - x_0^2;$$

Ce dernier résultat diffère de u et même, en se maintenant dans le domaine des quantités réelles, il est impossible de donner à x_0 une valeur telle que

$$D^{-1}Du = u.$$

L'impossibilité de constituer un groupe dérivé du symbole D et de son inverse lorsque les opérations de ce groupe doivent s'appliquer à des polynômes résulte encore de ce fait que $D^m u = 0$ dès que m dépasse le degré du polynôme u.

Si nous considérons, au contraire, la fonction exponentielle $u = ke^{\rho x}$ où k et ρ sont des constantes, l'application du symbole D et de ses puissances ne donne jamais un résultat nul; de plus, en choisissant la valeur de $D^{-1}u$ égale à $\frac{k}{\rho}e^{\rho x}$, on vérifie que l'on a

$$D^{-1}D = DD^{-1} = 1;$$

le symbole D^{-1} est donc susceptible d'une *détermination principale*, calculée comme nous venons de le dire; les symboles d'opérations D, D^{-1} et leurs puissances forment donc un groupe lorsqu'on les applique aux exponentielles de la forme indiquée.

Il en est de même lorsqu'on les applique aux fonctions de la forme $u = P(x)e^{\rho x}$, où $P(x)$ est un polynôme entier et ρ un coefficient constant non nul. Si l'on connaît une détermination principale du symbole d'opération D^{-1} lorsque le polynôme est de degré $\leqq n - 1$, et si l'on calcule la détermination du même symbole dans le cas d'un polynôme de degré n par la formule d'intégration par parties :

$$D^{-1}[P(x)e^{\rho x}] = \frac{P(x)e^{\rho x}}{\rho} - D^{-1}\left[\frac{P'(x)e^{\rho x}}{\rho}\right],$$

on vérifie que le résultat est encore une détermination principale; on peut donc constituer un groupe avec les symboles D et D^{-1} et leurs puissances appliquées aux fonctions de la forme précédente.

Ces résultats sont vrais, quels que soient les coefficients réels ou imaginaires entrant dans l'exponentielle et le polynôme $P(x)$. Or, si une fonction u est mise sous la forme $u_1 + iu_2$, où u_1 et u_2 sont réels et i représente $\sqrt{-1}$, et si le symbole $D^{-1}u$ est susceptible d'une détermination principale, on a, d'après la propriété distributive de ce symbole :

$$D^{-1}(u_1 + iu_2) = D^{-1}u_1 + iD^{-1}u_2;$$

si donc on n'admet que des intégrales réelles pour des fonctions réelles, et si $D^{-1}u$ est mis sous la forme $U_1 + iU_2$, on est certain que les symboles $D^{-1}u_1$ et $D^{-1}u_2$ sont des déterminations principales respectivement égales à U_1 et U_2.

Ecrivons $k = e^{i\alpha}$, et $\rho = \omega i$, les contantes α et ω étant réelles; nous avons

$$D^{-1}e^{i(\omega x+\alpha)} = \frac{e^{i(\omega x+\alpha)}}{\omega i} = \frac{-i}{\omega}[\cos(\omega x+\alpha)+i\sin(\omega x+\alpha)],$$

Digitized by Google

il en résulte que les intégrales des fonctions trigonométriques ont des déterminations principales données par les formules

$$(10)\left\{\begin{aligned} D^{-1}\cos(\omega x+\alpha) &= \frac{\sin(\omega x+\alpha)}{\omega} = \frac{\cos\left(\omega x+\alpha-\frac{\pi}{2}\right)}{\omega},\\ D^{-1}\sin(\omega x+\alpha) &= \frac{-\cos(\omega x+\alpha)}{\omega} = \frac{\sin\left(\omega x+\alpha-\frac{\pi}{2}\right)}{\omega}.\end{aligned}\right.$$

D'une manière plus générale, on a

$$D^{-1}e^{(\lambda+\omega i)x+i\alpha} = \frac{1}{\lambda+\omega i}e^{(\lambda+\omega i)x+i\alpha} = \frac{\lambda-\omega i}{\lambda^2+\omega^2}e^{(\lambda+\omega i)x+i\alpha},$$

de sorte que les intégrales des produits d'exponentielles par des fonctions trigonométriques ont des déterminations principales données par les formules

$$(11)\left\{\begin{aligned} D^{-1}e^{\lambda x}\cos(\omega x+\alpha) &= \frac{e^{\lambda x}}{\lambda^2+\omega^2}[\lambda\cos(\omega x+\alpha)+\omega\sin(\omega x+\alpha)],\\ D^{-1}e^{\lambda x}\sin(\omega x+\alpha) &= \frac{e^{\lambda x}}{\lambda^2+\omega^2}[\lambda\sin(\omega x+\alpha)-\omega\cos(\omega x+\alpha)].\end{aligned}\right.$$

Si l'on introduit un angle φ donné par les relations

$$(12)\quad \sin\varphi=\frac{\omega}{\sqrt{\lambda^2+\omega^2}},\quad \cos\varphi=\frac{\lambda}{\sqrt{\lambda^2+\omega^2}},\quad \varphi=\operatorname{arctg}\frac{\omega}{\lambda},$$

on peut écrire les formules suivantes

$$(13)\left\{\begin{aligned} D^{-1}e^{\lambda x}\cos(\omega x+\alpha) &= \frac{e^{\lambda x}}{\sqrt{\lambda^2+\omega^2}}\cos(\omega x+\alpha-\varphi),\\ D^{-1}e^{\lambda x}\sin(\omega x+\alpha) &= \frac{e^{\lambda x}}{\sqrt{\lambda^2+\omega^2}}\sin(\omega x+\alpha-\varphi),\end{aligned}\right.$$

qui sont bien connues et qui comprennent les formules (10) comme cas particuliers.

Considérons maintenant les fonctions entières du symbole D de la forme (2) déjà considérée

$$f(D) = a_0 D^n + a_1 D^{n-1} + \ldots + a_{n-1} D + a_n,$$

et à coefficients constants; une telle fonction est le symbole d'une operation différentielle distributive, et possédant la propriété commutative lorsqu'on la compose par multiplication avec d'autres fonctions de même nature. Si l'on écrit symboliquement $A = f(D)$, l'opération inverse A^{-1} appliquée à une fonction u indique que l'on doit calculer l'intégrale y de l'équation différentielle

$$\left(a_0\frac{d^n}{dx^n}+a_1\frac{d^{n-1}}{dx^{n-1}}+\ldots+a_{n-1}\frac{d}{dx}+a_n\right)y=u,$$

mais le résultat n'est pas uniforme; toutes les déterminations sont représentées par le symbole

$$y=\frac{u}{f\,D}+\frac{0}{f\,D},$$

et diffèrent les unes des autres par la solution générale de l'équation sans second membre.

Nous verrons dans le paragraphe suivant qu'il existe des groupes de fonctions $u, v, \ldots$ et des ensembles de fonctions entières $f_1(D)$, $f_2(D)$,... telles que le résultat des opérations représentées par ces fonctions symboliques lorsqu'on les applique aux fonctions $u, v, \ldots$ ne sont jamais nuls, et telles, de plus, que les opérations inverses $\frac{u}{f_1(D)}, \frac{u}{f_2(D)}, \ldots$ soient susceptibles d'une détermination principale. Lorsqu'il en est ainsi, les opérations symboliques $A = f_1(D)$, $B = f_2(D)$,... et leurs inverses combinées par voie de multiplication avec les opérations D, D^{-1}, ou entre elles, constituent un groupe, d'après la proposition du paragraphe précédent, et on peut leur appliquer toutes les règles du calcul algébrique des fractions rationnelles.

On peut mettre toutes les fonctions rationnelles du symbole D sous la forme du quotient de deux polynômes entiers

$$(14)\quad \frac{f_1(D)}{f_2(D)}=\frac{a_0D^n+a_1D^{n-1}+\ldots+a_{n-1}D+a_n}{b_0D^p+b_1D^{p-1}+\ldots+b_{p-1}D+b_p};$$

pour qu'une telle fraction soit susceptible d'une détermination principale, il faut et il suffit que l'inverse de son dénominateur le soit; mais si l'on décompose le dénominateur en un produit de facteurs linéaires

$$f_2(D) = b_0(D-r_1)^{p_1}(D-r_2)\ldots$$

où $r_1, r_2\ldots$ sont les racines de l'équation caractéristique $f_2(r)=0$, on voit qu'il faut et il suffit que les opérations représentées par les symboles

$$A = D - r_1,\ B = D - r_2,\ldots$$

jouissent de cette propriété que leurs inverses

$$A^{-1}=\frac{1}{D-r_1},\quad B^{-1}=\frac{1}{D-r_2},$$

soient susceptibles d'une détermination principale. Lorsque cela a lieu, on peut décomposer la fraction (14) en éléments simples, sous la forme

$$(15)\quad \begin{aligned}\frac{f_1(D)}{f_2(D)} = Q\,D &+ \frac{c_1}{(D-r_1)^{p_1}}+\frac{c_2}{(D-r_1)^{p_1-1}}+\ldots+\frac{c_{p_1}}{D-r_1}\\ &+\frac{d_1}{(D-r_2)^{p_2}}+\frac{d_2}{(D-r_2)^{p_2-1}}+\ldots;\end{aligned}$$

il suffit d'adopter la détermination principale de chacune des opérations représentées par les fractions du second membre pour obtenir la détermination principale de l'opération totale.

Lorsque les opérations représentées par le dénominateur $f_2(D)$ ou par ses facteurs symboliques sont telles que leurs inverses n'ont pas de détermination principale pour les fonctions $u, v, \ldots$ auxquelles elles s'appliquent, il est toujours permis d'utiliser les transformations des

Digitized by Google

fractions rationnelles telles que l'indique la formule (15), mais à la condition expresse, comme nous l'avons dit, d'envisager les opérations indiquées par les dénominateurs avant celles qui sont représentées par les numérateurs. C'est ce qui a lieu en particulier pour les polynômes entiers en x, lorsque l'équation caractéristique $f_2(r) = 0$ a une racine nulle.

Pour donner un exemple, appliquons l'opération symbolique $\frac{a\mathrm{D}+1}{\mathrm{D}}$ à la fonction $u = x^2 + a^2$. En l'écrivant $(a\mathrm{D}+1)\,\mathrm{D}^{-1}$ on obtient un résultat

$$(a\mathrm{D}+1)\left[\frac{x^3 - x_0^3}{3} + a^2(x - x_0)\right]$$
$$= a(x^2 + a^2) + \frac{x^3 - x_0^3}{3} + a^2(x - x_0),$$

qui est identique à celui de l'opération $a + \frac{1}{\mathrm{D}}$ obtenue en décomposant la fraction donnée en éléments simples ; mais on obtiendrait un résultat différent en écrivant la fraction sous la forme $\mathrm{D}^{-1}(a\mathrm{D}+1)$, car on obtiendrait alors

$$\mathrm{D}^{-1}(x^2+a^2+2ax) = \frac{x^3 - x_0^3}{3} + a(x^2 - x_0^2) + a^2(x - x_0).$$

Les considérations précédentes montrent que le symbole de dérivation D et les fonctions rationnelles de ce symbole représentent des opérations distributives. Je mentionne à ce sujet les résultats intéressants énoncés par C. Bourlet (1) : il a montré inversement que *toute opération distributive uniforme, continue et régulière portant sur des fonctions d'une variable x s'exprime symboliquement par une fonction entière du symbole* D, *de la forme*

$$\mathrm{A} = a_0 + a_1\mathrm{D} + a_2\mathrm{D}^2 + \ldots + a_n\mathrm{D}^n + \ldots,$$

les coefficients $a_0\ a_1, \ldots a_n, \ldots$ étant des fonctions de x ou des constantes. Le nombre des termes du second membre peut être fini ou infini ; dans ce dernier cas, il faut préciser ce qu'il faut entendre par la limite de la somme des n premiers termes quand n augmente indéfiniment.

L'opération d'intégration représentée par D^{-1}, supposée rendue uniforme, rentre dans ce cas, et peut être remplacée par une suite de dérivations ; on le constate du reste en effectuant l'intégration par parties et écrivant :

$$\mathrm{D}^{-1}u = \int_{x_0}^{x} u\,\mathrm{d}x = u\,(x - x_0) - \int_{x_0}^{x} u'(\mathrm{d}x - x_0)\,x,$$

(1) C. Bourlet. Sur les opérations en général et les équations différentielles d'ordre infini. *Annales de l'École normale supérieure*, 3e série, t. XIV (1897), p. 133.

J. Hadamard. *La série de Taylor et son prolongement analytique*, collection *Scientia* (1901), p. 76.

d'où, par répétition de ce procédé,

$$\mathrm{D}^{-1}u = u\,(x - x_0) - \frac{u'(x - x_0)^2}{2!} + \frac{u''(x - x_0)^3}{3!} - \ldots$$

ce qu'on peut écrire symboliquement

$$(16)\quad \mathrm{D}^{-1} = (x - x_0) - \frac{(x - x_0)^2}{2!}\,\mathrm{D} + \frac{(x - x_0)^3}{3!}\,\mathrm{D}^2 - \ldots.$$

on trouverait de même

$$(17)\quad (p-1)!\,\mathrm{D}^{-p} = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{(x - x_0)^{n+p}}{n!}\,\frac{(-1)^n}{n+p}\,\mathrm{D}^n,$$

formule qui se déduirait du reste de la précédente en prenant plusieurs fois les dérivées des deux membres par rapport au symbole D.

D'une manière analogue, le symbole $\frac{1}{\mathrm{D} - r}$ appliqué à une fonction u signifie que l'on doit calculer une intégrale de l'équation

$$\left(\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x} - r\right) y = u;$$

en écrivant

$$y = -\frac{u}{r} + \frac{1}{r}\,\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x}$$

et remplaçant au second membre y par cette valeur elle-même, on obtient par répétition de ce procédé

$$y = -\frac{1}{r}\,u - \frac{1}{r^2}\,u' - \frac{1}{r^3}\,u'' - \ldots - \frac{1}{r^n}\,u^{(n-1)} + \frac{1}{r^n}\,y^{(n)}$$

et l'on peut faire croître indéfiniment le nombre des termes. On peut présenter ce résultat sous la forme symbolique

$$(18)\quad \frac{1}{\mathrm{D} - r} = -\frac{1}{r}\,\frac{1}{1 - \frac{\mathrm{D}}{r}} = -\frac{1}{r}\left(1 + \frac{\mathrm{D}}{r} + \frac{\mathrm{D}^2}{r^2} + \ldots + \frac{\mathrm{D}^n}{r^n} + \ldots\right),$$

qui est identique à celle que fournirait le développement en série du premier membre suivant les puissances de D.

On trouverait de même

$$(19)\qquad \frac{(p-1)!}{(\mathrm{D} - r)^p} = \frac{(-1)^p}{r^p}\sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{(n+p-1)!}{n!}\,\frac{\mathrm{D}^n}{r^n},$$

formule qui se déduirait de la précédente en prenant plusieurs fois les dérivées des deux membres par rapport au symbole D ou en élevant ces deux membres à la puissance p.

L'opération inverse d'une opération symbolique

Digitized by Google

$f_2(D)$ et plus généralement l'expression $\frac{f_1(D)}{f_2(D)}$ peuvent être remplacées également par des séries entières de la lettre D, et on les obtient en effectuant la division de $f_1(D)$ par $f_2(D)$. Si le dénominateur n'a pas de racine nulle, le résultat est une série entière, sinon il est le quotient d'une telle série par une puissance de D. Vaschy (1) mentionne le renversement d'une série symbolique

$$A = a_0 + a_1 D + a_2 D^2 + \ldots,$$

sous la forme

$$A^{-1} = \frac{1}{A} = \frac{1}{a_0} - \frac{a_1}{a_0^2} D + \frac{a_1^2 - a_0 a_2}{a_0^3} D^2 + \ldots.$$

Ces formules ne présentent guère d'intérêt que si l'opération symbolique doit être appliquée à un polymône, auquel cas le nombre des termes de la série est limité.

Ces considérations se généralisent au cas de dérivation ou d'intégration de fonctions de plusieurs variables; nous n'insisterons pas sur cette extension du calcul symbolique, ni sur la définition du symbole D^m lorsque m est un nombre non entier positif ou négatif (1)

(*A suivre.*)

H. Vogt,
Directeur de l'Institut électrotechnique et de mécanique appliquée de Nancy.

Revues, analyses et informations

Isolation des transformateurs à très haute tension (2).

L'auteur commence par poser et résoudre la question suivante : comment peut-on déterminer à l'avance la tension électrique ou gradient de potentiel aux points où elle est exposée à devenir excessive ? Il terminera par des considérations pratiques sur l'isolation des transformateurs à haute tension, avec une insistance particulière sur l'isolation des extrémités de transformateurs. On va voir comment la conception de lignes de flux diélectrique, et la considération d'un circuit diélectrique analogue au circuit magnétique, ont rendu possible la résolution des problèmes d'isolation d'une manière rationnelle.

Le circuit diélectrique. — L'analogie entre les circuits diélectrique et magnétique est illustrée par la figure 1 ; une

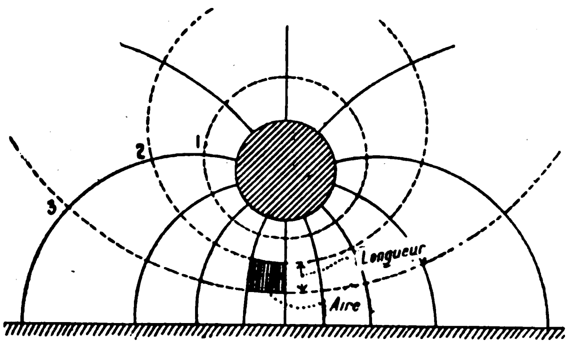


Fig. 1. — Distribution du flux électrique et de surfaces équipotentielles entre une sphère électrisée et un plateau.

sphère métallique est supposée placée à quelque distance d'un plateau métallique, l'intervalle étant occupé par de l'air, de l'huile ou quelque autre substance isolante. Cette disposition constitue un condensateur dont la capacité est, par exemple, C farads. Si une différence de potentiel de E volts est établie entre la sphère et le plateau, le flux diélectrique total ψ satisfera à l'équation.

$$\psi = E.C \qquad (1)$$

où ψ est exprimé en coulombs, E en volts, C en farads; ψ ne doit pas être considéré comme une charge apportée de la sphère au plateau, sur la surface duquel elle demeure, parce que l'espace occupé par le diélectrique est actuellement dans un état de tension, tel un ressort prêt à restituer son énergie; au lieu de cela, le diélectrique doit être considéré comme une matière élastique qui ne se brisera pas tant que la limite d'élasticité n'ait été atteinte. La quantité ψ, appelée flux diélectrique, peut être considérée comme étant formée d'un nombre défini de tubes d'induction unités, dont les directions dans les diverses portions du champ diélectrique sont représentées par les lignes pleines de la figure 1. Le tube-unité de flux diélectrique s'appelle le coulomb.

Si la sphère était le pôle nord et le plateau le pôle sud d'un circuit magnétique, la distribution serait la même. Le flux total serait alors représenté par le symbole Φ, et l'unité de tube d'induction serait appelée le maxwell. Au lieu de la formule (1) on aurait

$$\Phi = \text{force magnétomotrice} \times \text{perméance}. \qquad (2)$$

Cette équation est analogue à l'équation fondamentale pour un circuit diélectrique, la capacité électrostatique C étant, en fait, une mesure de la perméance du circuit diélectrique, tandis que $\frac{1}{C}$, quelquefois appelée élastance, peut être comparée à la réluctance d'un circuit magnétique.

La densité de flux, en coulombs par centimètre carré, à travers une petite portion A d'une surface équipotentielle, sur laquelle la distribution peut être pratiquement considérée comme uniforme, est

$$D = \frac{\psi}{A}. \qquad (3)$$

(1) A. Vaschy. *Traité d'électricité et de magnétisme*, t. I. 1890, p. 372.

(2) Alfred Still. *Electrical World*, 17 février et 31 mars 1917, t. LXIX, p. 312-315 et 603-607, 7 800 mots, 9 fig.

(1) Voir à ce sujet J. Hadamard. *La série de Taylor et son prolongement analytique*. Collection *Scientia* (1901). p. 44. — C. Bourlet. *Annales de l'École normale supérieure*, 3e série, t. XIV (1897), p. 353.

Digitized by Google

La capacité ou *permittance* d'un petit élément du circuit diélectrique de longueur l et de section A est proportionnelle à $\frac{A}{l}$, ou, en introduisant les constantes convenables :

$$\text{Capacité électrostatique} = C = \left(\frac{10^9}{4\pi(3\times 10^{10})^2}\right)\frac{kA}{l} \text{ farads.} \quad (4)$$

Le facteur k est la capacité inductive spécifique, ou constante diélectrique de l'isolant ($k = 1$ dans l'air) ; A et l sont exprimés en centimètres. Cette expression peut encore s'écrire :

$$C_{mf} = \frac{8,84 . k . A}{10^8 \times l} \text{ microfarads.} \quad (5)$$

Les valeurs de k sont données dans la table ci-dessous, ainsi que les rigidités diélectriques des divers matériaux. Ces derniers chiffres s'entendent pour une tension alternative efficace appliquée entre deux grands plateaux séparés par un centimètre de substance isolante. Ce qu'on entend généralement par gradient disruptif, ou champ en kilovolts par centimètre serait environ $\sqrt{2}$ fois la valeur donnée dans la dernière colonne du tableau. Ainsi, avec du courant continu, la tension nécessaire pour disrupter une pellicule d'air de 0,75 cm, entre deux grandes plaques planes parallèles, serait $\sqrt{2} \times 22 \times 0,75 = 23,400$ kv.

Constantes diélectriques et rigidités des isolants.

Isolant.	Constante diélectrique k.	Rigidité en kilovolts : cm.
Air	1	22
Huile de transformateur	2,3	
Papier sec	2	80
Papier imprégné d'huile	3	100
Presspahn sec ou vernis	3	125
Presspahn imprégné d'huile	5	150
Bois traité	3 à 6	70
Porcelaine	4,5	110
Cambrie vernis	5	200
Mica	6 à 8	600
Micanite	5 à 7	300
Verre	4 à 10	90
Conducteurs	∞	

Revenons à la formule (3), et exprimons le flux électrique, ou quantité d'électricité ψ en fonction de la capacité et de la force électromotrice, *en vue de déterminer la relation entre la densité de flux et la tension électrique*. La formule (4) peut être écrite : $C = K . k \frac{A}{l}$ farads, où K remplace les constantes numériques. Substituant dans (1) $\psi = E \times K . k \frac{A}{l}$; d'où $D = Kk \times \left(\frac{E}{l}\right)$. Puisque $\frac{E}{l}$ est le gradient de potentiel, ou chute de volts par centimètre (quelquefois appelée force électrostatique, ou force électrifiante), désignée par le symbole G, on a

$$D = Kk \times G. \quad (6)$$

G est donc directement proportionnel à la densité de flux.

L'expression analogue pour un circuit magnétique est $B = \mu \times H$.

Dans le cas d'un circuit diélectrique, densité de flux électrique = force électromotrice par centimètre × « conductivité » de la substance pour le flux diélectrique, tandis que dans le circuit magnétique, densité de flux magnétique = force magnétomotrice par centimètre × « conductivité » de la substance pour le flux magnétique.

Etant donnés deux conducteurs électriques de forme irrégulière séparés par des matériaux isolants, le calcul de la capacité du condensateur formé est tout à fait semblable au calcul de la perméance d'une substance de basse perméabilité séparant deux pièces de fer de très haute perméabilité. Il n'existe pas de solution mathématique simple de ce problème ; le mieux est de revenir à la loi de perméance maximum ou « moindre résistance ». D'après cette loi, les lignes de force et les surfaces équipotentielles sont formées et distribuées de façon que la permittance, ou capacité des trajets empruntés par le flux, soit un maximum Avec un peu d'expérience, du temps et beaucoup de patience, on peut arriver à représenter approximativement la distribution du champ, même dans le cas de surfaces irrégulières, avec une précision suffisante pour reconnaître les points faibles et pour déterminer le maximum de gradient de potentiel.

Avant d'appliquer ces principes au calcul de l'isolation des transformateurs, l'auteur définit les quantités nécessaires à ce calcul :

E = force électromotrice, ou différence de potentiel (volts) ;

l = longueur, mesurée en centimètres, le long d'une ligne de force ;

A = aire d'une surface équipotentielle (centimètres carrés) ;

$G = \frac{dE}{dl}$ = gradient de potentiel (volts par centimètre) ;

C = capacité ou permittance (farads ou microfarads) ;

K = constante = $8,84 \times 10^{-14}$ (farads par centimètre cube, c'est la capacité spécifique de l'air) ;

k = constante diélectrique, ou capacité spécifique relative, ou « permitivité » ($k = 1$ pour l'air) ;

ψ = flux diélectrique, ou induction électrostatique ($\psi = CE = AD$ coulombs) ;

D = densité de flux = $\psi / A = K . k . G$ (coulombs par centimètre carré).

Capacité d'un condensateur plan. — Imaginons deux plateaux métalliques parallèles (fig. 2), connectés aux extrémités d'un générateur de courant continu, et séparés par de l'air.

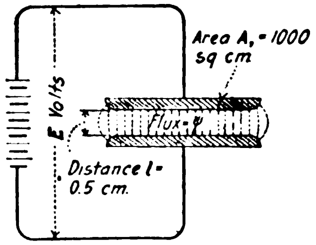


Fig. 2. — Électrodes séparées par un diélectrique ou par de l'air.

Les bords des plateaux ont été arrondis pour éviter la concentration des lignes de flux. Si l'aire A est grande par rapport à l, on aura une distribution uniforme du flux ψ, la densité étant $D = \frac{\psi}{A}$. D'après (5) la capacité est $C_{mf} = \frac{8,84 \times A}{10^8 \times l}$ microfarads. Précisons : soit $A = 1\,000$ cm² et $l = 0,5$ cm. Alors $C = 1,77 \times 10^{-10}$ farads. Si $E = 10000$ v, le gradient de potentiel sera $G = \frac{10\,000}{0,5} = 20\,000$ v : cm. Il n'y aura

Digitized by Google

donc pas de décharge disruptive car il faut un gradient de 31 000 v pour provoquer la disruption de l'air. D'après (1), le flux diélectrique total est $\psi = 10\,000 \times 1{,}77 \times 10^{-10} = 1{,}77 \times 10^{-6}$ coulombs.

Courant de charge alternatif. — Une force électromotrice alternative de 10 000 v maximum déplacerait la quantité d'électricité ci-dessus $4f$ fois par sec, f étant la fréquence. Cette quantité d'électricité peut être exprimée en fonction du courant et du temps de la manière suivante : quantité = courant × temps, ou coulombs = valeur moyenne du courant (ampères) pendant un quart de période × temps (en secondes) d'un quart de période. Donc, $\psi = I \times \left(\frac{2\sqrt{2}}{\pi}\right)\frac{1}{4f}$. On en tire $I = \frac{4\pi f\psi}{2\sqrt{2}}$. Si E est la valeur efficace de la différence de potentiel alternative, on a : $\psi = CE \times \sqrt{2}$; d'où $I = 2\pi f . CE$, formule connue.

Capacités en série. — Quand des condensateurs sont réunis en parallèle, le flux diélectrique total se détermine en ajoutant les flux calculés ou mesurés pour chaque condensateur. En d'autres termes, la capacité totale est la somme des capacités individuelles. Avec des condensateurs en série, le flux total sera le même pour toutes les capacités en série. La conception de l'*élastance*, correspondant à la résistance dans le circuit électrique et à la réluctance dans le circuit magnétique a ainsi certains avantages ; dans le circuit diélectrique, *élastance* = 1 : permittance (ou capacité) = 1 : C. Comme exemple, supposons qu'une plaque de de verre de 0,3 cm soit insérée entre les électrodes du condensateur de la figure 2 (v. fig. 3). A première vue, il peut

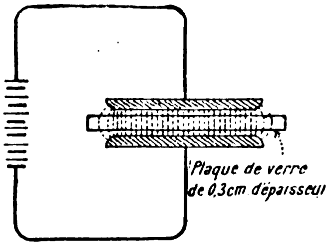


Fig. 3. — Électrodes séparées par de l'air et du verre.

sembler que cette disposition doive améliorer l'isolement ; mais il faut avoir soin de se rappeler qu'en plaçant des substances isolantes de capacités inductives différentes en série, à l'élastance d'une plaque de verre de 0,3 cm vient s'ajouter l'élastance de deux couches d'air d'épaisseur totale 0,2 cm. Supposons que la valeur de la constante diélectrique K pour le verre considéré soit 7, et que G_{verre} et G_{air} soient les gradients de potentiel dans le verre et dans l'air ; la formule (6) donnera $K . G_{air} = 7 K . G_{verre}$, d'où $G_{air} = 7 G_{verre}$. Si la différence de potentiel totale entre les électrodes est 10 000 v, on a $E = 10\,000 = 0{,}2\, G_{air} + 0{,}3\, G_{verre}$; d'où $G_{verre} =$ 5 880 v : cm et $G_{air} =$ 41 100 v : cm. Un tel gradient de 41 100 v : cm provoquera une décharge bleuâtre entre les plaques métalliques et le verre ; d'autre part, le gradient de 5 880 sera tout à fait insuffisant pour provoquer la rupture du verre. Néanmoins, une décharge à travers les couches d'air doit toujours être évitée à cause de son effet sur les surfaces métalliques et sur certaines substances isolantes. On doit observer que l'introduction de la plaque de verre a sensiblement augmenté la capacité du condensateur. Par exemple, avec la même tension $E = 10\,000$ v le flux total est $\psi = AD = 1\,000\,(8{,}84 \times 10^{-14} \times 41\,000) = 3{,}47 \times 10^{-6}$ coulombs, valeur presque double de la valeur calculée dans le cas où on n'a que de l'air.

Isolation entre bobines et noyau d'un transformateur. — Comme application pratique des principes régissant les condensateurs en série, considérons l'isolement entre les bobines et le noyau d'un tranformateur à refroidissement à l'air. Supposons que l'isolement consiste en couches des différentes substances suivantes :

	Épaisseur en cm.	Constante diélectrique k.
Coton tressé et toile vernie	0,178	5
Micanite	0,317	6
Presspahn	0,158	3
Espaces d'air (environ)............	0,061	1

On veut déterminer quelle tension alternative peut être appliquée entre les bobines et le noyau avant que le gradient maximum dans l'air dépasse 31 000 v : cm, gradient qui causera la disruption. Imaginons que la bobine forme une plaque plane d'un condensateur dont l'autre plaque est l'armature de fer du noyau ; on peut considérer qu'on a l'équivalent d'un certain nombre de condensateurs en série, l'élastance totale étant $1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + 1/C_4$. D'après la formule (4) les capacités individuelles pour une aire donnée sont proportionnelles à $k : l$; alors $K . A : C = l_1 : k_2 + l_2 : k_2 + l_3 : k_3 + l_4 : k_4$; puisque

$$\frac{K.A}{C} = \frac{K.A.E}{\psi} = \frac{KE}{D} = \frac{KE}{KG_{air}} = \frac{E}{G_{air}},$$

le maximum permis pour E est

$$E = 31\,000\left(\frac{0{,}178}{5} + \frac{0{,}317}{6} + \frac{0{,}158}{3} + \frac{0{,}061}{1}\right) = 6\,260 \text{ volts.}$$

La valeur efficace de la tension alternative sinusoïdale correspondante est $6\,260 : \sqrt{2} = 4\,430$ v. Telle est la différence de potentiel à ne pas dépasser. Si le transformateur était dans l'huile, on pourrait probablement atteindre 15 000 v.

On doit se donner un grand coefficient de sécurité quand on détermine la distance entre électrodes mesurée pardessus la surface d'un isolateur. La production d'étincelles dépend non seulement de l'état de la surface (propre ou sale, sèche ou humide), mais aussi de la forme et de la position des extrémités des conducteurs. Il est presque impossible de déterminer, à moins que par un essai, ce qui arrivera dans le cas où l'on s'éloigne de la pratique habituelle. Des fuites superficielles se produisent dans l'huile aussi bien que dans l'air, mais, généralement, la distance superficielle dans l'huile peut n'être environ que le quart de celle nécessitée dans l'air.

Un point important à considérer à propos des fuites superficielles est illustré par les figures 4 et 5. Dans la figure 4 un mince disque d'isolant sépare les deux électrodes ; dans la figure 5, le même isolant a la forme d'un bloc épais présentant un chemin de fuite l exactement de même longueur que dans la figure 4. La tension nécessaire pour causer l'étincelle sera beaucoup plus élevée pour le bloc de la figure 5 que pour le disque de la figure 4, et ceci parce que la concentration de flux due à la proximité des extrémités, dans la figure 4 commence par disrupter les couches d'air situées autour des bords des électrodes à un potentiel très inférieur à celui nécessaire dans le cas de la figure 5. L'effet de la décharge naissante est de rendre l'air conducteur autour des bords des électrodes métalliques ; une petite augmentation de tension suffira souvent à provoquer la

Digitized by Google

décharge par-dessus les bords du disque isolant. Ce phénomène de fuite superficielle peut ainsi être considéré comme une concentration importante de flux ou de gradient de potentiel. Quelquefois, il sera plus facile d'éliminer ce

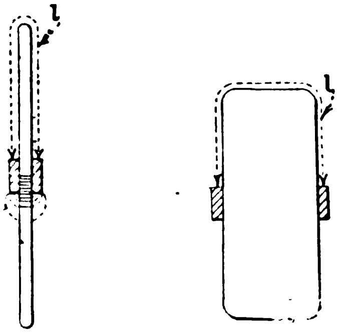


Fig. 4 et 5.

phénomène en altérant la forme des extrémités et en augmentant l'épaisseur de l'isolant qu'en augmentant la longueur du chemin de fuite.

Règles pratiques applicables a l'isolation des enroulements a haute tension. — Pour des tensions allant jusque 16 000 v, l'isolant solide, comprenant du coton, de la micanite, du carton, ou quelque autre isolant de bonne qualité doit avoir une épaisseur totale indiquée ci-dessous :

Tension en volts.	Épaisseur en mm.	Tension en volts.	Épaisseur en mm.
110	1,01	6,600	4,60
400	1,14	12,000	6,85
1,000	1,65	16,000	8,90
2,200	2,30		

Dans les grands transformateurs de puissance, refroidis à l'air, les espaces d'air sont comptés comme isolant. Les espaces entre les bobines et le noyau ou la masse seront nécessairement plus grands que dans les transformateurs à huile, et des calculs semblables à ceux donnés ci-dessus permettront de dire si oui ou non l'isolement est suffisant et convenablement proportionné pour prévenir une décharge. Une règle approchée pour la détermination des espaces d'air consiste à prendre une distance égale à $\left(\frac{1}{4}+\frac{E}{4\,000}\right)$ 2,54 cm où E est la valeur de la différence de potentiel alternative en volts entre les deux surfaces considérées.

Dans les transformateurs à huile, les canaux doivent avoir au moins 0,64 cm de largeur pour permettre une libre circulation de l'huile. Dans les transformateurs à très haute tension ayant une épaisseur considérable d'isolation entre les bobines et le noyau, il est avantageux de diviser les espaces d'huile par des plaques de presspahn. En admettant que l'épaisseur totale de l'huile n'est pas supérieure à celle de l'isolant solide, on peut, en toute sécurité, admettre 0,0254 mm par chaque 25 v; par exemple, une épaisseur totale d'isolant de 2,54 cm faite de 1,27 cm d'isolant solide et de $2 \times \frac{1,27}{2}$ cm de conduits d'huile sera suffisante pour une tension n'excédant pas $25 \times 1\,000 = 25\,000$ v.

Il est usuel de limiter les volts par bobine à 5000, et les volts entre couches d'enroulement à 400. La règle pratique suivante donne la distance superficielle nécessaire pour éviter toute fuite de surface; c'est dans l'air (0,5 + 0,5 kv) 2,54 cm; dans l'huile (0,5 + 0,1 kv) 2,54 cm.

Extra-isolation des spires d'extrémité. — Une concentration de potentiel est capable de se produire entre les spires des extrémités de l'enroulement à haute tension au moment d'un changement soudain de la tension, par exemple quand on charge le transformateur ou quand un orage crée des perturbations sur les lignes de transmission. Il est, par conséquent, d'usage d'accorder une attention spéciale à l'isolation des extrémités de l'enroulement à haute tension. Les transformateurs à très haute tension ont, à chaque extrémité de l'enroulement haute tension, environ 23 m de spires isolées suffisamment pour résister à 3 ou 4 fois la tension en ligne. Il est difficile de prédéterminer l'extra-tension à laquelle les spires extrêmes d'un transformateur de puissance connecté à une ligne aérienne peuvent quelquefois être soumises; on peut dire que la différence de potentiel instantanée entre spires peut occasionnellement être de l'ordre de 40 à 50 fois la tension normale. Dans de tels cas, l'isolant pourrait ne pas offrir une protection suffisante; une bobine de réactance spéciale connectée à chaque extrémité de l'enroulement haute tension semble être le meilleur moyen de protection contre les effets des changements soudains de tension se produisant dans le circuit extérieur au transformateur.

Facteur d'espacement des enroulements. — Connaissant l'épaisseur du coton recouvrant les fils, l'isolation entre couches, entre bobines et entre bobines et tôles, il devient facile de déterminer approximativement la section totale de l'espace d'enroulement pour une section de cuivre donnée. Le rapport $\frac{\textit{section du cuivre}}{\textit{section d'enroulement}}$, qu'on appelle facteur d'espacement, diminuera naturellement avec les plus hautes tensions et les plus petites sections de cuivre. Ce facteur peut s'élever à 0,45 dans les grands transformateurs pour tensions n'excédant pas 2 200 v; pour des transformateurs de 200 kv-A et plus sous 33 000 v, il aura une valeur comprise entre 0,35 et 0,2; dans des transformateurs à huile de 100 000 v, il peut descendre à 0,13.

Isolation a huile. — La principale fonction de l'huile est de transférer par convection la chaleur des surfaces chaudes aux parois extérieures ou aux bobines réfrigérantes quand le transformateur en est pourvu. La présence du moindre pourcentage d'eau réduit considérablement les propriétés isolantes de l'huile. De l'huile sèche supporte des tensions de 50 000 v alternatifs entre disques de cuivre de 12 mm de diamètre séparés de 5 mm. Les bonnes qualités isolantes de l'huile permettraient de penser que de petits espaces seraient suffisants même pour tensions élevées, mais la forme des surfaces séparées par l'huile a un effet considérable sur la concentration du flux et, par conséquent, sur le gradient de potentiel. Par exemple, si 100 000 v disruptent une couche de 2,54 cm d'une certaine huile placée entre deux disques parallèles de 10 cm de diamètre, la même tension provoquera la disruption entre un disque et une pointe éloignés de 9 cm.

Il est judicieux de séparer les espaces d'huile par des plaques d'un isolant solide ; cela évitera l'alignement d'impuretés partiellement conductrices le long des lignes de force et permettra de réduire les espaces. Dans une huile de qualité moyenne la distance d'éclatement entre une pointe et un disque est approximativement (0,25 + 0,04 kv) 2,54 cm ; on conçoit qu'il peut y avoir des pointes ou des irrégula-

Digitized by Google

rités correspondant à des pointes qui produiraient des concentrations de flux diélectrique; il semble donc judicieux d'introduire un facteur de sûreté pour les espaces d'huile entre haute tension et masse, en basant l'espace d'huile sur la formule :

$$\text{Épaisseur d'huile} = (0{,}25 + 0{,}08 \text{ kv}) \times 2{,}54 \text{ cm.} \quad (7)$$

Avec deux ou trois plaques d'isolant solide divisant l'huile en sections, l'épaisseur totale n'excédera pas $(0{,}25 + 0{,}05 \text{ kv}) \times 2{,}54$ cm.

Extrémités et sorties. — La tension exacte de claquage des porcelaines de sortie doit être généralement déterminée par des essais parce que la forme et les proportions des parties métalliques sont rarement telles qu'une concentration de flux aux coins ou sur les bords puisse être prédéterminée. Cependant on va rappeler quelques points importants sur ce sujet. Les conducteurs à haute tension d'un transformateur peuvent se détruire : 1° par piqûre de l'isolation, ou 2° par claquage entre l'extrémité et la masse. Si un conducteur pouvait être considéré comme un câble isolé séparé d'un tube métallique concentrique externe par un diélectrique convenable, le calcul de la tension de claquage correspondant à la piqûre serait facile. Soit (fig. 6) r le

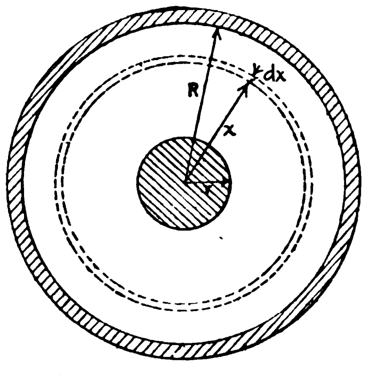


Fig. 6. — Conducteur séparé d'une enveloppe métallique par un diélectrique.

rayon du conducteur intérieur, R le rayon intérieur du tube, l'espace étant rempli d'un diélectrique de capacité inductive k constante; les surfaces équipotentielles sont des cylindres et la densité de flux sur la surface d'un cylindre de rayon x et de longueur définie, 1 cm par exemple, sera $D = \frac{\psi}{2\pi x}$. D'après (6), le gradient de potentiel est :

$$= \frac{D}{K.k} = \frac{\psi}{2\pi x K.k}. \quad (11)$$

Afin d'exprimer cette relation en fonction de la tension E, remplaçons ψ par $E \times C$, C étant la capacité du condensateur formé par la tige et le tube concentrique. Considérant un certain nombre d'enveloppes concentriques en série, l'élastance peut être écrite ainsi :

$$\frac{1}{C} = \int_r \frac{dx}{2\pi x K.k} = \frac{1}{2\pi k K} \log_e \frac{R}{r}; \quad (12)$$

substituant dans (11), il vient :

$$G = \frac{E}{x.\log_e \frac{R}{r}} \text{ volt : cm,} \quad (13)$$

dont la valeur maximum est, à la surface du conducteur intérieur,

$$G_{max} = \frac{E}{r.\log_e \frac{R}{r}}. \quad (14)$$

Cette formule est de quelque valeur pour déterminer l'épaisseur d'isolant nécessaire pour éviter tout claquage du diélectrique, mais elle n'est pas strictement applicable aux sorties de transformateurs, dans lesquelles la surface métallique extérieure en l'espèce (la douille du couvercle de la cuve), est courte comparée au diamètre. La formule (14) montre l'avantage d'avoir r le plus grand possible; il sera bon d'employer un tube pour l'extrémité haute tension, le conducteur le traversant de la base au sommet de la sortie.

Des sorties en porcelaine polie ou rugueuse peuvent être employées jusqu'à des tensions de 40 000 v; pour des tensions plus élevées le type à huile ou le type condensateur sont préférables.

Extrémités a huile. — Les avantages principaux d'une cavité remplie d'huile ou d'une composition isolante qu'on peut couler, sont l'absence de bulles d'air où l'effet corona pourrait se produire, et la possibilité d'obtenir une isolation plus uniforme que celle fournie par les isolants solides, tels que la porcelaine, quand l'épaisseur est considérable. L'anneau métallique qui fixe l'extrémité au couvercle du transformateur a généralement la forme d'un cylindre de longueur suffisante pour descendre au-dessous de la surface de l'huile. L'avantage de cette disposition est que le flux diélectrique sur la surface de la partie inférieure de l'isolateur n'existe que dans l'huile et non dans l'air et dans l'huile.

L'extrémité représentée figure 7 a été prévue pour une

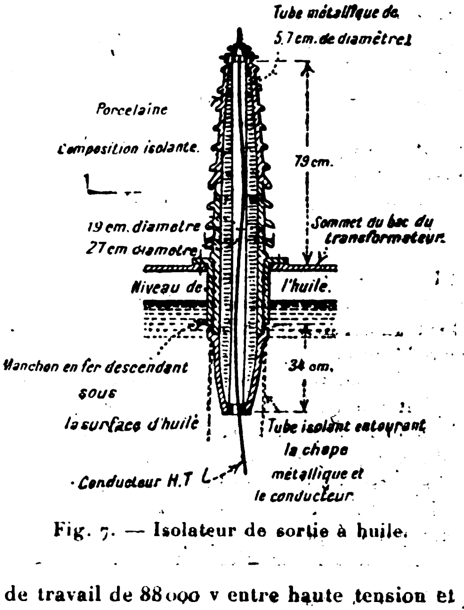


Fig. 7. — Isolateur de sortie à huile.

tension de travail de 88 000 v entre haute tension et masse, la méthode de calcul étant, brièvement, la suivante : appliquant la règle donnée plus haut pour les distances superficielles, cette distance est ici trouvée égale à $(0{,}5 + 88{,}2) \times 2{,}54 = 113$ cm. L'isolateur ne doit pas, cependant, présenter cette longueur au-dessus du couvercle du transformateur

Digitized by Google

parce que la longueur requise pourra s'obtenir en pratiquant des froncements. Voici une règle sûre pour déterminer la hauteur minimum dans l'air entre le sommet et la masse ; c'est de prendre cette dimension au moins aussi grande que la distance entre pointes qui supporterait la tension d'essai sans disrupter. La tension d'essai est généralement le double de la tension de travail plus 1 000 v ; dans le cas particulier qui nous occupe ce serait 177 000 v. Cette valeur correspond à une distance de 48 cm ; afin d'avoir une grande marge de sécurité, il sera judicieux de prendre pour hauteur de l'isolateur 56 cm en dehors du nombre et de la profondeur des rides. La hauteur actuelle, dans la figure 7, est de 80 cm parce que les rides ne sont ni nombreuses ni profondes. A ce propos on peut dire qu'un isolateur court, avec des rides profondes, n'est pas aussi efficace qu'un grand isolateur poli ou ne présentant que des rides superficielles.

La distance superficielle, le long de la surface de l'isolateur du côté de l'huile, peut être beaucoup moindre que dans l'air. La règle donnée plus haut indique $[0{,}5 + (0{,}1 \times 88)]\,2{,}54 = 24$ cm. Dans la figure 7, cette distance a été augmentée de 50 pour 100, afin de bien éloigner les connexions à haute tension de la surface de l'huile et du métal à la terre. Pour prévenir l'accumulation de particules conductrices le long des lignes de force et aussi pour augmenter la protection, il est bon de glisser un ou plusieurs tubes isolants autour de la partie inférieure de l'isolateur, ainsi qu'il est représenté par les lignes pointillées. Il est inutile de pratiquer des rides sur la surface de l'isolateur dans l'huile ; c'est même nuisible car elles pourraient accumuler de la poussière qui réduirait la distance superficielle effective.

Il reste à déterminer l'épaisseur de l'isolation qui empêchera toute perforation. Afin d'éviter de compliquer le problème par la considération des différentes constantes diélectriques (k) de l'isolant employé pour remplir la cavité et de l'enveloppe externe (ici, de la porcelaine), on peut admettre ou bien qu'il n'existe aucune différence entre ces deux constantes, ou bien que l'épaisseur de la porcelaine est négligeable devant le diamètre total de l'isolateur. L'une ou l'autre de ces hypothèses permet d'appliquer la formule (14). Supposons que le gradient disruptif de l'isolant coulé est 90 kv : cm (valeur maximum), ou 63,5 kv : cm (valeur efficace). Avec une tension d'essai de 177 kv et une marge de sécurité de 25 pour 100, la valeur de E dans l'équation (14) sera $E = 177 \times 1{,}25 \times \sqrt{2} = 313$ kv ; puisqu'il est évident sur la formule que r ne doit pas être trop petit, on donnera au diamètre du tube intérieur une valeur de 5,7 cm (environ). Alors, puisque

$$G = \frac{E}{r \log_e \frac{R}{r}}, \quad \log_e \frac{R}{r} = \frac{E}{G.r};$$

passant aux log. de base 10, on obtient finalement $R = 9{,}5$ cm.

Extrémités, type condensateur. — La concentration de flux diélectrique en certains points (conduisant à des valeurs élevées du gradient de potentiel) peut être évitée en divisant l'épaisseur totale de l'isolation entre le conducteur haute tension et le support à la terre en couches concentriques au moyen de cylindres métalliques. Cette disposition est équivalente à plusieurs condensateurs d'égale capacité (on suppose toutes les couches d'égale épaisseur) en série sous la différence de potentiel totale. La densité de flux diélectrique et, par conséquent, le gradient de potentiel sera la même dans tous les condensateurs, de sorte que les couches extérieures d'isolation seront soumises à la même contrainte que les couches intérieures ; et l'épaisseur totale pourra être moindre que dans le cas de la formule (14) où la distribution suit la loi logarithmique. Considérons la figure 8. Avec un nombre suffisant de couches, la

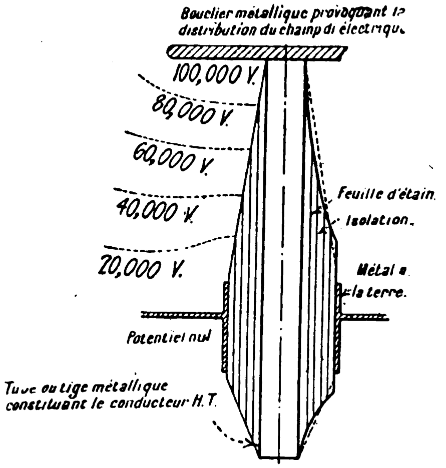


Fig. 8 — Isolateur type condensateur. Surfaces équipotentielles obtenues.

condition idéale d'égalité de différence de potentiel entre cylindres métalliques est très approchée ; mais la distance superficielle entre les bords des cylindres est beaucoup plus petite pour les couches externes que pour les couches avoisinant le conducteur central ; or, il est également, sinon plus important, d'empêcher une tension excessive pardessus la surface que dans le corps de l'isolation ; de sorte qu'en pratique, le type condensateur essaie de satisfaire aux deux conditions par une forme conique indiquée par les lignes pointillées à droite de la figure et les lignes pleines à gauche. Des extrémités ainsi construites sont faciles à manufacturer et elles donnent toute satisfaction sur des circuits à 150 000 v.

Si les bords de cylindres métalliques coïncident avec des surfaces équipotentielles ayant le même potentiel que celui qu'ils atteignent d'eux-mêmes en vertu des capacités respectives des condensateurs en série, il n'y aura pas de corona aux bords des cylindres ; cette condition idéale est représentée figure 8, où un grand disque métallique est posé au sommet de l'isolateur ; le rôle de ce disque est de distribuer le champ entre le sommet et le couvercle du transformateur de manière à satisfaire à cette condition. En pratique, la tendance à la formation de corona aux bords des cylindres métalliques est réprimée en recouvrant l'isolateur de plusieurs couches de vernis. De plus, il est entouré d'une gaine isolante remplie d'un composé isolant qui peut être coulé et qui se solidifie à la température ordinaire. La figure 9 représente un isolateur du type condensateur tel qu'il doit être en pratique. Comparé avec celui de la figure 7, il est plus long mais sensiblement plus étroit à son entrée dans le transformateur.

Les dimensions de l'isolateur de la figure 9 peuvent être déterminées approximativement comme suit : soit une tension de travail de 88 000 v et soit 90 kv le maximum permis du gradient de potentiel dans le diélectrique (consistant

Digitized by Google

généralement en couches serrées d'un papier spécial); l'épaisseur radiale maximum de l'isolation sera

$$\frac{\text{volts}}{\text{gradient}} = \frac{313}{90} = 3{,}50 \text{ cm environ.}$$

Si le tube intérieur a un diamètre de 5,7 cm, comme dans l'exemple précédent, le diamètre total de l'isolateur sera 5,7 + 7 = 12,7 cm, au lieu de 19 cm.

Il est d'usage d'admettre environ 4 000 v par couche; dans notre exemple, il y aura donc 22 couches d'isolant alternant avec 22 couches d'étain. La distance superficielle donnée par la formule (0,5 + kv : 2) 2,54 peut être, ici, un peu réduite. La raison en est que la surface de l'isolateur est recouverte de vernis; la contrainte électrique tout le long du cylindre externe est, de plus, rendue uniforme, en pourvoyant l'extrémité de l'isolateur d'une grande plaque de contrôle du flux (de 30 cm de diam.), comme il est représenté figure 9. Si la longueur du cylindre externe est faite égale à $\left(\frac{\text{tension de travail}}{2,3}\right)$ 2,54 cm, il est probable qu'une tension un peu supérieure à la tension d'essai pourra causer des effluves de métal à métal sans toutefois endommager l'isolant.

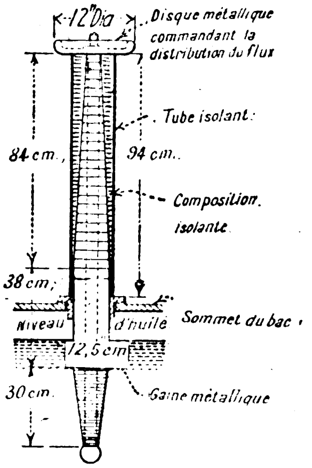


Fig. 9. — Isolateur type condensateur. Réalisation pratique.

Afin d'éviter la formation de corona à la partie inférieure de l'isolateur, sous la surface de l'huile, il sera bon de donner à cette partie la forme d'une sphère dont le diamètre dépendra de la tension et de la proximité du métal à la terre.

P. V.

Méthode générale de calcul des collecteurs de machines à courant alternatif (¹).

Cette question n'a pas encore été étudiée d'une façon générale. Certains travaux publiés (Rudenberg, *Elektrotech. u. Maschinenbau*, 1911, p. 572. — Schenkel, *E. T. Z.*, 1912, p. 474) traitent des cas particuliers que l'on rencontre dans la pratique. L'influence importante de l'échauffement sur la construction des collecteurs n'a pas encore été prise en considération. Il n'a pas encore été déterminé également de quelle manière se manifeste l'influence du nombre de phases, ni les principes d'après lesquels les balais doivent être disposés sur les collecteurs.

Par exemple, pour une commutatrice polyphasée alimentée par un réseau triphasé, il a été reconnu que l'induit pouvait être alimenté par un réseau d'un nombre de phases différent. Si on montait sur cette commutatrice le nombre de balais correspondant au nombre de phases et aux nombres de pôles de la machine, non seulement les organes de la machine deviendraient inaccessibles mais l'échauffement serait très grand.

Une solution générale de la question consiste à admettre que chaque phase sera reliée à l'induit en autant de fois deux points que la machine comporte de paires de pôles. La figure 1 donne un exemple pour une commutatrice à

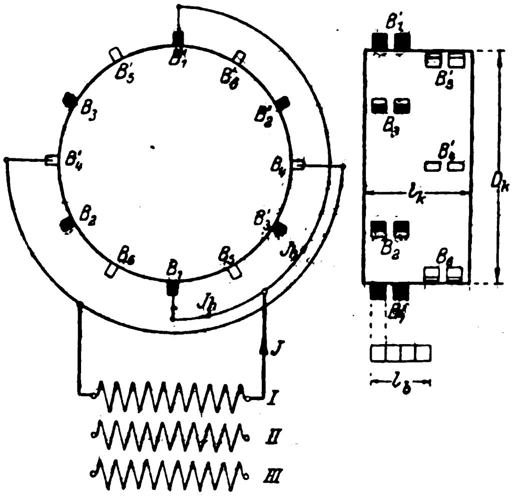


Fig. 1. — Collecteur de machine tétrapolaire alimentée par du courant triphasé avec porte-balais demi-garnis.

quatre pôles alimentée par du courant triphasé. Le courant de chaque phase, par exemple de la phase I, doit arriver par un groupe de balais B_1 B'_1 et sortir par un autre groupe B_1 B_1'. Les balais d'entrée de courant sont figurés en noir et les balais de sortie en blanc. Dans les calculs qui vont suivre, nous emploierons les symboles suivants :

D_k = diamètre du collecteur en centimètres.

l_k = longueur du collecteur en centimètres.

l_b = longueur totale des balais d'un porte-balais complètement garni en centimètres.

K_l = nombre des lames au collecteur.

τ_k = largeur d'une lame en centimètres.

h_v = nombre des porte-balais existants convertis en porte-balais complètement garnis.

h = nombre des porte-balais effectifs partiellement ou totalement garnis.

b = largeur d'un balai en centimètres.

F_b = surface totale de contact des balais en centimètres.

Z = nombre total de conducteurs de l'enroulement reliés au collecteur.

$2a$ = nombre de circuits parallèles de l'induit.

$2p$ = nombre de pôles.

q = nombre de phases.

m = nombre de lames mises en court-circuit par un balai (toujours un nombre entier).

(¹) SCHENKEL, *E. T. Z.*, 22 février 1917, p. 101 à 103, 3 500 mots, 3 fig.

Digitized by Google

f_m = facteur de recouvrement.
f_h = facteur de complètement des porte-balais.
φ_p = flux émis par un pôle en unités C. G. S.
I = courant total d'une phase en ampères.
I_h = courant correspondant à un porte-balais en ampères.
E_q = force contre électromotrice dans le collecteur par phase en volts.
KVA = puissance du collecteur en kilovolts-ampères.
ν = fréquence du réseau.
ν_r = fréquence correspondant à la tension de court-circuit e_k.
W_K = pertes totales en watts.
n = vitesse de l'induit en tours par minute.
n_s = Nombre de rotations synchrones à la minute.
n_r = nombre de rotations de l'induit par rapport au champ, à la minute.
e_k = tension de court-circuit calculée pour un isolement entre lames, en volts.
v_k = vitesse périphérique du collecteur en mètres-secondes.
β_b = densité de courant sous les balais en ampères par centimètre carré.
Δ_b = tension de passage d'un balai au collecteur en volts.
p_b = pression des balais en kilogrammes par centimètre carré.
μ = frottement des balais sur le collecteur.
W_b = développement de chaleur sous 1 cm² de surface de balai en watts par centimètre carré.
W_k = coefficient de radiation calorifique de la partie du collecteur soumise au frottement des balais en watts par centimètre carré.
f_e = facteur relatif à la force électromotrice E_q.

Calcul du collecteur. — 1. La largeur d'un balai est le plus souvent supérieure à celle d'une lame et recouvre généralement m intervalles entre lames. La largeur du balai est alors approximativement

$$b = m\,\tau_k.$$

La valeur exacte sera

$$b = m.\tau_k.f_m \text{ cm.} \qquad (1)$$

Dans la figure 2, $m = 2$, $f_m = 0{,}85$; généralement, f_m est compris entre 0,9 et 1,0.

2. D'après ce que nous avons vu, le nombre possible de

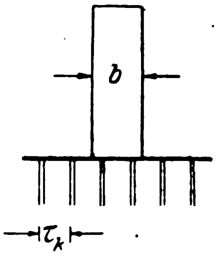


Fig. 2. — Recouvrement des lames du collecteur par les balais.

porte-balais sera $2\,qp$. Pour la figure 1, $2\,qp = 2.3.2 = 12$.

Dans certaines circonstances, on peut employer un nombre de porte-balais inférieur ou ne pas les garnir de balais sur toute la longueur l_k du collecteur. Le premier cas se présentera lorsque l'emplacement de certains porte-balais les rendrait inaccessibles. Le deuxième cas peut se présenter dans les machines à balais mobiles (fig. 1). Les deux cas peuvent d'ailleurs être nécessités par l'échauffement du collecteur. Nous obtenons alors le « garnissage » effectif du collecteur :

$$h_v = 2qpf_h. \qquad (2)$$

Si la machine ne comporte que des porte-balais complètement garnis on a $h = h_v$. Si les h porte-balais sont partiellement garnis, h_v correspond au nombre de porte-balais qui existeraient s'ils étaient complètement garnis. Pour la figure 1, par exemple, $f_h = 0{,}5$.

3. Nous remarquons que les grandeurs K_l, v_k, τ_k, n sont liées par la relation simple suivante :

$$v_k = \frac{\pi.D_k}{100}.\frac{n}{60} \text{ m : sec,}$$

et

$$\tau_k k_l = \pi.D_k \text{ cm.}$$

D'où

$$\frac{v_k}{\tau_k.k_l} = \frac{n}{6\,000}. \qquad (3)$$

4. Chaque centimètre carré de surface des balais est le siège de pertes résultant du frottement et de l'échauffement produit par le passage du courant.

Cette perte est $W_b = p_b.\mu.v_k.9{,}81 + \beta_b.\Delta_b$ W : cm² (4), formule donnée dans tous les traités.

5. La relation donnant la tension maxima entre les deux groupes de balais de chaque phase en fonction des autres grandeurs est

$$E_q = \frac{p}{2}.Z.n_r.\frac{\Phi_p}{10^6}.\frac{1}{6\,000\sqrt{2}}\ V.$$

Si nous admettons que les positions relatives des balais sont variables, nous introduirons alors le facteur f_e qui tient compte de la position des balais, de la répartition du champ et du bobinage de l'induit. Si le champ est réparti sinusoïdalement entre les deux balais symétriquement placés, le facteur f_e est égal au sinus de la moitié de l'angle au centre sous-tendu par les deux balais. Si cet angle est de 120°, $f_e = 0{,}866$.

6. Étant admis que chaque phase possède ses arrivées et ses prises de courant particulières, la densité de courant sous les balais sera déterminée par l'intensité I du courant dans la phase. Parmi les diverses positions que peuvent occuper les deux groupes de balais, il en existe un certain nombre qui sont caractérisées par ce fait que les balais d'un groupe connectent les mêmes lames que les balais de l'autre groupe. Dans ces positions, les lames sont donc le siège d'une composition des courants de deux phases en un seul courant résultant. Pour utiliser ces positions particulières, il suffira d'opérer la composition des courants de phase avant les balais et d'amener à ceux-ci le courant résultant. Ce procédé réduit la densité de courant aux balais. Dans le cas de la figure 1, par exemple, $q = 3$, $2\,p = 4$. L'arrivée séparée de chaque phase nécessite 12 porte-balais pour une intensité $\frac{I}{2}$. Si les courants sont composés avant les balais, ceux-ci seront dimensionnés pour

Digitized by Google

un courant $\frac{1}{2} I \sqrt{3}$, six porte-balais seront alors suffisants.

7. La puissance du collecteur est donnée par l'expression :

$$KVA = E_g . I . q . 10^{-3}$$

dans laquelle E_g et I sont les valeurs de la tension et de l'intensité au collecteur. Cette expression de la puissance au collecteur n'est donc pas forcément équivalente à la puissance électrique de la machine. Dans la plupart des cas, cependant, cette égalité existe, par exemple dans les moteurs série mono ou polyphasés, dans les moteurs à répulsion, les moteurs en dérivation polyphasés dont la vitesse peut être réglée à volonté.

Calcul du facteur f_h. — Parmi les K_e, lames du collecteur, les balais en recouvrent :

$$2 . q . p . f_h . m . f_m .$$

ce qui nous permet d'écrire la proportion :

$$\frac{F_b}{\pi . D_k . l_b} = \frac{2 . q . p . f_h . m . f_m}{k_l} . \qquad (5)$$

Le rapport des pertes par échauffement est :

$$w_b . F_b = w_k . \pi . D_k . l_b .$$

D'où nous tirons :

$$\frac{F_b}{\pi . D_k . l_b} = \frac{w_k}{w_b} . \qquad (6)$$

Des relations 3, 5 et 6 nous obtenons la valeur du facteur f_h :

$$f_h = \frac{w_k}{\frac{w_b}{v_k}} . \frac{3\,000}{q . p . n . m . \tau_k . f_m} = \frac{w_k}{\frac{w_b}{v_k} . b} . \frac{3\,000}{q . p . n} . \qquad (7)$$

Nous remarquons que la valeur du facteur dépend, dans une certaine mesure, de la vitesse périphérique v_k du commutateur. Si celle-ci est constante, le produit $q . p . n .$ l'est également. La signification pratique est que le nombre de porte-balais effectifs sera d'autant inférieur au nombre maximum possible que le nombre des pôles et des phases et la vitesse seront plus grands.

On remarquera que la fréquence intervient également dans la formule (7) en ce sens que, lorsque la fréquence est plus faible, le nombre m peut être légèrement plus grand.

Nous allons appliquer les résultats obtenus au calcul des dimensions du collecteur. Outre la formule déjà indiquée,

$$E_g = \frac{p}{\alpha} . Z . n_r . \frac{\Phi_r}{10^6} . \frac{1}{6\,000 \sqrt{2}} . f_e \text{ volts} \qquad (8)$$

nous avons la relation :

$$e_k = \frac{p}{\alpha} . \frac{Z}{2 k_l} . \frac{\sim_r}{100} . \frac{\Phi_p}{10^6} . \frac{2\pi}{\sqrt{2}} \text{ volts.} \qquad (9)$$

Des expressions 8 et 9 nous tirons :

$$E_g = e_k . k_l . \frac{n_r}{\sim_r} . \frac{1}{60 . \pi} . f_e \qquad (10)$$

expression déjà connue (voir Richter. *E. T. Z.*, 1906, p. 135). Le produit $p . f_h$ représentant le nombre des entrées de courant par phase le courant d'induit d'une phase sera donné par l'expression :

$$\left.\begin{aligned} I &= I_h . p . f_h \\ &= l_b . b . \beta_b . p . f_h \\ &= l_b . m . \tau_k . f_m . \beta_b . p . f_h \end{aligned}\right\} . \qquad (11)$$

La puissance totale de l'induit est :

$$KVA = E_g . I . q . 10^{-3} . \qquad (12)$$

Remplaçons E_g et I par leurs valeurs et faisons intervenir la formule (3) nous obtenons pour la surface du collecteur qui subit le frottement les balais l'expression :

$$\pi D_k . l_b = KVA . 10^3 . \frac{1}{e_k . \beta_b . f_e} . \frac{60 \sim_r}{n_r p} . \frac{\pi}{q . m . f_m . f_h} \text{ cm}^2 . \qquad (13)$$

Introduisons dans cette formule le garnissage admissible, c'est-à-dire la valeur du facteur f_h donnée par la formule (7) :

$$\pi . D_k l_b = KVA . \frac{\tau_k}{e_k \beta_b . w_k} . \frac{w_b}{v_k} . \frac{n}{f_e} . \frac{\sim_r}{n_r} . 20\,\pi \text{ cm}^2 . \qquad (14)$$

Cette formule nous fait remarquer la différence de l'influence des vitesses N et N_r et de la fréquence $\sim$ suivant qu'il s'agit de machines à champ pulsatoire ou à champ tournant.

Se reportant, enfin, aux travaux déjà cités, nous établirons l'expression de la perte totale au collecteur et de la surface totale de contact des balais :

$$W_k = \pi . D_k . l_b . w_k = KVA . \frac{\tau_k}{e_k . \beta_b} . \frac{w_b}{v_k} . \frac{1}{f_e} . \frac{n \sim_r}{n_r} . 20\,\pi \text{ watts.} \qquad (15)$$

$$F_b = KVA . \frac{\tau_k}{e_k \beta_b} . \frac{1}{v_k} . \frac{1}{f_e} . \frac{n \sim_r}{n_r} . 20\,\pi \text{ cm}^2 . \qquad (16)$$

P. G.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Aménagement des forces hydrauliques en pays de montagne

Étude comparative de différents types de barrages en maçonnerie, mixtes, en béton armé et métalliques *(Suite et fin).*

Après avoir comparé en dernier lieu, aux points de vue de la stabilité, du prix de revient et de la durée d'exécution, le barrage en maçonnerie avec un barrage en béton armé de forme simple, puis avec un ouvrage métallique, les auteurs arrivent à cette conclusion qu'il n'y a pas lieu de préconiser une solution unique pour la construction des barrages. Dans chaque cas une étude comparative est nécessaire.

IV. **Barrage métallique.** — Ce type de barrage repose sur le principe suivant :

Soit une paroi verticale de hauteur H, égale à celle de la retenue d'eau maximum du barrage. La pression de l'eau par mètre courant contre cette paroi est égale à $\frac{H^2}{2} \times 1 \times 1\,000 = 500\ H^2$. Elle agit suivant une horizontale située à la distance $\frac{H}{3}$ de la base.

Son moment par rapport à l'axe de rotation A (fig. 12), est donc égal à $\frac{500\ H^3}{3}$.

Supposons qu'une paroi horizontale de longueur H égale à la hauteur du barrage, soit liée invariablement par des armatures à la paroi verticale et que les sous-pressions ne s'exercent pas sous cette paroi horizontale. La charge d'eau par mètre courant sera représentée par un volume de largeur H et de hauteur H, soit $H^2 \times 1 \times 1\,000 = 1\,000\ H^2$, ou le double de la poussée sur la paroi verticale. Mais le centre de pression de cette masse d'eau sera situé à la distance $\frac{H}{2}$ de l'axe A. Son moment sera donc égal à $\frac{1\,000\ H^3}{2}$, alors que le moment contraire de la poussée sur la paroi verticale est de $\frac{500\ H^3}{3}$.

La différence des moments est donc de $\frac{1\,000\ H^3}{2} - \frac{500\ H^3}{3} = \frac{1\,000\ H^3}{3}$. Dans ces conditions, la résultante des pressions passe en amont de l'axe de rotation A, et la stabilité est assurée, abstraction faite même du moment dû au poids propre du barrage.

Mais, pour qu'il y ait exactement équilibre par rapport à l'axe A, il faut qu'on ait $\frac{500\ H^3}{3} = \frac{1\,000\ H\,l^2}{2}$, en appelant l, la largeur de la paroi horizontale, d'où $l = \sqrt{\frac{H}{3}}$.

Pour le barrage de 33 m de hauteur, on a $l =$ 19 m 06.

Dispositions a adopter. — Si l'on constituait la paroi verticale par des tôles planes rivées à des membrures, ces tôles devraient avoir une épaisseur considérable pour résister par flexion à la poussée de l'eau ; il est donc plus économique de constituer cette paroi par

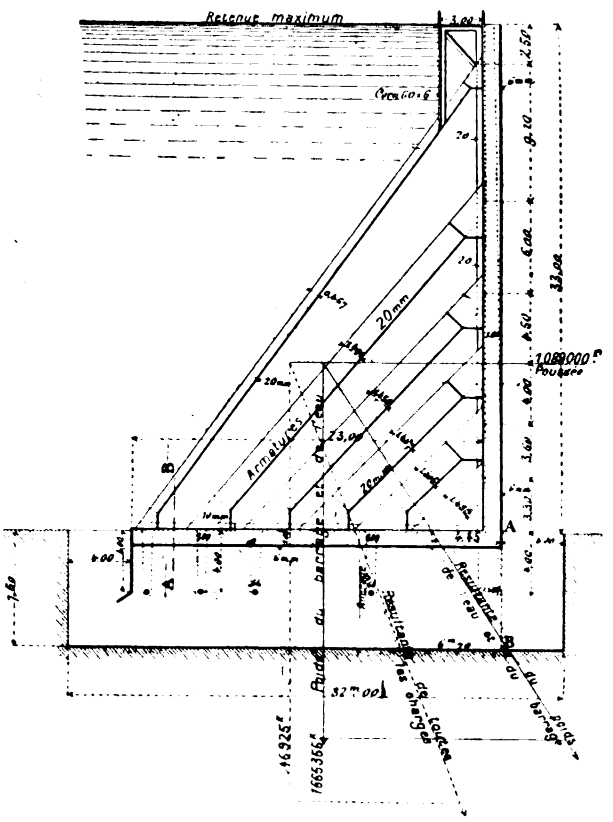


Fig. 12. — Coupe verticale du barrage entre deux membrures espacées de deux mètres.

Digitized by Google

des tôles demi-cylindriques, dont la concavité est tournée vers la retenue, rivées aux membrures verticales, dont l'espacement pourrait être de 2 m par exemple. Les tôles ne travailleraient alors qu'à l'extension, comme dans un tuyau métallique, et leur épaisseur serait très réduite, sans pour cela que l'ouvrage en soit moins solide.

Pour les mêmes raisons, la paroi horizontale serait constituée également par des tôles cintrées, rivées aux membrures et reposant sur la maçonnerie d'embase, bien garantie contre les sous-pressions ; mais, si l'on craignait ces dernières, on pourrait faire reposer les membrures horizontales sur des appuis aussi espacés que possible, de telle sorte qu'il existe sous cette paroi des espaces vides faciles à visiter, dont l'objet serait de recueillir les légères infiltrations d'eau qui pourraient se produire au travers des maçonneries d'implantation du barrage pour les écouler en aval.

Mais les sous-pressions n'étant pas à craindre, ainsi qu'on le verra plus loin, on peut, en définitive, constituer cette paroi par des tôles planes, pour réduire la dépense.

Les dispositions du barrage proposé sont représentées sur les figures 12, 13, 14 et 15.

Cet ouvrage serait constitué par des membrures verticales de 33 m de hauteur et par des membrures horizontales de 23 m de longueur, espacées de 2 m d'axe en axe, reliées entre elles par des armatures inclinées en tôles planes, destinées à rendre solidaires les deux parois du barrage. Les tôles demi-cylindriques à joints étanches, pour la retenue des eaux, seraient rivées aux membrures. Une passerelle de 3 m de largeur couronnerait l'ouvrage.

Le poids d'un élément de 2 m se décompose ainsi :

Paroi horizontale et ancrages	8 416 kg
Paroi verticale étanche et membrures.......	23 324
Armatures métalliques inclinées...........	25 570
Passerelle de 3 m au sommet de l'ouvrage..	555
Total................	57 865 kg

Soit en moyenne 28 933 kg par mètre courant.

Le centre de gravité de la paroi horizontale, pesant 8 416 kg, est situé à 12 m du pied aval A des membrures, axe théorique de renversement de l'ouvrage ; la paroi verticale, du poids de 23 324 kg, a son centre de gravité à 0,40 m en amont du point A, et les armatures obliques pesant 25 570 kg, à 9,64 m de l'axe de rotation. Enfin, le centre de gravité des 555 kg de la passerelle est à 2,50 du point A.

L'ensemble de ces charges a son point d'application à 6,19 m en amont de l'axe de rotation A.

D'autre part, le poids de l'eau qui charge la paroi horizontale se décompose ainsi :

Poids de l'eau contenue dans les cannelures horizontales et verticales des tôles.......	89 190 kg
Poids de l'eau reposant sur la paroi horizontale : 23 × 33 × 2 × 1 000...........	1 518 000
Soit au total............	1 607 190 kg

dont le centre de pression est à 11,633 m de l'axe de renversement A.

La poussée horizontale de l'eau sur la paroi verticale est, pour un élément de 2 m de longueur, de $\frac{33{,}00^2}{2} \times 2 \times 1\,000 = 1\,089\,000$ kg.

Comme la base d'une construction métallique appuyée contre de la maçonnerie ou scellée, supporte toujours une pression plus forte que la part qui lui revient par la répartition théorique, en raison de la résistance de la membrure comme pièce encastrée, nous admettrons que cette dernière supporte, d'abord seule, la poussée d'une tranche d'eau que nous fixons à 0,30 m de hauteur, ou 19 710 kg, puis qu'à partir de cette hauteur, les attaches des armatures inclinées sont situées sur la paroi verticale, à partir de la base, à des distances de 3,10 m, 3,60 m, 4 m, 4,50 m, 6 m, et que la dernière est située à 9,10 m de la cinquième et à 2,50 m du sommet (fig. 12).

Les pressions correspondantes pour chaque armature sont alors représentées par des tranches d'eau ayant en hauteur et en poids, à partir de la base : 3,30 m et 194 700 kg puis 3,75 m et 163 458 kg ; enfin, l'armature de tête équilibre une poussée de 49 702 kg sur 7,05 m de hauteur.

Ces dispositions ont pour but de faire supporter aux armatures inférieures, qui sont les plus courtes, le plus grand effort, en vue d'économiser le métal, et aussi pour que l'œil soit satisfait par l'espacement des armatures.

Les efforts de traction dans la direction de chaque armature sont, à partir de la base du barrage : 266 000 kg, 271 000 kg, 264 000 kg, 262 000 kg, 250 000 kg, et pour celle de tête, de 84 000 kg.

En fixant l'épaisseur des armatures à 20 mm et le travail de l'acier à 9 kg : mm² de section brute, soit environ 10,5 kg : mm² de section nette, limite inférieure à celle qui est prévue par le règlement ministériel du 8 janvier 1915, les armatures devront avoir les largeurs ci-après :

1° à partir du bas : $\frac{266\,000}{20 \times 9} = 1{,}480$ m ; 2° : 1,506 m ; 3° : 1,467 m ; 4° : 1,456 m ; 5° : 1,400 m, et celle du sommet, $\frac{84\,000}{20 \times 9} = 0{,}467$ m.

Elles devront être fixées aux membrures par un nombre maximum de rivets de 25 mm de diamètre égal à :

$$\frac{271\,000}{3{,}14 \times 12{,}5^2 \times 2 \times 6{,}75} = 41.$$

Flexion des membrures. — Entre les attaches des armatures, les membrures sont soumises à un effort de flexion ; cet effort se trouve équilibré par traction presque directe sur les attaches des armatures jusqu'à la quatrième, en raison du faible espace qui les sépare ; mais entre la quatrième et la cinquième armature, où la portée atteint 2,50 m, la charge par mètre courant est de 30 300 kg.

La membrure encastrée à ses deux extrémités, com-

Digitized by Google

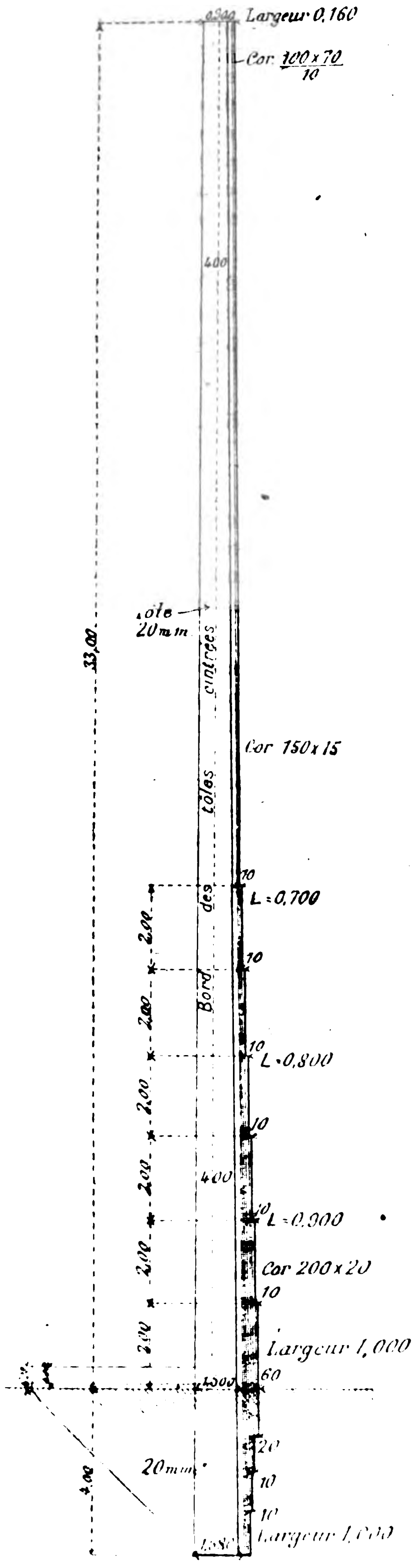
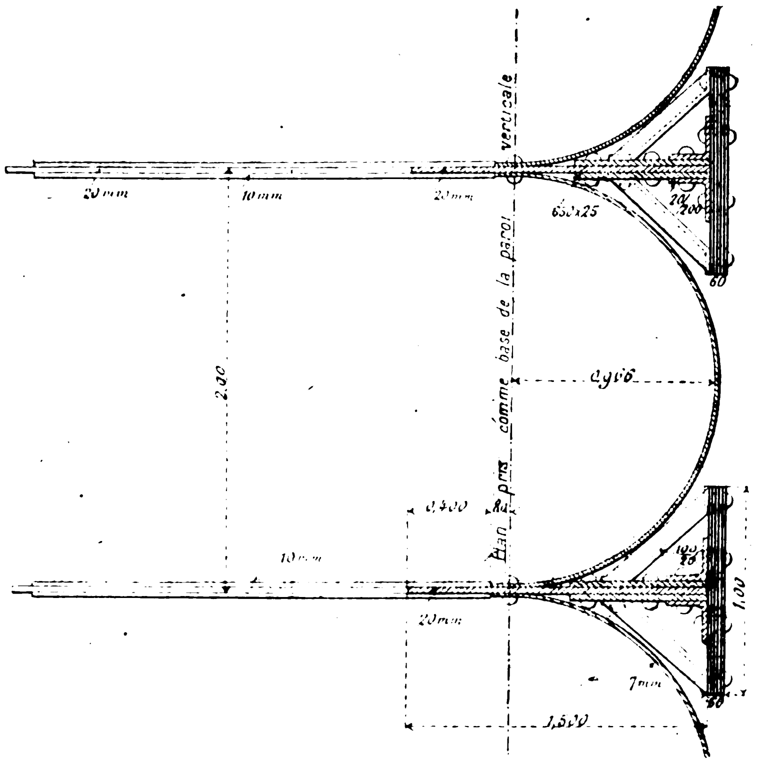


Fig. 13. — Élévation latérale d'une membrure verticale.



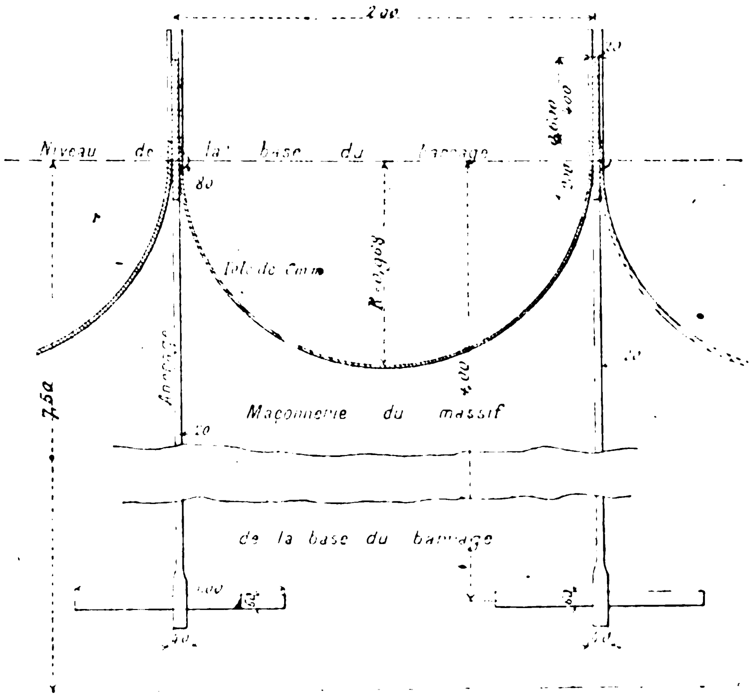


Fig. 14. Coupe horizontale du barrage au ras de la maçonnerie de base. — Fig. 15. Coupe verticale A B de la paroi horizontale.

Digitized by Google

posée en ce point d'une âme de 20 mm d'épaisseur et de 1,040 m de hauteur, de deux cornières de 140 × 14 et d'une plate-bande de 0,390 × 0,008 en aval, résiste à cette charge.

Le moment fléchissant maximum est de :

$$\frac{30\,300 \times 2{,}50^2}{16} = 11\,836 \text{ kgm.}$$

Le moment d'inertie de la section est égal à 0,099 067 et V = 0,686 m. Le travail du métal ressort à 0,082 kg seulement par millimètre carré.

Cisaillement des membrures. — Les membrures verticales travaillent au cisaillement maximum à leur implantation. La pression, en ce point, étant de 1 089 000 kg et la section à la base d'une membrure étant de 137 700 mm², le travail est de $\frac{1\,089\,000}{137\,700} = 7{,}9$ kg : mm².

Ce travail est, d'ailleurs, un maximum théorique, car les tôles cintrées de la paroi verticale, qui butent à la base sur la maçonnerie par une surface égale à $\frac{3{,}14 \times 1^2}{2} = 1{,}57$ m², supportent une partie de la poussée de l'eau et diminuent d'autant le travail des membrures.

Paroi cintrée. — Les tôles ont 0,006 m d'épaisseur; la pression sur un diamètre est, à la base, par centimètre de longueur, égale à 200 × 3,300 × 1 = 660 kg. Pour résister à cet effort, il y a deux sections de 10 × 6 = 60 mm². Le travail à l'extension est donc de $\frac{660 \text{ kg}}{2 \times 60} = 5{,}500$ kg seulement par millimètre carré.

Pression des membrures sur la maçonnerie dans laquelle elles sont scellées. — Chaque membrure supporte, théoriquement, une poussée de 1 089 000 kg qui se transmet à la maçonnerie de base dans laquelle elle est scellée. La surface portante étant de 400 × 100 = 40 000 cm², la pression sur la maçonnerie est de $\frac{1\,089\,000}{40\,000} = 27{,}2$ kg : cm², charge un peu forte, mais néanmoins admissible pour la bonne maçonnerie de pierres dures. D'ailleurs, dans ce cas encore, la pression obtenue est un maximum théorique, car les tôles inférieures noyées dans la maçonnerie sur une section égale à $\frac{3{,}14 \times 1^2}{2} = 1{,}57$ m², concourent aussi à équilibrer la poussée, de sorte que la pression *réelle* sur la maçonnerie n'est, en tenant compte de la poussée sur le demi-cercle inférieur, dont le centre de gravité est à 0,42 m en contre-bas de la base, que de :

$$\frac{1\,089\,000 + 15\,700 \times 3{,}342}{40\,000 + 15\,700} = 20{,}5 \text{ kg par cm.}$$

Charge sur la paroi horizontale équilibrant la traction de la poussée sur les armatures — L'armature la plus tendue est la deuxième à partir de la base ; elle supporte une traction de 271 000 kg ; or, cet effort doit être équilibré par le poids de l'eau correspondant à l'attache de l'armature. Cette charge est de 3,75 × 33 m × 2 × 1 000 kg = 247 500, et sa résultante, suivant la direction de l'armature, est de 362 000 kg ; la prépondérance de la charge d'eau sur la traction due à la poussée est donc de 362 000 kg — 271 000 kg = 91 000 kg, ce qui est largement suffisant.

Stabilité sous la charge de l'eau et du barrage. — La résultante des poids de l'eau, 1 607 490 kg, et du barrage métallique, 57 865 kg, passe à une distance de l'axe de rotation égale à

$$\frac{1\,607\,490 \times 11\,633 + 57\,865 \times 6{,}190}{1\,665\,355} = 11{,}444 \text{ m.}$$

La résultante ainsi obtenue, composée avec la poussée, 1 089 000 kg, donne une résultante définitive qui coupe la base à 4,45 m en amont de l'axe de renversement A. La stabilité est donc assurée.

Stabilité avec la maçonnerie de base. — La partie métallique du barrage étant, pour ainsi dire, solidaire de la maçonnerie dans laquelle elle est scellée, on peut admettre qu'elle concourt à la stabilité. Dans ce cas, et en supposant, pour nous placer dans des conditions défavorables, que la rotation s'effectue au point B, en prolongement vertical de l'axe A (fig. 12), la résultante des charges verticales et totales de l'eau, de la partie métallique, et de la maçonnerie, est située à 13,774 m de l'axe de rotation B.

Cette résultante, de 2 846 925 kg, composée avec la poussée 1 089 000 kg, donne une résultante définitive qui coupe la face inférieure de la maçonnerie à 6,70 m en amont de l'axe de rotation B (fig. 12). La stabilité est donc bien suffisante.

Effets des sous-pressions. — Pour se garantir des sous-pressions sous la paroi horizontale de tôle, une bavette placée à l'extrémité arrière du barrage serait noyée dans la maçonnerie sur 4 m de profondeur.

D'autre part, comme on pourra injecter de la laitance de ciment sous les tôles de la paroi horizontale, pour qu'aucun vide n'existe, on sera, de cette manière, non seulement suffisamment garanti contre les sous-pressions, mais encore cette paroi sera liée à la maçonnerie par l'adhérence de la tôle au ciment, qui sera de 3,5 kg : cm² à 4 kg : cm² environ, c'est-à-dire au moins égale à la sous-pression qui pourrait résulter de l'eau infiltrée.

En ce qui concerne les sous-pressions au travers de la maçonnerie, nous croyons que l'eau l'imprégnera, aucune maçonnerie n'étant étanche sous une charge d'eau aussi élevée ; toutefois, la pression diminue rapidement dans la maçonnerie à partir de la surface, et il y a presque toujours colmatage par suite du transport de l'hydrate de chaux vers la surface opposée à celle qui

Digitized by Google

supporte la pression de l'eau, et de sa transformation en hydrocarbonate insoluble.

Les sous-pressions dans la maçonnerie sont donc négligeables; mais elles peuvent se faire sentir entre la face inférieure de la maçonnerie et le sol naturel, surtout si ce dernier est perméable ou fissuré; il faudra alors ménager dans la maçonnerie de base un réseau de drains pour collecter les infiltrations et les écouler vers l'aval, de manière que les sous-pressions soient nulles à l'aval. Moyennant ces précautions, on n'aura pas à craindre de réactions dangereuses sous l'ouvrage. Il y aura, d'ailleurs, prépondérance du poids du barrage, de l'eau et de la fondation sur la sous-pression de :

$$\frac{2\,990\,925 - 32 \times 2{,}00 \times 40\,500}{2} = 847\,465 \text{ kg par}$$

mètre courant.

Poussée horizontale vers l'aval. — La surface verticale, qui reçoit la poussée de l'eau, a une hauteur de 33 m + 7,50 m = 40,5 m. La poussée totale, qui tend à repousser le barrage vers l'aval, est alors, sur un élément de 2 m, de $\frac{40{,}50^2}{2} \times 2 \times 1\,000 =$ 1 640 250 kg.

D'autre part, la surface d'appui sur le sol est, en aval, de $750 \times 200 = 150\,000$ cm². La pression dans le sens horizontal sur le terrain naturel, serait donc de $\frac{1\,640\,250}{150\,000} = 10{,}935$ kg : cm², chiffre admissible pour un sol de dureté moyenne. Mais, ici encore, cette pression n'est que théorique, car le frottement de la maçonnerie sur le sol, dont le coefficient est de 0,75 au moins, vient en déduction de la pression horizontale, en aval.

Dans le cas présent, le poids total de l'ouvrage et de la charge d'eau étant de 2 990 925 kg, le frottement équilibrera une poussée de $0{,}75 \times 2\,990\,925 =$ 2 243 195 kg. Il y aura donc un excès de résistance dû au frottement sur la poussée de l'eau, égal à 2 243 195 kg — 1 640 250 kg = 602 945 kg, et dès lors, la pression horizontale sur le sol en aval sera nulle.

La stabilité de l'ouvrage se trouvera donc assurée dans toutes ses parties, avec la charge complète en eau.

Stabilité sous faible charge. — Examinons ce qui se passera en cas de vidange partielle de la réserve. Admettons qu'il n'y ait plus à ce moment que 18 m de hauteur d'eau dans le réservoir; la poussée sera alors égale, pour 2 m de longueur, à $\frac{18^2 \times 2{,}00}{2} \times 1\,000 =$ 324 000 kg et son moment de $324\,000 \times 6 =$ 1 944 000 kg. Par contre, la charge verticale sera approximativement de $18{,}00 \times (23{,}00 + 1{,}00) \times 2{,}00 \times 1\,000$ kg = 864 000 kg, et son moment, de $864\,000 \times 12{,}00 = 10\,368\,000$ kg, c'est-à-dire très supérieur encore à celui de la poussée.

La stabilité de l'ouvrage est donc complète dans tous les cas.

Conditions d'exécution. — *Maçonnerie de soubassement.* — Les 22 150 m³ de cette maçonnerie pourront être exécutés, dans les conditions admises pour les ouvrages précédents, en neuf mois environ. Pour la chaux, il faudrait amener sur place 1 770 t seulement, soit 17,70 t par mètre courant.

Mais à ce chiffre, il faut ajouter le poids de l'ossature métallique, qui est, par mètre courant, de 28 935 kg. C'est donc en définitive un poids de matières égal à 17,70 t + 28,90 t = 46,60 t à transporter, soit 11,40 t de moins que pour le barrage en maçonnerie, abstraction faite des transports de moellons et de sable.

Le barrage métallique présente, en outre, l'avantage important de pouvoir être construit à l'atelier, puis monté rapidement sur place.

Dilatation. — La paroi verticale formant retenue pourra se dilater librement dans le sens vertical; dans le sens horizontal, les tôles étant cintrées, n'éprouveront également aucune difficulté pour suivre les variations de température. En ce qui concerne la paroi horizontale, elle suivra les mouvements de la maçonnerie; les variations de longueur seront d'ailleurs peu sensibles, en raison de la couche d'eau qui la recouvrira.

Les armatures inclinées pourront également se dilater librement, mais il en résultera un très léger devers, en aval, de la paroi formant retenue.

Prix de revient du barrage métallique. — Nous évaluerons le coût de l'ouvrage métallique avec les prix d'avant-guerre, comme pour le barrage en maçonnerie.

L'ouvrage étant de forme peu compliquée et n'exigeant que peu de main-d'œuvre pour son exécution, nous admettrons le prix de 0,50 fr pour le kilogramme d'acier laminé.

Le prix de revient du mètre courant de barrage serait alors de :

28 933 kg d'acier, à 0,50 fr................	14 466,50 fr.
Soit 14 500 fr pour la partie en élévation.	
Maçonnerie de base, 221,500 m³, à 25 fr...	5 537,50
Total..................	20 004,00 fr.

soit en chiffres ronds, 20 050 fr par mètre courant, ou 450 fr de moins que le barrage en maçonnerie. Toutefois, nous ferons remarquer qu'une très faible augmentation du prix du kilogramme d'acier ferait disparaître cette différence.

Il convient de remarquer que l'ouvrage pris comme exemple comporte une maçonnerie de base très importante, que, dans la plupart des cas, on pourra supprimer partiellement avec le barrage métallique.

Durée de l'ouvrage. — On pourrait craindre que le barrage précité n'ait une durée restreinte.

L'expérience montre qu'on pourrait tabler, en laissant les tôles exposées à l'oxydation, sur une durée de vingt ans environ. Mais il serait inadmissible de laisser les

Digitized by Google

tôles exposées à l'air humide. C'est pourquoi toutes les pièces métalliques de cet ouvrage pourront être enduites ou recouvertes d'une couche de mortier de ciment de 0,02 m à 0,03 m d'épaisseur, qui y adhérera fortement et conservera intactes, pendant de longues années, les pièces de l'ossature.

Par ce moyen simple, mais qui augmentera le prix du barrage d'environ 600 fr par mètre courant, cet ouvrage sera garanti contre toutes les intempéries et pourra durer presque indéfiniment, ou tout au moins jusqu'à ce que la dépense d'exécution soit complètement amortie.

En outre, l'entretien serait presque nul avec le recouvrement en mortier.

La majoration pour les intérêts intercalaires serait de $(20\,050 \text{ fr} + 600) \times 0{,}05 \times 3/4 \times 2 = 390$ fr, et le prix de revient définitif du mètre courant, de 21 040 fr, c'est-à-dire finalement 740 fr de moins par mètre courant, que le barrage en maçonnerie.

Résumé. — Afin de mieux faire ressortir les différences entre les divers types de barrages étudiés ci-dessus, nous réunissons leurs caractéristiques dans le tableau suivant :

NATURE DU BARRAGE 1	VOLUMES ET POIDS DES MATÉRIAUX PAR MÈTRE COURANT 2	POIDS DES MATÉRIAUX SUPPOSÉS TROUVÉS SUR PLACE OU A PEU DE DISTANCE 3	POIDS DES MATÉRIAUX A TRANSPORTER A PIED D'ŒUVRE 4	POIDS DU MÈTRE COURANT EN TONNES 5	DURÉE DE LA CONSTRUCTION 6	PRIX DU MÈTRE COURANT AVEC LES ENDUITS POUR LES PARTIES MÉTALLIQUES 7	MAJORATION pour les intérêts intercalaires de la partie en élévation et de l'ouvrage entier. 8	PRIX DE REVIENT total du mètre courant de la partie en élévation et de l'ouvrage entier. 9	DIFFÉRENCES DE PRIX par rapport au barrage en maçonnerie pour la partie en élévation et l'ouvrage entier. 10
1° *Barrage en maçonnerie.*									
En élévation	464,000 m³	951 t	37,00 t	1 113,6 t	1 an, 7 mois	13 900 fr	555 fr	14 455 fr	0,00
Base	262,500 m³	540 t	21,00 t	630 t	0 an, 11 mois	6 600 fr			
Totaux	726,500 m³	1 491 t	58,00 t	1 743,6 t	2 ans, 6 mois	20 500 fr	1 280 fr	21 780 fr	0,00
2° *Barrage mixte.*									
En élévation	7,870 t 170,000 m³	349 t	21,50 t	415,9 t	7 mois 1/2	9 700 fr	145 fr	9 845 fr	— 4 610 fr
Base	346,500 m³	711 t	27,70 t	831,7 t	14 mois 1/2	9 000 fr			
Totaux	516,500 m³ 7,870 t	1 060 t	49,20 t	1 247,5 t	21 mois 1/2	18 700 fr	840 fr	19 540 fr	— 2 240 fr
Variante	516,500 m³ 4,700 t	349 t 711 t	18,30 t 27,70 t	412,7 t 831,6 t	7 mois 14 mois 1/2	8 000 fr 9 000 fr	115 fr	8 115 fr	— 6 340 fr
Totaux	516,500 m³ 4,700 t	1 060 t	46,00 t	1 244,3 t	21 mois 1/2	17 000 fr	765 fr	17 765 fr	— 4 015 fr
3° *Barrage en béton armé. 1er type:*									
En élévation	0,046 t 106,684 m³	205 t	42,70 t	266,8 t	13 mois	17 100 fr	670 fr	17 770 fr	+ 3 315 fr
Base	307,200 m³	630 t	24,60 t	737,2 t	13 mois	7 700 fr			
Totaux	413,884 m³ 0,046 t	835 t	67,30 t	1 004 t	13 mois	24 800 fr	670 fr	25 470 fr	+ 3 690 fr
4° *Barrage en béton armé. 2e type.*									
En élévation	0,046 t 123,200 m³	237 t	49,80 t	308 t	15 mois	19 800 fr	615 fr	20 415 fr	+ 5 960 fr
Base	354,800 m³	727 t	28,20 t	851,5 t	15 mois	8 900 fr			
Totaux	478 » m³ 0,036 t	964 t	78,00 t	1 159,5 t	15 mois	28 700 fr	895 fr	29 595 fr	+ 7 815 fr
5° *Barrage métallique.*									
Elevation	28,9 t		28,90 t	28,9 t	9 mois	15 100 fr	285 fr	15 385 fr	+ 930 fr
Base	221,500 m³	453 t	17,70 t	531,6 t	9 mois	5 550 fr			
Totaux	221,500 m³ 28,9 t	453 t	46,60 t	560,5 t	9 mois	20 650 fr	390 fr	21 040 fr	— 740 fr

Digitized by Google

L'examen de ce tableau montre :

1° Que le poids par mètre courant de barrage métallique est inférieur à celui de tous les autres types ;

2° Que c'est également celui qui exige le moins de transports, tant pour les matériaux à prendre sur place ou à faible distance que pour ceux qu'il est nécessaire de faire venir de loin ;

3° Que c'est encore celui qui exige le moins de temps pour son exécution ;

4° Que l'ouvrage le moins coûteux est le barrage mixte, tant pour la partie en élévation que pour le prix de revient total du mètre courant ;

5° Que le barrage métallique est plus coûteux pour la partie en élévation que le barrage en maçonnerie, mais que le prix de revient total est inférieur à celui de ce dernier ouvrage, avec le prix de 0,50 fr pour le kilogramme de métal ;

6° Que les barrages en béton armé sont plus coûteux pour la partie en élévation, et, comme prix de revient total du mètre courant, que le barrage en maçonnerie.

Conclusions. — Nous n'entendons nullement tirer de l'étude qui précède des conclusions fermes ni préconiser tel ouvrage plutôt que tel autre. Nous croyons avoir montré que l'emploi du béton armé entraîne des dépenses supérieures à celles qu'exige l'adoption des autres types. Mais, en ce qui concerne ces derniers, bien des circonstances dont nous n'avons pu tenir compte dans notre travail, peuvent influer sur le choix d'une solution définitive. Parfois, la rapidité d'exécution peut devenir prépondérante, auquel cas le barrage entièrement métallique paraît préférable.

Dans d'autres circonstances, le transport des matériaux à pied d'œuvre peut présenter des difficultés telles qu'il y ait intérêt à choisir un type d'ouvrage réduisant autant que possible ces transports.

Remarquons aussi que les prix unitaires, ceux des aciers laminés en particulier, sont très variables avec les circonstances, ce qui influe sur le coût d'un ouvrage métallique ; une faible augmentation du prix de 0,50 fr admis pour le kilogramme d'acier laminé rendrait d'ailleurs le barrage métallique plus coûteux qu'un ouvrage en maçonnerie.

De ce qui précède, nous conclurons qu'avant de dresser un projet définitif il est nécessaire, dans chaque espèce, de faire un devis comparatif des dépenses exigées par les trois solutions : barrage en maçonnerie, barrage mixte et barrage métallique. De la comparaison des prix de revient et des circonstances spéciales à l'espèce, on déduira la solution à laquelle il y a lieu de donner la préférence.

E. Maynard,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

P. Lévy-Salvador,
Chef du Service technique de l'Hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture.

Revues, analyses et informations

Le fonctionnement en parallèle des transformateurs statiques (1).

Pour que deux ou plusieurs transformateurs puissent fonctionner en parallèle, il est absolument nécessaire qu'ils possèdent les caractéristiques suivantes :

1° Des tensions aux bornes égales ;

2° Des chutes de tension égales (en pour 100) ;

3° La même polarité ;

4° Le même sens de rotation des phases (pour les transformateurs polyphasés seulement).

On peut admettre une certaine tolérance pour la deuxième condition, mais les trois autres doivent être rigoureusement remplies.

Transformateurs monophasés. — Le fonctionnement des transformateurs monophasés est plus simple que celui des transformateurs polyphasés, mais, sauf en ce qui concerne le sens de rotation des phases, les conditions sont les mêmes dans les deux cas.

1° *Valeur de la tension aux bornes.* — Les tensions secondaires doivent être égales. Si cela n'était pas, des courants de circulation passeraient à travers les bobinages des transformateurs.

(1) Lindley Thompson et Austen Stigant. *Electrician*, 9 et 16 février 1917, t. LXXVIII, p. 573-576 et 609-612, 6400 mots, 17 fig.

Exemple. — Supposons qu'on veuille faire fonctionner en parallèle les deux transformateurs suivants :

Transformateur C — 200 kv-a, 5000/440 v, chute de tension : 3,5 pour 100.

Transformateur D — 350 kv-a, 5000/480 v, chute de tension 2,5 pour 100.

Il y a une différence de 40 v entre les tensions aux bornes secondaires des deux transformateurs. Un courant de circulation s'établira dans les bobinages de ces deux appareils dès leur mise en parallèle. La valeur de ce courant est directement proportionnelle à la différence de tension aux bornes et inversement proportionnelle à la somme des chutes de tension dues à l'impédance des deux transformateurs. Pour le transformateur de 200 kv-a, la valeur du courant en pour 100 du courant de pleine charge au moment de la mise en parallèle sera de

$$\frac{(480 - 440) \times 100}{\dfrac{3,5 \times 440}{100} + \dfrac{2,5 \times 480}{100} \times \dfrac{455}{730}} = 154,5 \text{ pour } 100$$

et pour le transformateur de 350 kv-a de :

$$\frac{200 \times 1000 \times 154,5}{440 \times 1000 \times 350} = 96,4 \text{ pour } 100.$$

Ceci montre que le transformateur C sera surchargé de

54,5 pour 100, tandis que le transformateur D ne pourra fournir que 96,4 pour 100 de sa puissance. Il est à remarquer que cet échange de courant se produit entre les transformateurs avant qu'on ne les connecte sur un réseau extérieur. La différence entre les tensions à vide a été choisie dans cet exemple suffisamment élevée pour mieux faire ressortir l'inconvénient ; mais, même lorsque cette différence est plus faible, l'établissement du courant de circulation est toujours un obstacle considérable à une marche en parallèle satisfaisante.

2° *Chute de tension.* — Nous allons examiner dans ce qui suit, ce qui se produit si on n'observe pas exactement la deuxième condition énoncée pour la bonne marche en parallèle : l'égalité des chutes de tension en pour 100. Nous

TABLEAU I. — *Transformateurs ayant même impédance et même rapport de la résistance ohmique à la réactance.*

TRANSFORMATEUR A CHUTE DE TENSION 3,36 POUR 100				TRANSFORMATEUR B CHUTE DE TENSION 3,36 POUR 100			
R pour 100	*X* pour 100	Courant. θ_2 ou θ_1	Courant. Augmentation pour 100.	*R* pour 100	*X* pour 100	Courant. θ_1 ou θ_2	Courant. Augmentation pour 100.
1,5	3,0	(1) en retard 5°	0,45	2,0	2,69	(1) en avance 5°	0,45
1,0	3,2	en retard 9,5°	1,36	2,0	2,69	en avance 9,5°	1,36
0,5	3,32	en retard 13,5°	3,06	2,0	2,69	en avance 13,85°	3,06
1,5	3,0	en phase		1,5	3,0	en phase	
1,5	3,0	en avance 4,5°	0,2985	1,0	3,2	en retard 4,5°	0,2985
1,0	3,2	en retard 4,5°	0,2985	1,5	3,0	en avance 4,5°	0,2985
0,5	3,32	en retard 4,35°	0,2985	1,0	3,2	en avance 4,35°	0,2985
2,69	2,0	en avance 8,45°	1,205	2,0	2,69	en retard 8,45°	1,205
3,2	1,0	en avance 18,05°	5,16	2,0	2,69	en retard 18,05°	5,16
1,5	3,0	en retard 13,45°	2,75	2,69	2,0	en avance 13,45°	2,75
1,5	3,0	en retard 23,05°	8,73	3,2	1,0	en avance 23,05°	8,73
2,69	2,0	en retard 5°	0,45	3,0	1,5	en avance 5°	0,45
3,2	1,0	en retard 4,375°	0,2985	3,32	0,5	en avance 4,375°	0,2985
1,0	3,2	en retard 17,95°	5,0	2,69	2,0	en avance 17,95°	5,0
0,5	3,32	en retard 31,9°	17,9	3,2	1,0	en avance 31,9°	17,9
2,235	2,5	en avance 12,15°	2,44	1,0	3,2	en retard 12,15°	2,44
3,0	1,5	en avance 27,3°	12,75	0,5	3,32	en retard 27,3°	12,75

(1) Avance ou retard par rapport au courant de ligne.

envisagerons la question à la fois au double point de vue de la chute véritable de tension et du rapport entre les chutes dues à la résistance ohmique, d'une part, et à la réactance, d'autre part, dans les deux transformateurs. Nous choisirons d'abord comme exemple le cas où les chutes de tension résultantes sont égales, bien que les rapports entre les chutes ohmiques et les chutes réactives soient inégaux. Le transformateur A a une chute ohmique de 1,5 pour 100, une chute réactive, de 3 pour 100, donnant une chute résultante égale à $\sqrt{1,5^2 + 3^2} = 3,36$ pour 100. Le transformateur B, lui, a la même chute résultante en pour 100, mais sa chute ohmique est de 2 pour 100 et sa chute réactive de 2,69 pour 100. Si nous supposons maintenant que les chutes de tension résultantes demeurent les mêmes et si nous faisons varier le rapport de la chute ohmique à la chute réactive, nous pouvons obtenir les valeurs de courant contenues dans le tableau I.

Ces valeurs peuvent être obtenues graphiquement par le diagramme de la figure 1 ou être calculées par les formules ci-dessous.

Nous désignerons par :

θ, l'angle de déphasage entre les courants des deux transformateurs ;

θ_1, l'angle de déphasage entre le courant de ligne et le courant dans le transformateur A, qui possède la plus grande chute de tension en pour 100 ; ce courant étant en avance ou en retard sur le courant de ligne suivant la valeur du rapport $\frac{R}{X}$;

θ_2, l'angle de déphasage entre le courant de ligne et le

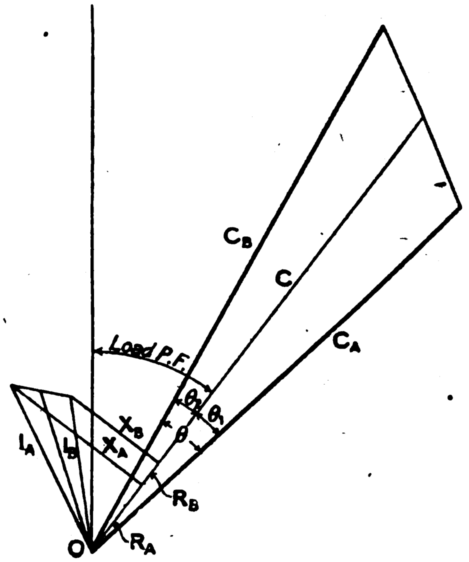


Fig. 1. — Diagramme des courants dans le cas de deux transformateurs en parallèle ; les chutes de tension sont inégales, les rapports $\frac{R}{X}$ sont inégaux.

courant dans le transformateur B, qui possède la plus petite

Digitized by Google

chute de tension en pour 100, ce courant étant en avance ou en retard sur le courant de ligne suivant la valeur du rapport $\frac{R}{X}$;

R_A et R_B, les chutes ohmiques du transformateur A et du transformateur B en pour 100;

X_A et X_B, les chutes réactives du transformateur A et du transformateur B en pour 100;

I_A, la chute de tension résultante du transformateur A, qui possède la plus grande impédance (en pour 100);

I_B, la chute de tension résultante du transformateur B, qui possède l'impédance la plus petite (en pour 100);

C, 50 pour 100 du courant de ligne;

C_A, courant dans le transformateur A;

C_B, courant dans le transformateur B;

O, l'origine;

on a alors :

$$\theta = \text{arc tg}\,\frac{X_A}{R_A} - \text{arc tg}\,\frac{X_B}{R_B} \qquad (1)$$

$$\theta_1 = \text{arc tg}\,\frac{I_A - \sin\theta}{{}_A\cos I\theta + I_B} \qquad (2)$$

$$\theta = \theta - \theta_1. \qquad (3)$$

Courant dans le transformateur A : $C_A\% = \frac{I_B \times 100 \times 2\cos\theta_1}{I_A\cos\theta + I_B}$.

Courant dans le transformateur B : $C_B\% = \frac{I_B \times 100 \times 2\cos\theta_1}{I_A\cos\theta + I_B}$.

Conclusions. — *a*) Lorsque, dans deux transformateurs fonctionnant en parallèle, le rapport de la chute ohmique à la chute inductive n'est pas le même, bien que les chutes de tension résultantes soient les mêmes, la somme arithmétique des courants dans les deux transformateurs est plus grande que le courant dans la ligne.

b) Le transformateur dans lequel ce rapport est le plus petit produira un courant en retard sur le courant de ligne. Le courant de l'autre transformateur sera en avance sur le courant de ligne.

c) Les angles θ_1 et θ_2 sont égaux.

Le tableau II donne les résultats obtenus de la même manière, mais en envisageant la marche en parallèle de deux transformateurs dont les chutes de tension ne sont pas égales.

TABLEAU II. — *Transformateurs ayant des impédances différentes et des rapports de la résistance ohmique à la réactance également différente.*

TRANSFORMATEUR A					TRANSFORMATEUR B				
	X	I	Courant.		R	X	I	Courant.	
pour 100	pour 100	pour 100	θ_2 ou θ_1	Accroissement ou diminution pour 100.	pour 100	pour 100	pour 100	θ_1 ou θ_2	Accroissement ou diminution pour 100.
1.0	2,0	2.236	(1) en retard 4.85°	acc. 6,0	1,5	2,0	2,5	(1) en avance 5,5°	dim. 5,2
1.5	2.0	2,5	en avance 2,7°	acc. 8,3	1,5	2,5	2,92	en retard 3,2°	dim. 7,25
2.0	2,0	2,828	en avance 8.35°	acc. 10,0	1.5	3,0	3,36	en retard 10,1°	dim. 7,4
1.0	1,5	1,804	en retard 1,8°	acc. 28,0	2,0	2,5	3,2	en avance 3,25°	dim. 27,9
1.5	1.5	2,12		acc. 25,0	2,5	2,5	3,54		dim. 25,2
2.0	1,5	2,5	en avance 1,1°	acc. 22,0	3,0	2,5	3.91	en retard 1,8°	dim. 22,0
2,5	1,0	2,695	en avance 7,85°	dim. 2,9	2,0	1,5	2,5	en retard 7,25°	acc. 4,8
2.5	1,5	2.92	en avance 7,1°	dim. 0,9	2,0	2,0	2,828	en retard 6,9°	acc. 2,3
2,5	2.5	3,54	en avance 3,35°	dim. 5,0	2,0	2.5	3,2	en retard 3,0°	acc. 5,0

(1) Avance ou retard par rapport au courant de la ligne.

Conclusions. — *a*) Les deux transformateurs se partagent le courant débité en raison inverse de leurs impédances.

b) Le transformateur dans lequel le rapport de la chute ohmique à la chute inductive est le plus petit produit un courant en retard sur le courant de ligne; l'autre transformateur produira un courant en avance sur le courant de ligne.

c) Ces angles d'avance ou de retard sont inversement proportionnels aux impédances des transformateurs.

L'auteur démontre ensuite par un diagramme que, lorsque deux circuits d'impédances différentes sont couplés en parallèle, le courant de ligne se divise de lui-même en raison inverse des impédances et atteint dans chaque circuit une valeur telle que les chutes de tension résultantes deviennent égales dans les deux branches.

3° *Polarité.* — Avant de mettre en parallèle deux ou plusieurs transformateurs, même si leurs tensions aux bornes et leurs chutes de tension résultantes sont les mêmes, il faut trouver la liaison correcte entre les bornes et les barres omnibus. Il faut s'assurer que les bornes jointes à la même barre ont la même polarité, ce qui revient à dire que les tensions instantanées sont en phase. Pour le reconnaître, il suffit de brancher un voltmètre entre les deux bornes considérées. Si les deux transformateurs ont même polarité, l'aiguille reste au zéro, si, par contre, le voltmètre indique une tension double de la tension secondaire normale des transformateurs, les deux appareils sont de polarité contraire.

TRANSFORMATEURS POLYPHASÉS. — Dans les transformateurs polyphasés, il faut examiner avec soin si la disposition des bobinages primaires et secondaires permet de mettre deux ou plusieurs de ces transformateurs en parallèle.

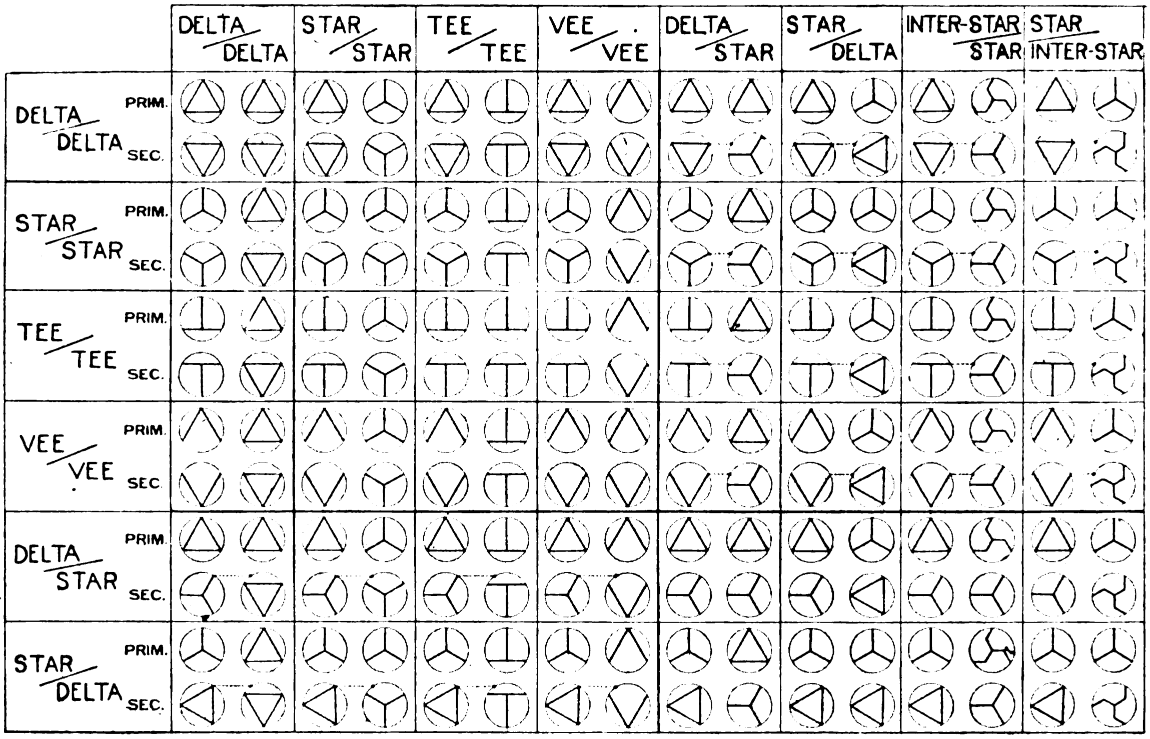
Le tableau III donne la série de toutes les combinaisons possibles.

Digitized by Google

Ce tableau est divisé en quatre cases par deux traits forts. La case supérieure de gauche et la case inférieure de droite indiquent les combinaisons qui permettent la marche en parallèle; la case supérieure de droite et la case inférieure de gauche indiquent les combinaisons qui ne sont pas compatibles avec la marche en parallèle. Dans ces deux dernières cases, les bobinages secondaires sont déphasés de 30 degrés.

1° et 2° *Tension aux bornes secondaires ; Chute de tension.* — Le même raisonnement s'applique pour ces deux conditions aux transformateurs monophasés et aux transformateurs polyphasés.

Tableau III.



Delta/Delta = triangle-triangle; Star/Star = étoile-étoile; TEE/TEE = T-T; VEE/VEE = V-V; Delta/Star = triangle-étoile; Star/Delta = étoile-triangle; Inter-Star/Star = zigzag-étoile; Star/Inter-Star = étoile-zigzag.

3° et 4° *Polarité; Sens de rotation des phases.* — Il est essentiel, pour la marche en parallèle des transformateurs polyphasés que les polarités et les sens de rotation des phases soient les mêmes. On peut définir le sens de rotation des phases comme le sens du déplacement angulaire des vecteurs représentant les valeurs maxima pendant une fraction du temps. La recherche des liaisons correctes entre les bornes est ici plus délicate que pour les transformateurs monophasés. On pourra s'aider pour les établir des remarques et des diagrammes suivants.

Nous supposerons que nous avons à nous occuper de deux transformateurs triphasés ayant les mêmes tensions aux bornes et les mêmes impédances et que leurs connexions internes correspondent à un des cas du tableau III permettant la marche en parallèle. Pour faire les mesures nécessaires, on opère comme dans la figure 2. On réunit le secondaire du transformateur X aux barres omnibus, puis l'une des bornes secondaires du transformateur Y à l'une des barres omnibus qu'on suppose être la bonne. On mesure ensuite les tensions entre EE′ et FF′. Si l'aiguille du voltmètre reste au zéro, cela veut dire que les deux transformateurs ont le même sens de rotation et la même polarité. Si le voltmètre indique une tension double de la tension normale secondaire, cela veut dire que les deux transformateurs sont en opposition, mais qu'ils ont le même sens de rotation. Pour obtenir les connexions nécessaires à la marche en parallèle, on peut se reporter aux figures 3, 4, 5,

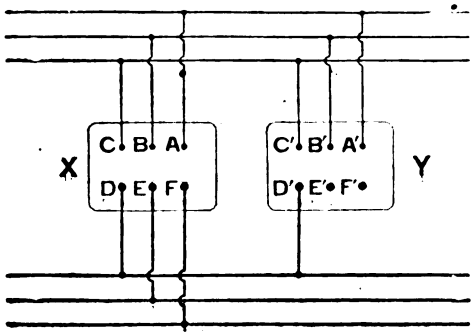


Fig. 2. — Schéma de montage de deux transformateurs triphasés pour la recherche de la polarité et du sens de rotation des phases.

6, 7, 8, 9, 10, qui donnent les différentes combinaisons possibles.

Si, dans la figure 2, les tensions mesurées étaient les suivantes :

Digitized by Google

Entre EE' 1,73 fois la tension de la ligne.
FF' 1,73 id.
EF' 2,00 id.
FE' 2,00 id.

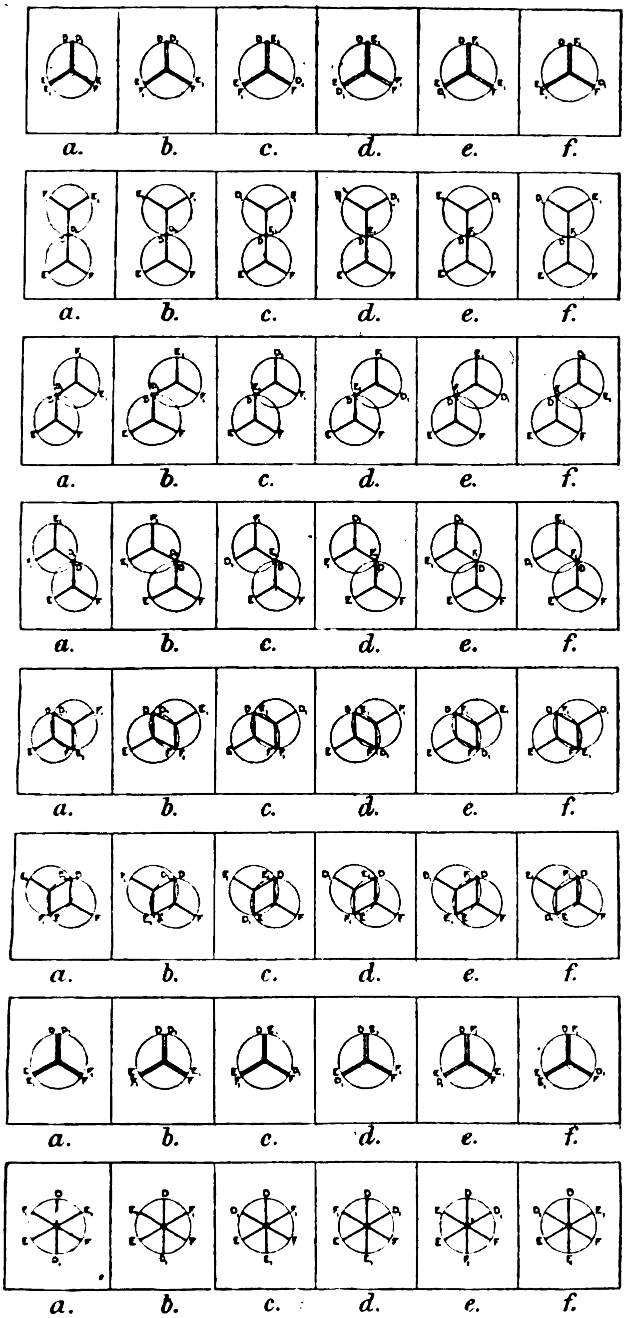


Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10. — Combinaisons possibles pour la recherche de la polarité et du sens de rotation des phases de deux transformateurs triphasés, avant leur mise en parallèle.

Ces mesures indiquent que nous sommes dans le cas de la figure 7 b; les deux transformateurs sont en opposition : ils ont des sens de rotation opposés et ont la même disposition des bornes. Pour permettre la marche en parallèle, il faut renverser les connexions intérieures du bobinage primaire ou du bobinage secondaire du transformateur Y et intervertir les deux bornes E' et F'; nous retombons alors dans le cas de la figure 3 a et, en mesurant les tensions entre bornes, nous obtenons les résultats suivants :

Entre EE' 0.
FF' 0.
EF' la tension de la ligne,
FE' id.

Les diverses combinaisons des figures 3, 4, 5, 6, 7 et 8 sont applicables aux diagrammes des connexions du tableau III.

On peut admettre une méthode plus simple dans le cas où les transformateurs sont bobinés en étoile-étoile. On réunit les points neutres des deux secondaires. Si, en mesurant les tensions, on trouve :

Entre EE' 0,578 de la tension de la ligne,
FF' 0,578 id.
EF' 1,15 id.
FE' 0,578 id.
ED' 0,578 id.
FD' 1,15 id.

Cela prouve qu'on est dans le cas de la figure 10 c. Les transformateurs n'ont pas la même polarité, ils ont le même sens de rotation des phases.

Pour pouvoir coupler en parallèle, il faut inverser les connexions intérieures du primaire ou du secondaire du transformateur Y ou changer les dénominations des bornes secondaires du même transformateur comme suit :

E' en D',
F' en E',
D' en F'.

Ce procédé peut être appliqué à tous les systèmes du tableau III dont les secondaires sont en étoile.

Le tableau IV donne les résultats des mesures de tension qu'on peut obtenir en considérant tous les cas des figures 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10.

Transformateurs Scott. — Avec ces appareils, transformant du courant triphasé en courant biphasé, il faut bien faire attention que les trois bobinages triphasés soient connectés symétriquement. Si cela n'était pas, les deux phases du côté biphasé seraient déphasées de 30°. La figure 11 représente deux transformateurs Scott couplés en parallèle. Si les connexions sont correctes, la tension mesurée entre les bornes D et D' doit être nulle, de même entre les bornes E et E'. Si, par contre, ces tensions étaient égales au double de la tension secondaire normale, les polarités des deux transformateurs seraient inverses. Pour ramener les connexions nécessaires à la marche en parallèle, il faut intervertir les bornes secondaires de l'un des groupes Scott, c'est-à-dire mettre E' à la place de D' ainsi que les deux autres extrémités des deux bobinages.

L'auteur examine ensuite les conditions de marche en parallèle d'un groupe triphasé composé de trois transformateurs monophasés groupés en triangle et d'un transformateur monophasé dont le bobinage primaire est aussi en triangle; puis les conditions de marche en parallèle d'un groupe de trois transformateurs monophasés connectés en triangle fermé avec un groupe de deux transformateurs connectés en triangle ouvert. La conclusion dans ce dernier cas est que, tous les transformateurs ayant la même capacité et les mêmes caractéristiques, chaque phase comportant deux transformateurs en parallèle, ne donnera que les

Digitized by Google

TABLEAU IV. — *Mesure des tensions aux bornes de deux transformateurs triphasés de mêmes caractéristiques en tenant compte des combinaisons des figures 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.*

Bornes entre lesquelles on effectue les mesures				Rotation des phases		Polarité		Disposition des phases		Figures Nos
transformateur X	Transformateurs Y D'	E'	F'	correcte	inverse	correcte	inverse	identique	dissemblable	
E		0	v	Oui.		Oui.		Oui.		6a
F		v	0							
E		v	0		Oui.	Id		Id.		b
F		0	v							
E	v		0	Oui.		Id.		Id.		c
F	0		v							
E	0		v		Oui.	Id.		Id.		d
F	v		0							
E	0	v		Oui.		Id.		Id.		e
F	v	0								
E	v	0			Oui.	Id.		Id.		f
F	0	v								
E		2 v	1,73 v	Oui.			Oui.	Oui.		7a
F		1,73 v	2 v							
E		1,73 v	2 v		Oui.		Id.	Id.		b
F		2 v	1,73 v							
E	1,73 v		2 v	Oui.			Id.	Id.		c
F	2 v		1,73 v							
E	2 v		1,73 v		Oui.		Id.	Id.		d
F	1,73 v		2 v							
E	2 v	1,73 v		Oui.			Id.	Id.		e
F	1,73 v	2 v								
E	1,73 v	2 v			Oui.		Id.	Id.		f
F	2 v	1,73 v								
E		1,73 v	2 v	Oui.		Oui.			Oui.	8a
F		v	1,73 v							
E		2 v	1,73 v		Oui.	Id.			Id.	b
F		1,73 v	v							
E	2 v		1,73 v	Oui.		Id.			Id.	c
F	1,73 v		v							
E	1,73 v		2 v		Oui.	Id.			Id.	d
F	v		1,73 v							
E	1,73 v	2 v		Oui.		Id.			Id.	e
F	v	1,73 v								
E	2 v	1,73 v			Oui.	Id.			Id.	f
F	1,73 v	v								
E		1,73 v	v	Oui.		Oui.			Oui.	9a
F		2 v	1,73 v							
E		v	1,73 v		Oui.	Id.			Id.	b
F		1,73 v	2 v							
E	v		1,73 v	Oui.		Id.			Id.	c
F	1,73 v		2 v							
E	1,73 v		v		Oui.	Id.			Id.	d
F	2 v		1,73 v							
E	1,73 v	v		Oui.		Id.			Id.	e
F	2 v	1,73 v								
E	v	1,73 v			Oui.	Id.			Id.	f
F	1,73 v	2 v								
E		v	1,73 v	Oui.			Oui.		Oui.	10a
F		0	v							
E		1,73 v	v		Oui.		Id.		Id.	b
F		v	0							
E	1,73 v		v	Oui.			Id.		Id.	e
F	v		0							

Bornes entre lesquelles on effectue les mesures				Rotation des phases		Polarité		Disposition des phases		Figures Nos
transformateurs X	Transformateurs Y D'	E'	F'	correcte	inverse	correcte	inverse	identique	dissemblable	
E	v		1,73 v		Oui.		Oui.		Oui.	10d
F	0		v							
E	v	1,73 v		Oui.			Id.		Id.	e
F	0	v								
E	1,73 v	v			Oui.		Id.		Id.	f
F	v	0								
E		v	0	Oui.			Oui.		Oui.	11a
F		1,73 v	v							
E		0	v		Oui.		Id.		Id.	b
F		v	1,73 v							
E	0		v	Oui.			Id.		Id.	c
F	v		1,73 v							
E	v		0		Oui.		Id.		Id.	d
F	1,73 v		v							
E	v	0		Oui.			Id.		Id.	e
F	1,73 v	v								
E	0	v			Oui.		Id.		Id.	f
F	v	1,73 v								
D	0	v	v							
E	v	0	v	Oui.		Oui.				12a
F	v	v	0							
D	0	v	v							
E	v	v	0		Oui.	Id.				b
F	v	0	v							
D	v	0	v							
E	v	v	0	Oui.		Id.				c
F	0	v	v							
D	v	0	v							
E	0	v	v		Oui.	Id.				d
F	v	v	0							
D	v	v	0							
E	0	v	v	Oui.		Id.				e
F	v	0	v							
D	v	v	0							
E	v	0	v		Oui.	Id.				f
F	0	v	v							
D	1,15 v	0,578 v	0,578 v							
E	0,578 v	1,15 v	0.578 v	Oui.			Oui.			13a
F	0,578 v	0,578 v	1,15 v							
D	1,15 8	0,578 v	0,578 v							
E	0,578 v	0,578 v	1,15 v		Oui.		Id.			b
F	0,578 v	1,15 v	0,578 v							
D	0,578 v	1,15 v	0,578 v							
E	0,578 v	0,578 v	1,15 v	Oui.			Id.			c
F	1,15 v	0 578 v	0,578 v							
D	0,578 v	1,15 v	0,578 v							
E	1,15 v	0,578 v	0,578 v		Oui.		Id.			d
F	0.578 v	0,578 v	1,15 v							
D	0,578 v	0,578 v	1,15 v							
E	1,15 v	0,578 v	0,578 v	Oui,			Id.			e
F	0,578 v	1,15 v	0,578 v							
D	0,578 v	0,578 v	1,15 v							
E	0,578 v	0,15 v	0,578 v		Oui.		Id.			f
F	1,15 v	0,578 v	0,578 v							

76,15 pour 100 de la capacité totale normale lorsque la troisième produira son courant normal de pleine charge. Les déphasages du courant dans ce cas sont donnés par la figure 12.

AUTRES FACTEURS A CONSIDÉRER DANS LA MARCHE EN PARALLÈLE DES TRANSFORMATEURS. — Dans le cas de groupes semblables, les câbles de jonction doivent avoir les mêmes dimensions et la même longueur. Dans le cas de groupes dissemblables, le pourcentage de la résistance et de la réactance des connexions doit être dans le même rapport que celui de la résistance et de la réactance de chaque groupe respectif. S'il n'en était pas ainsi, on retomberait dans le cas de la figure 1, les courants ne seraient pas en phase et l'un des groupes risquerait d'être fortement surchargé.

Lorsque deux ou plusieurs transformateurs, dont les impédances respectives ne sont que peu différentes, doivent marcher en parallèle, on peut compenser ces différences en

Digitized by Google

Résumé du tableau IV.

ROTATION DES PHASES	POLARITÉ	ORDRE DES PHASES	FIGURES
Correcte.	Correcte.	Identique.	6 *a,c,e*.
Id.	Id.	Différente.	8 *a,c,e*.—9 *a,c,e*.
Id.	Inverse.	Identique.	7 *a,c,e*.
Id.	Id.	Différente.	10 *a,c,e*.—11 *a.c,e*.
Inverse.	Correcte.	Identique.	6 *b,d,f*.
Id.	Id.	Différente.	8 *b,d,f*.—9 *b,d,f*.
Id.	Inverse.	Identique.	7 *b,d,f*.
Id.	Id.	Différente.	10 *b,d,f*.—11 *b,d,f*.

choisissant judicieusement les canalisations correspondantes. Au transformateur de plus faible impédance correspondra une longueur de câble proportionnellement plus grande, de façon que l'impédance totale soit partout la même pour les différents ensembles transformateurs et canalisations.

Lorsqu'on couple des transformateurs en parallèle, il

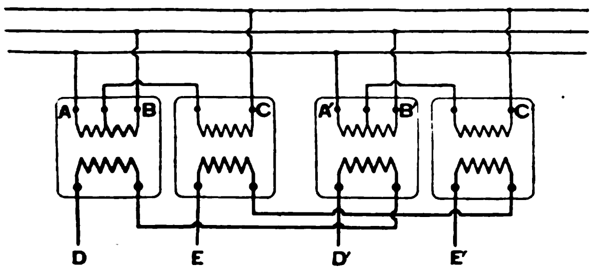


Fig. 11. — Montage en parallèle de deux groupes de transformateurs montés en Scott.

faut que les appareils soient à la même température, autant que les nécessités le permettent. Le transformateur le plus chaud aurait une plus grande résistance et partant une plus forte impédance.

L'augmentation de résistance pour une élévation de tempé-

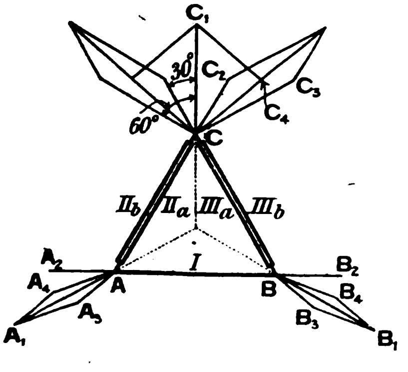


Fig. 12. — Diagramme des courants dans le cas de la marche en parallèle d'un groupe de trois transformateurs monophasés connectés en triangle fermé avec un groupe de deux transformateurs monophasés connectés en triangle ouvert.

rature de 15° C à 60° C est d'environ 18 pour 100. Comme, en général, la chute ohmique est de l'ordre de oour 100 de la tension normale à vide, cette augmentation de température amènera la valeur de la chute ohmique à 2,36 pour 100.

On peut dire que le facteur de puissance du réseau alimenté n'a aucune influence sur la marche en parallèle des transformateurs. Cela revient à dire que, si un transformateur ne peut pas prendre sa part proportionnelle de charge pour un facteur de puissance donné, il ne la prendra pas mieux pour un autre. Cette conclusion ressort nettement de la figure 1.

E. P.

La confection des joints de câbles à haute tension [1].

L'auteur constate la diversité des méthodes d'établissement des joints; le temps employé pour l'élaboration d'un joint varie, suivant les compagnies, d'une demi-journée à un jour et demi; il émet l'espoir qu'on standardisera bientôt cette opération; en attendant, il pose quelques principes fondamentaux s'appliquant aux joints de câbles à 20000 v.

1. L'enveloppe de plomb doit être coupée assez en arrière des conducteurs dépouillés de façon à laisser une place suffisante pour l'application de l'isolation autour des conducteurs sans danger de fissurer l'isolation auprès de l'extrémité de l'enveloppe. La distance entre les conducteurs nus et le plomb peut être d'environ 15 à 20 cm. Si le joint doit être isolé avec du ruban de fil, les extrémités de l'isolation autour des conducteurs seront enveloppées de la même façon.

2. Les manchons de cuivre employés pour épisser les conducteurs seront tels que leur conductivité soit au moins égale à celle des conducteurs. En effet, l'épaisseur de l'isolation dans le joint étant plus grande qu'autre part, la résistance opposée à la radiation de la chaleur sera aussi plus grande; si, de plus, ces tubes ont une conductivité inférieure à celle des conducteurs, la température du joint ne fera que croître. Or on sait que la perte diélectrique croît avec la température et que toute isolation a une température critique au-dessus de laquelle la perte diélectrique est si grande que la température continue à croître, du fait précisément de la perte diélectrique, et ceci jusqu'à détérioration. Cette température critique est plus basse pour les câbles imprégnés d'un composé résineux que pour ceux isolés avec un composé minéral. La tubulure de cuivre, aussi bien que les extrémités de câble, doivent être complètement etamées; la soudure du joint doit être soigneusement faite de façon à être certain que la tubulure est entièrement emplie de soudure. Il est essentiel de chauffer les manchons avant d'y couler la soudure. Un tube de cuivre laminé, de diamètre convenable et de longueur égale à quatre fois le diamètre du conducteur, fera un manchon très satisfaisant. Si on emploie des manchons de laiton on les essayera pour s'assurer de leur conductivité suffisante.

3. Les extrémités du manchon seront soigneusement enveloppées et arrondies; sa surface extérieure sera polie. Des pointes causent un accroissement de tension diélectrique aux endroits où elles existent. On enlèvera les gouttes de soudure qui ont pu tomber sur la surfrce extérieure, avec une lime ou de la toile d'émeri.

4. Les conducteurs doivent être séparés l'un de l'autre ainsi que de l'enveloppe de plomb par une isolation consistante, de façon qu'ils conservent une distance fixe entre eux. Cette isolation peut consister en : *a*) des bandes de toile isolante; ou *b*) une isolation rigide, telle que du papier ou tout autre isolant solide.

[1] D.-W. Roper, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, juin 1917, t. xxxvi, p. 441-447, 2400 mots.

Digitized by Google

Les trois conducteurs doivent être également espacés et maintenus rigides. Ceci peut être obtenu en enroulant des bandes de toile en plusieurs points autour de chacun des conducteurs, en même temps qu'autour de l'ensemble et aux mêmes endroits. Avec une isolation rigide, il faut s'arranger pour que l'air puisse être complètement chassé par la substance que l'on coulera. On pourra employer des séparateurs en porcelaine pour supporter et maintenir les conducteurs.

5. La substance de remplissage devra avoir les qualités suivantes :

a) Une résistance diélectrique ne décroissant pas avec l'élévation de température du câble ;

b) Etre non hygroscopique ;

c) Ne pas se fissurer en se refroidissant après coulage, ou pendant les temps froids. Ceci est obtenu de la meilleure façon par les substances qui restent plastiques aux températures ordinaires et ne deviennent pas dures ou cassantes ;

d) Quand on la chauffe pour la couler, elle doit être assez fluide pour s'introduire dans tous les espaces d'air avant de se solidifier ;

e) Aux températures ordinaires, elle doit être facilement changeable, s'il est nécessaire, sans abîmer l'isolation originale autour des conducteurs ;

f) Elle ne devra pas avoir un coefficient de dilatation excessif. — Si la substance est plastique à la température ordinaire, il peut devenir nécessaire d'employer un manchon de fonte au lieu de l'habituel manchon de plomb, ou d'envelopper l'isolation avec un ruban poreux qui fera matelas entre l'isolation et le manchon.

6. Toute humidité doit être soigneusement exclue du joint. L'humidité du ruban isolant sera éliminée en le trempant dans un baquet contenant la substance isolante chauffée au-dessus du point d'ébullition de l'eau, et bien au delà. Le manipulateur portera des gants en caoutchouc par temps chauds, et en tout temps, si ses mains sont naturellement humides.

7. Si on emploie une substance de point de fusion bas, il faut prendre des précautions tendant à empêcher que la substance ne s'introduise dans le câble, quand il est surchauffé.

8. L'opérateur gravera ses initiales sur le joint.

9. Enfin le joint sera situé, supporté et protégé dans le trou d'homme de façon qu'il ne puisse être atteint par des hommes travaillant dans le trou.

P. V.

La question de la houille en Suisse.

La pénurie du charbon qui sévit en Suisse a forcé les Compagnies gazières et les Compagnies de chemins de fer à prendra certaines mesures en vue de réduire leur consommation. Cette situation a conduit à reprendre ou activer l'exploitation de quelques rares gisements de combustibles minéraux qui se trouvent sur le territoire helvétique ; en outre, elle a donné une nouvelle impulsion à la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur sur les chemins de fer suisses.

Voici comment s'exprime à ce sujet, M. Emmanuel Kuhne (1).

« La question de la houille en Suisse a passé à l'état aigu. Comme vous le savez, notre pays est, sous ce rapport, tributaire de l'Allemagne qui, d'après un accord spécial conclu avec elle, doit nous fournir une garantie mensuelle correspondant aux besoins de notre industrie, de nos chemins de fer et de nos usines à gaz. Or, depuis quelques mois, le minimum indispensable est loin d'être atteint soit que la mobilisation civile allemande ait modifié les conditions de la main-d'œuvre, soit que les moyens de transport fassent défaut. Le fait est que cette rareté du charbon a déjà eu des conséquences très fâcheuses sur notre vie économique. Les usines à gaz désireuses de faire vie qui dure avec leurs réserves, ont restreint la consommation. En règle générale, les abonnés au gaz ont reçu avis que leur consommation autorisée est réduite aux trois quarts de leur consommation correspondante de l'année 1916. Tout ce qui dépassera cette proportion sera facturé au quadruple du prix actuel du mètre cube. Il y a cependant des accommodements pour les cas spéciaux. Pour Genève — j'ignore encore les résultats de cette mesure dans d'autres villes — la menace a suffi et la réduction a atteint une proportion plus proche de la moitié que du quart. Et, malgré cela, les réserves de houille des usines à gaz s'épuisent rapidement, vu la rareté des arrivages.

» Autre mesure très fâcheuse encore : dès le 20 février les chemins de fer fédéraux ont mis en vigueur un horaire réduit qui gêne considérablement les transactions en modifiant les relations d'une ville à une autre et les heures de distribution des courriers.

» Cette disette a attiré l'attention sur les ressources que la Suisse peut posséder en charbon et spécialement sur des mines modestes anciennement connues, et dont l'exploitation avait cessé faute de rémunération suffisante. Récemment, on signalait l'arrivée à Genève du premier wagon de houille du Valais. Nulle part en Suisse, il n'existe de gisements houillers de grande étendue comme en Angleterre, en France, en Belgique ou en Allemagne, mais on trouve cependant quelques gisements. On trouve des lignites dans la Thurgovie, dans les cantons de Zurich et de Saint-Gall, dans la vallée de l'Emme entre Hutwyl et Zell (Lucerne) et même au bord du Léman. L'Ober-Simmenthal exploite un peu de houille, Erlenbach, Oberwyl et Boltigen, ainsi que quelques coins du Tessin. Quant à l'anthracite, on n'en rencontre qu'au Valais, et le géologue Heim a estimé les réserves à 15 millions de tonnes. On ne les exploite guère qu'à Chandolin, près de Sion — on en tirait déjà antérieurement 3 000 t — mais il y en a sur plusieurs autres points de la vallée du Rhône. L'exploitation va être étendue, les prix devenant rémunérateurs, mais ce ne sera jamais qu'un quantum insignifiant. Avant la guerre, en effet, notre charbon nous coûtait une centaine de millions par an (107 en 1913). On y voit une raison de plus de pousser l'électrification de notre réseau ferré. La transformation de la ligne du Gothard avance à grands pas, ce qui, étant données les fortes déclivités de ce réseau, permettra à la Suisse de réaliser des économies considérables de combustible. »

(1) *L'Economiste français*, 17 mars 1917, p. 338.

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie des Chemins de fer départementaux du Tarn.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 30 JUIN 1917.

La Compagnie des Chemins de fer départementaux du Tarn a eu particulièrement à souffrir de la crise économique provoquée par la guerre. Les recettes sont tombées à 651 748 fr alors qu'elles atteignaient 737 770 fr en 1913. D'autre part, les dépenses ont été influencées par la cherté des matières, aussi les résultats nets d'exploitation de 157 399 fr ont-ils été insuffisants pour couvrir les charges financières, et l'exercice se solde par un déficit de 88 981 fr.

Des pourparlers sont en cours avec l'Administration départementale pour obtenir la solution équitable de cette situation.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Premier établissement	17 070 042,01
Premier établissement, compte supplémentaire	54 536,10
Cautionnements de concession	23 615,85
Magasins	70 503,71
Banquiers, caisse, comptes débiteurs divers et comptes d'ordre	569 606,29
Prime de remboursement des obligations	167 300 »
Profits et pertes :	
Exercice courant	88 981,92
Exercices antérieurs	166 343,97
	18 210 929,85

Passif.

	fr
Capital actions	1 500 000 »
Obligations émises et non amorties	1 673 000 »
Fonds d'amortissement des obligations	63 900 »
Fonds de réserve	9 106,90
Service des titres	35 001,28
Banquiers, comptes créditeurs et comptes d'ordre	3 946 921,67
Départementaux du Tarn	10 983 000 »
	18 210 929,85

Société anonyme électrométallurgique « procédés Paul Girod ».

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES ORDINAIRE ET EXTRAORDINAIRE DU 28 JUIN 1917.

L'activité des usines de la Société s'est maintenue très intense pendant l'exercice, non seulement sur les distributions de courant à destination des aciéries Paul Girod, ainsi que de la région de Lyon desservie, comme nous avons eu l'occasion de le rappeler, par la Société hydro-électrique de Lyon [1], mais encore sur la production de certains alliages spéciaux.

Le produit brut de l'exercice a été de :

10 472 266 fr, au lieu de 3 590 995 fr en 1915, laissant après amortissements un bénéfice net de :

7 029 421 fr, au lieu de 1 495 615 fr en 1915; cette somme a été répartie :

	fr
Réserve légale	702 942 »
Impôts sur bénéfices extraordinaires	4 321 383 »
Dividende aux actions	50 »
Parts de fondateurs	394,60

Le solde a été attribué, conformément aux statuts, au Conseil d'administration et à différents amortissements.

Une assemblée extraordinaire, qui a suivi immédiatement l'assemblée ordinaire, a ratifié le projet de fusion de la Société anonyme électrométallurgique dont nous parlons, avec sa filiale la Compagnie des Forges et Aciéries électriques Paul Girod. Cette opération s'effectuera dans le courant de cette année et on y procédera après avoir augmenté le capital de l'Aciérie au moyen de l'échange pur et simple des actions des Alliages contre des actions de l'Aciérie.

Cette dite Compagnie, qui a tenu également, il y a peu de temps, son assemblée générale, a accusé un bénéfice brut de 19 millions pour faire ressortir, après différents amortissements et réserves, un bénéfice net de 7 millions et demi.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Procédés « Paul Girod »	1 »
Usine d'Ugine	1 416 765,81
Usine d'Ugine (bâtiment, machines et matériel autres que ceux de la chute)	1 896 816,07
Station centrale de Venthon et installations pour Lyon	366 955,85
Usine de Courtepin	
Usine de Saint-Gervais et ligne	3 858 031,04
Usine de Bionnay	
Matériel de Parc	
Usine de Queige et Venthon (Sud-Est)	
Usine d'Ugine, Inventaire	3 569 085,79
Usine Courtepin, Inventaire	255 102,50
Caisse	100 014,42
Portefeuille	4 390 996,90
Comptes courants débiteurs	14 228 943,25
Avance au personnel	805 »
	30 085 427,63

Passif.

	fr
Capital social	12 000 000 »
Obligations en circulation	4 662 500 »
Usine d'Ugine, main-d'œuvre	23 973 »
A reporter	16 686 473 »

[1] Voir *R. G. E.* du 23 juin 1917, n° 25, p. 997.

Digitized by Google

Report....	16 686 473 »
Usine de Courtepin, réserve pour participation du personnel aux bénéfices	32 220 »
Comptes courants créditeurs	5 852 129,45
Saisies-arrêts	1 540,90
Salaires impayés	1 376,90
Amortissements des obligations	13 500 »
Caisse de secours	6 779,10
Dividende	12 880 »
Intérêts des obligations	71 322,75
Réserve pour contributions aux retraites ouvrières	11 076,14
Réserve statutaire	374 064,55
Parts de fondateur	642,95
Profits et pertes :	
Reliquat 1915	5 941 »
Exercice 1916	7 023 480,89
	30 083 427,63

Compagnie des Chemins de fer de l'Est de Lyon.

Assemblée générale ordinaire du 14 juin 1917.

Les recettes de l'exploitation se sont élevées à 1 985 954 fr alors qu'elles avaient été, en 1915, de 1 584 418 fr; l'augmentation des recettes a donc été, malgré les difficultés dues aux circonstances, de 401 535 fr, tandis que l'augmentation des dépenses n'a été que de 316 191 fr.

Le produit net d'exploitation, qui avait été en 1915 de 381 040 fr, s'est élevé en 1916 à 466 385 fr, en augmentation de 85 344 fr.

Le solde bénéficiaire du compte profits et pertes a été de 56 021 fr au lieu de 1 910 fr pour 1915. Ce bénéfice est établi après déduction d'une somme de 100 000 fr attribuée à une provision éventuelle pour la caisse des retraites.

Après versement de 2 801 fr à la réserve légale, qui est ainsi portée à 311 446 fr, le solde de 53 220 fr a été reporté à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Premier établissement	15 547 757,05
Prime de remboursement des obligations	2 388 810 »
Magasins et ateliers	304 752,26
Contrôle	206 616,73
Débiteurs divers	247 112,02
Travaux en cours	51 666,35
Disponibilités :	
En banques	839 827,05
En caisse	15 064,66
	19 601 606,12

Passif.

	fr
Capital actions :	
7 000 actions anciennes	3 500 000 »
10 800 actions privilégiées	5 400 000 »
Capital obligations	8 457 000 »
Réserve légale	308 645,15
Fonds de prévision	185 000 »
Obligations à rembourser	111 787,71
Coupons à payer	579 372,30
Comptes créditeurs	1 003 779,29
Profits et pertes	56 021,67
	19 601 606,12

Revues, analyses et informations

Chambres de Commerce.

Chambres de Commerce russes. — Le projet de création de Chambres de Commerce en Russie vient d'être définitivement établi par le ministre du Commerce et de l'Industrie sur les bases suivantes :

Les Chambres de Commerce et de l'Industrie, comme organes indépendants des délégués du Commerce et de l'Industrie ont pour but de : réunir les personnes s'occupant de commerce et d'industrie et s'occuper de la production et de la gestion de leurs intérêts communs ; organiser et entretenir les subventions des organisations utiles au commerce et à l'industrie ; enregistrer les entreprises commerciales et industrielles se trouvant dans la circonscription de la Chambre, et centraliser tous les renseignements concernant les entreprises analogues situées dans la région et inscrites dans les municipalités et au Bureau des Négociants ; prêter leur concours au gouvernement dans le but de rechercher et de réaliser les mesures tendant à développer le commerce et l'industrie en lui fournissant les renseignements qu'elles auront recueillis sur leur situation dans les régions.

Les Chambres de Commerce et de l'Industrie seront créées dans les villes suivantes : Pétrograd, Moscou, Kiev, Kharkov, Odessa, Rostof-sur-Don, Tiflis, Tachkent, Voronège, Samara, Saratoff, Nijni-Novgorod, Vologda, Riga, Orel, Ekaterinoslav, Ekaterinbourg, Omsk, Irkoutsk, Novo-nicolaevsk, Blagovietchensk, Vladivostok, Archangel, Pakof, Mohileff, Batoum, Bakou, Ekaterinoslav, Kherson, Vilna, Jitomir, Pensa, Perm et Vladicaucase.

Les Chambres de Commerce auront le droit de procéder à des emprunts pour l'organisation et l'entretien de Bourses, et pour les institutions utiles.

Elles seront du ressort du ministère du Commerce et seront soumises à son contrôle. Dans le but de réunir les activités des Chambres, des Congrès régionaux et de toute la Russie seront convoqués périodiquement, comprenant des représentants, des délégués de ces Chambres suivant le règlement spécial établi par le ministre du Commerce et de l'Industrie.

Lors de la création des Chambres, les Comités de Bourse existant actuellement et qui seront créés ultérieurement, ainsi que les organisations commerciales et industrielles poursuivant un but spécial, telles que les Congrès du Comité du Commerce et de l'Industrie, l'Union des Fabricants industriels, etc., continueront à fonctionner.

J. N.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Loi concernant l'allaitement maternel dans les établissements industriels et commerciaux.

Nous avons signalé, dans la « R. G. E. », 5 mai 1917, t. I, p. 719, la proposition de loi de M. Doizy, député, tendant à assurer aux femmes occupées dans les établissements industriels ou commerciaux la possibilité d'allaiter leurs enfants. Nous avons également donné, dans le même numéro, un résumé du rapport fait au nom de la Commission sénatoriale chargée d'examiner cette proposition par M. P. Strauss, sénateur, et les modifications que ce dernier proposait au nom de la Commission sénatoriale.

Le nouveau texte ayant été adopté par le Sénat et la Chambre des députés, la loi a été promulguée par le Président de la République le 5 août 1917 et a été publiée par le « Journal officiel » du 6 août 1917, p. 6099. Voici la teneur de cette loi :

ARTICLE PREMIER. — Le titre du chapitre IV *bis* du titre premier du livre II du Code du travail et de la Prévoyance sociale est modifié comme suit : « Repos des femmes en couches et des femmes allaitant leurs enfants. »

ART. 2. — Sont codifiées, dans la teneur ci-après et formeront les articles 54 *b*, 54 *c*, 54 *d*, 54 *e* du livre II du Code du travail et de la Prévoyance sociale, les dispositions suivantes :

« *Art.* 54 b. — Dans les mêmes établissements, pendant une année à compter du jour de la naissance, les mères allaitant leurs enfants disposent à cet effet d'une heure par jour durant les heures de travail.

» Cette heure est indépendante des repos prévus à l'article 14. Elle est répartie en deux périodes de trente minutes, l'une pendant le travail du matin, l'autre pendant l'après-midi, qui pourront être prises par les mères aux heures fixées d'accord entre elles et les employeurs. A défaut d'accord, ces heures sont placées au milieu de chaque période.

» *Art.* 54 c. — La mère pourra toujours allaiter son enfant dans l'établissement. Les conditions auxquelles doit satisfaire le local où la mère sera admise à allaiter son enfant seront déterminées, suivant l'importance et la nature des établissements, par le règlement d'administration publique prévu à l'article 54 *e*.

» Dans les établissements où les employeurs mettront à la disposition de leurs ouvrières et employées, à l'intérieur ou à proximité des locaux affectés au travail, une chambre d'allaitement satisfaisant aux conditions déterminées par le règlement d'administration publique prévu ci-après, la période de trente minutes ci-dessus fixée sera réduite à vingt minutes.

» *Art.* 54 d. — Les chefs d'établissement occupant plus de cent femmes de plus de quinze ans peuvent être mis en demeure d'installer, dans leurs établissements ou à proximité, des chambres d'allaitement. Ces chambres devront pouvoir abriter un nombre d'enfants de moins d'un an correspondant, d'après la proportion générale observée pour l'ensemble des femmes de plus de quinze ans de la commune, au nombre des femmes de plus de quinze ans occupées par l'établissement.

» Les articles 69 et 70 du présent livre s'appliquent aux mises en demeure prévues par l'alinéa précédent. Les réclamations élevées contre ces mises en demeure sont soumises au Comité supérieur de protection du premier âge avant d'être portées devant le Comité consultatif des Arts et Manufactures.

» *Art.* 54 e. — Un règlement d'administration publique, pris après avis du Comité supérieur de protection du premier âge et du Comité consultatif des Arts et Manufactures, déterminera les mesures propres à assurer l'exécution du présent chapitre, et notamment les conditions d'installation, d'hygiène et de surveillance des chambres d'allaitement affectées aux enfants nourris au sein en totalité ou en partie. »

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'Etat.

Décret portant modifications de la composition et des attributions du Conseil supérieur des Travaux publics.

Le « Journal officiel » du 10 septembre publie, p. 7128 et suivantes, un décret présidentiel, en date du 9 septembre, modifiant la composition du Conseil supérieur des Travaux publics par l'introduction, dans ce Conseil, de représentants de divers groupements industriels et commerciaux. Il est précédé d'un rapport du ministre des Travaux publics et des Transports exposant les raisons qui motivent ces modifications et d'un arrêté du 9 septembre, du même ministre, nommant ces représentants. Ces rapport, décret et arrêté sont reproduits ci-dessous.

Rapport du ministre. — Au moment où la réorganisation économique de la France va poser dans toutes les branches de l'activité nationale, et notamment dans le domaine des travaux publics, les problèmes les plus délicats et les plus importants pour l'avenir du pays, il est indispensable de faire appel à tous les concours; d'élargir les conceptions antérieurement admises pour la constitution des organismes consultatifs et d'utiliser notamment l'expérience des hommes d'affaires et des techniciens qui ont acquis, en dehors des services de l'Etat, des connaissances spéciales.

Dans cet ordre d'idées, le moment est venu de créer un Conseil supérieur des Travaux publics ayant les attributions les plus étendues pour tout ce qui concerne les routes, les voies ferrées, les voies navigables et les ports, les distributions d'énergie électrique et l'utilisation des forces hydrauliques et comprenant, outre les inspecteurs généraux des Ponts et Chaussées, des personnalités prises dans le Parlement, dans les administrations et organismes intéressés, et dans les associations dont l'objet principal se rattache aux travaux publics; les vues des membres du

Digitized by Google

Conseil supérieur ainsi choisis, en dehors de l'administration des Ponts et Chaussées, ne pourront qu'accroître et fortifier la haute et légitime autorité d'une institution ancienne de plus d'un siècle, qui a pris une part si féconde à l'exécution des grands travaux et qui a rendu tant de services à notre pays.

Le Conseil supérieur examinera toutes les questions d'ordre général intéressant l'administration des Travaux publics; il donnera son avis sur les programmes de travaux, les projets de loi qui les concernent et les jugements de concours; d'une façon générale, il examinera toutes les questions qui lui seront soumises par le ministre et il pourra prendre l'initiative de toutes propositions se rattachant à ses attributions.

Le Conseil supérieur serait divisé en quatre sections, correspondant à chacun des grands services qui doivent exister dans l'organisation rationnelle du ministère des Travaux publics : voirie routière, navigation, aménagement et utilisation des eaux, ports, chemins de fer.

Les inspecteurs généraux et membres extérieurs seraient répartis à raison de leurs compétences, par arrêté, entre ces quatre sections, présidées chacune par un inspecteur général désigné par le ministre. Chaque section formerait, pour ainsi dire, le Conseil d'administration du service correspondant.

Il est toutefois des questions pour lesquelles nous devons maintenir sans modifications les règles actuelles; ce sont les questions purement administratives, les avancements et les mesures disciplinaires; en ces matières, les membres du Conseil général des Ponts et Chaussées, réunis en assemblée plénière ou en sections, continueront à intervenir comme par le passé et suivant la même procédure.

Telles sont les idées principales qui me conduisent à vous prier de revêtir de votre haute approbation le projet de décret ci-joint.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de mon respectueux dévouement.

DESPLAS.

DÉCRET PRÉSIDENTIEL. — Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des Travaux publics et des Transports,

Vu le décret du 7 fructidor an XII, fixant les attributions du Conseil général des Ponts et Chaussées;

Vu le décret du 13 octobre 1851 portant organisation du Corps des Ponts et Chaussées;

Vu les décrets des 15 septembre 1869 et 4 janvier 1906 fixant la composition du Conseil général des Ponts et Chaussées;

Vu le décret du 25 août 1909 modifiant la composition du Conseil général des Ponts et Chaussées.

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — L'examen des principales questions techniques, économiques et financières ressortissant au Ministère des Travaux publics (sous-secrétariat d'Etat des Transports) est désormais confié à un organe consultatif qui prend le nom de Conseil supérieur des Travaux publics et qui est composé : des membres du Conseil général des Ponts et Chaussées, de membres de droit, appartenant au Parlement et aux grandes administrations publiques et de vingt et un membres, designés par arrêté du ministre des Travaux publics, pris dans les associations professionnelles s'occupant de l'exécution et du développement des Travaux publics.

ART. 2. — Le Conseil supérieur des Travaux publics se réunit en assemblée plénière pour examiner toutes les questions importantes intéressant l'administration des Travaux publics; il donne, notamment, son avis sur les programmes et les dispositions générales à adopter pour l'exécution des grands travaux, ainsi que sur les choix à faire parmi les concurrents, lorsque ces travaux ont fait l'objet d'un concours; il peut prendre l'initiative de toutes propositions relatives à l'amélioration et à l'administration des voies ferrées, des voies navigables et des ports, ainsi qu'à la création, à l'aménagement et à la distribution des forces motrices; il peut se livrer à toutes les consultations qu'il juge utiles et provoquer au besoin, avec l'assentiment du ministre, toutes enquêtes en France et à l'étranger. Le Conseil supérieur donne enfin, obligatoirement, son avis sur tous les projets de loi présentés par le Ministère des Travaux publics.

ART. 3. — Le Conseil supérieur est divisé en quatre sections :

1° Voirie routière (routes, police de la circulation, automobiles, distributions d'énergie électrique);

2° Navigation, aménagement et utilisation des eaux (inondations, usines hydrauliques);

3° Ports (travaux et aménagements des ports, phares, éclairage, balisage, domaine maritime, défense et aménagement des côtes);

4° Chemins de fer.

ART. 4. — Les sections examinent toutes les questions d'ordre général concernant la marche des services et toutes celles qui sont envoyées par l'administration. En principe, les affaires examinées par les sections sont renvoyées directement au ministre et ne passent devant le Conseil supérieur que si la demande en est faite par la majorité des membres ou par le président.

ART. 5. — Le Conseil supérieur des Travaux publics est ainsi composé :

Membres de droit. — Président : le ministre des Travaux publics et des Transports.

Vice-présidents : le sous-secrétaire d'Etat des Transports et un inspecteur général de 1re classe des Ponts et Chaussées désigné annuellement par le ministre.

Le président de la Commission sénatoriale des Finances.

Le président de la Commission sénatoriale des Chemins de fer.

Le président de la Commission sénatoriale chargée de l'étude de l'Organisation économique du pays, pendant et après la guerre.

Le président de la Commission sénatoriale de l'Outillage national.

Le président de la Commission du budget de la Chambre des Députés.

Le président de la Commission des Travaux publics, des Chemins de fer et des Voies de communication à la Chambre des Deputés.

Le président de la Commission de la Marine marchande à la Chambre des Députes.

Le président de la Commission du Commerce et de l'Industrie à la Chambre des Députés.

(En cas d'empêchement, les présidents des Commissions parlementaires peuvent déléguer un membre de la Commission qu'ils président pour les remplacer.)

Le président de la Chambre de Commerce de Paris.

Les inspecteurs généraux des Ponts et Chaussées en service ordinaire.

Le vice-amiral, chef d'Etat-major général de la Marine.

Le directeur général de la Comptabilité publique au Ministère des Finances.

Le directeur général des Eaux et Forêts au ministère de l'Agriculture.

Le vice-président de la Commission des Phares.

Le vice-président du Comité consultatif de la Navigation intérieure.

Le président de la Commission de Vérification des Comptes des Compagnies de Chemins de fer.

Le président du Conseil d'administration de l'Office national du Tourisme.

Le président du Comité de Contentieux et d'Etudes juridiques au Ministère des Travaux publics.

Digitized by Google

Le président du Comité d'Exploitation des Chemins de fer de Ceinture de Paris.

Le directeur des Transports maritimes au Sous-Secrétariat d'Etat de la Marine marchande.

Le directeur des Travaux hydrauliques au Ministère de la Marine.

Le directeur des Affaires départementales et communales au Ministère de l'Intérieur.

Le directeur des Affaires commerciales et industrielles au Ministère du Commerce.

Le directeur du Contrôle commercial au Ministère des Travaux publics.

Membres désignés par le ministre des Travaux publics pour trois ans. — Un représentant de l'Association française pour le développement des Travaux publics.

Trois représentants des Associations d'entrepreneurs de travaux publics ou de constructeurs.

Un représentant de la Société des Ingénieurs civils.

Deux représentants des associations s'intéressant au développement des Ports maritimes.

Un représentant des Associations de navigation intérieure.

Deux représentants de l'Union des Tramways et des Chemins de fer d'Intérêt local de France (un pour les Chemins de fer d'Intérêt local, un pour les Tramways).

Deux représentants de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques.

Deux représentants du Syndicat des Usines d'Électricité.

Un représentant du Syndicat des Usines électriques.

Un représentant de l'Union des Syndicats d'Electricité.

Un représentant de la Chambre syndicale des constructeurs de gros matériel électrique.

Un représentant de la Chambre syndicale des constructeurs de matériel de chemins de fer.

Un représentant des grandes associations agricoles.

Un représentant du Touring-Club de France.

Un représentant de l'Automobile-Club de France.

Les directeurs de l'Administration centrale des Travaux publics assistent aux séances du Conseil et des sections avec voix délibérative.

Les ingénieurs en chef, directeurs de contrôle, assistent aux séances du Conseil supérieur avec voix consultative et aux séances de la 4e section avec voix délibérative.

Le directeur de l'Office national du Tourisme assiste aux séances de la 1re section, le directeur de l'Office national de la Navigation à celles de la 2e section, avec voix délibérative pour les affaires de leur service. Ces deux directeurs assistent aux séances du Conseil supérieur avec voix consultative.

Les directeurs des grands réseaux de Chemins de fer d'intérêt général ont entrée aux séances du Conseil supérieur et aux séances des sections avec voix consultative.

Le Conseil supérieur ou les sections peuvent appeler les chefs de service pour leur demander des explications complémentaires sur les projets soumis au Conseil.

ART. 6. — La composition des quatre sections est établie annuellement par un arrêté du ministre des Travaux publics, pris sur la proposition de l'inspecteur général, vice-président du Conseil supérieur.

ART. 7. — Chaque section est présidée par un inspecteur général en service ordinaire, désigné annuellement par le ministre des Travaux publics.

ART. 8. — Un secrétaire général, désigné par le ministre et pris parmi les inspecteurs généraux ou les ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, centralise le service du secrétariat du Conseil supérieur et dirige les secrétariats des sections. Il a voix délibérative au Conseil supérieur.

Un secrétaire général adjoint peut être également désigné par le ministre et cumuler ses fonctions avec celles de secrétaire de section.

Pour chaque section, un secrétaire, et, s'il y a lieu, des secrétaires adjoints, sont désignés annuellement par le ministre.

Les secrétaires de section ont voix délibérative pour les affaires dont ils font l'exposé.

ART. 9. — Les affaires sont réparties entre les sections par l'inspecteur général, vice-président du Conseil supérieur des Travaux publics. Pour l'examen des affaires intéressant plusieurs sections, le président peut décider que ces affaires seront examinées en sections réunies; il peut également, pour l'examen de questions spéciales, constituer des commissions.

ART. 10. — L'ordre du jour des sections est envoyé trois jours au moins avant les séances à tous les membres du Conseil supérieur; ceux-ci peuvent assister avec voix consultative aux séances des sections dont ils ne font pas partie. Toutefois, les membres du Conseil supérieur, qui ne font partie d'aucune section, peuvent assister aux séances des sections avec voix délibérative.

Huit jours au moins avant les séances plénières du Conseil supérieur, l'ordre du jour de la séance est envoyé à tous les membres du Conseil avec une notice sommaire donnant pour chaque affaire les conclusions proposées par le rapporteur.

ART. 11. — Les affaires sont rapportées, soit par l'inspecteur général de la circonscription, soit par un autre membre désigné par l'inspecteur général, vice-président du Conseil, ou par le président de la section, suivant les cas.

Dans chaque affaire, le rapporteur présente, en principe, ses conclusions sous forme d'un projet d'avis, écrit et motivé, distribué à l'avance avec l'ordre du jour aux membres de la section. Toutefois, pour les affaires peu importantes, un rapport verbal peut être présenté par l'inspecteur général de la circonscription ou un exposé fait verbalement par le secrétaire de la section.

ART. 12. — Les membres du Conseil général des Ponts et Chaussées, réunis en assemblée plénière ou en sections, continuent à délibérer sur les affaires administratives qui leur sont soumises par le ministre et notamment sur les affaires relatives à l'avancement et à la discipline du personnel des Ponts et Chaussées.

ART. 13. — Sont abrogés les décrets susvisés en ce qu'ils ont de contraire aux dispositions du présent décret.

ART. 14. — Le ministre des Travaux publics et des Transports est chargé de l'exécution du présent décret.

ARRÊTÉ MINISTÉRIEL. — Le ministre des Travaux publics et des Transports,

Sur la proposition du sous-secrétaire d'Etat des Transports;

Vu le décret, en date de ce jour, instituant le Conseil supérieur des Travaux publics,

Arrête :

Article unique. — Sont nommés, pour trois ans, membres du Conseil supérieur des Travaux publics, à dater du 1er octobre 1917 :

MM.

Jean Hersent, ingénieur des Arts et Manufactures, vice-président de l'Association française pour le développement des Travaux publics;

Philippe Fougerolle, ancien président du Syndicat professionnel des Entrepreneurs de Travaux publics de France;

Léon Chagnaud, ancien président du Syndicat professionnel des Entrepreneurs de Travaux publics de France;

Bodin, ancien président de la Société des Ingénieurs civils;

J. Suss, industriel, ingénieur-conseil de réseaux de Chemins de fer étrangers, membre de la Société des Ingénieurs civils de France;

Jules Charles-Roux, président de la Compagnie générale transatlantique, président du Comité central des Armateurs de France;

Denis Perouse, président de la Société des Chargeurs réunis, président de l'Association des grands Ports français;

Perier de Feral, président de la Société concessionnaire des Magasins publics de Paris-Austerlitz, président du Syndicat général de la Marine;

André Mariage, directeur général de la Compagnie générale des Omnibus de Paris, membre de l'Union des Voies ferrées d'Intérêt local de France;

Francis Level, directeur de la Compagnie d'Anvin à Calais, membre de l'Union des Voies ferrées d'Intérêt local de France;

Robert Pinot, secrétaire général de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques;

Henri Cahen, administrateur directeur de la Société d'Applications industrielles, membre de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques;

Daniel Berthelot, président du Syndicat des Usines d'Électricité;

Eschwege, directeur de la Société d'Éclairage et de Force par l'Électricité, membre du Syndicat des Usines d'Électricité;

Gaston Sciama, directeur de la Maison Bréguet, membre du Syndicat des Industries électriques;

Gabriel Cordier, président de la Société de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, président de l'Union des Syndicats d'Électricité;

De Freycinet, président de la Chambre syndicale des Constructeurs de Matériel de Chemins de fer;

Charles Laurent, président de la Compagnie Thomson-Houston, président de la Chambre syndicale des Constructeurs de gros Matériel électrique;

Emile Loubet, président de la Société nationale d'Encouragement à l'Agriculture;

Georges Schwob, industriel, membre de l'Automobile-Club de France;

Gaston Chaix, membre du Conseil d'administration du Touring-Club de France.

Décret autorisant et déclarant d'utilité publique les travaux entrepris et à terminer dans le département des Basses-Alpes, en vue de l'établissement de deux usines hydro-électriques à la Brillanne et à Villeneuve.

Le « Journal officiel » du 12 août 1917, publié p. 6 306, le décret suivant pris en date du 6 août 1917.

Article premier. — Sont autorisés et déclarés d'utilité publique les travaux entrepris et à terminer dans le département des Basses-Alpes, suivant les dispositions de l'avant-projet ci-dessus visé, en vue de l'établissement de deux usines hydro-électriques sur le territoire des communes de la Brillanne et de Villeneuve, et de leur mise en jeu au moyen de la dérivation d'un débit maximum de 60 m³ : sec à prendre dans la Durance.

L'exécution desdits travaux aura lieu par voie de concession dans les conditions déterminées dans la convention passée le 6 août 1917 entre le ministre des Travaux publics et des Transports, agissant au nom de l'État, et la Société « Energie électrique du Littoral méditerranéen, ayant son siège social, 3, rue Moncey, à Paris.

Art. 2. — La présente déclaration d'utilité publique sera considérée comme nulle et non avenue, si les expropriations nécessaires pour l'exécution des ouvrages n'ont pas été accomplies dans le délai de deux ans à partir de la date du présent décret.

Art. 3. — Est approuvée la convention passée le 6 août 1917, entre le ministre des Travaux publics et des Transports, agissant au nom de l'État et la société « Énergie électrique du Littoral méditerranéen » pour l'exécution de ces ouvrages et leur exploitation, conformément aux conditions du cahier des charges joint à ladite convention, lesquels cahiers des charges et convention resteront annexés au présent décret.

Art. 4. — Aucune cession, sous quelque forme que ce soit, de la concession instituée par le présent décret, ne pourra être effectuée sous peine de déchéance, sans avoir été autorisée par un décret délibéré en conseil d'État.

Art. 5. — Sont abrogés les décrets susvisés des 13 avril 1900 et 30 mai 1904.

Art. 6. — Le ministre des Travaux publics et des Transports est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au « Journal officiel » et inséré au « Bulletin des lois ».

ERRATUM DU NUMÉRO DU 1er SEPTEMBRE 1917 T. II N° 9

Nous signalons à nos lecteurs les erreurs suivantes qui se sont glissées dans l'article de M. Roth (*Étude sur les pertes supplémentaires dans barres câblées*), paru dans la « R. G. E. », 1er septembre 1917, t. II, p. 323.

Page 327, 2e colonne, 2e ligne lire : $i_y = i_v \cos\alpha$, au lieu de : $i_v = i_v \cos\alpha$.

Page 327, 2e colonne, 13e ligne par en bas lire : $i_v = i'_v$, au lieu de : $i = i'_v$.

Page 328, 1re colonne, ligne 20 lire : z, au lieu de : Z.

Page 328, 2e colonne, ligne 10 par en bas lire : $r_p = \frac{c}{h} + m - 1$, au lieu de : $r_p = \frac{c}{h} + m . 1$.

Page 329, 2e colonne, 2e ligne lire : i_v, au lieu de : i_v.

Page 329, 2e colonne, ligne 10 lire : $\frac{2}{\lambda} \frac{aL}{\cos^2\alpha} \int_0^{c} i^2 dx$, au lieu de : $\frac{2}{\lambda} \frac{aL}{\cos^2\alpha} \int^{c} i^2 dx$.

Page 330, ligne 9, lire : $2 r^2_p (\cos h 2\gamma x + \cos 2\gamma x) + \ldots$, au lieu de : $2r^2(\cos h 2\gamma x + \cos 2\gamma x)$.

Page 330, ligne 12, lire : $\frac{r^2_p}{\gamma} \left[\sin h 2\gamma x + \sin 2\gamma x\right]_0^{c'} + \ldots$, au lieu de : $\frac{r^2}{\gamma} \left[\sin h 2\gamma x + \sin 2\gamma x\right]_0^{c'} + \ldots$

Page 330, ligne 13, lire : $\ldots + \cos \gamma c' \sin h\gamma(2x - c') \ldots$, au lieu de : $\ldots + \cos \gamma c' + \sin h\gamma(2x - c') \ldots$

Page 331, 1re colonne, 2e ligne par en bas, lire : $P_c = \frac{1}{\lambda} \frac{L}{2ah} I^2$, au lieu de : $P_c = \frac{I}{\lambda} \frac{L}{2ah} I^2$.

Page 331, 2e colonne, 11e ligne par en bas lire : (33 *a*), au lieu de (32 *a*).

Page 331, formule (34 *a*) lire :

$$P = \frac{\gamma}{\lambda} \frac{L}{2a\cos^2\alpha} I^2 \left[\frac{n'}{2} \frac{c'^2}{h^2} f_1(\gamma c') + 2 N_1 f_2(\gamma c') + 2 \frac{c^2}{h^2} f_1(\gamma c) + 2 N_2 f_2(\gamma c)\right].$$

Page 334, 1re colonne, 9e ligne par en bas lire : $K = \gamma h f_1(\gamma h) = 3{,}42 \times 1{,}02 = 3{,}45$, au lieu de : $K = \gamma h_1(f\gamma h) = 3{,}42 \times 1{,}02 = 3.45$.

Page 336, 1re colonne, ligne 18 lire : continu, au lieu de : contenu.

Page 336, 2e colonne, tableau *c* dernière ligne, dernière colonne, lire : 170, au lieu de : 0.

En plus, la figure 6, page 329, doit être tournée de façon que la ligne $c \cos\alpha$ soit verticale.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 14. — 6 OCTOBRE 1917.

Chronique. — Le « cheval sauvage ». — Bibliographie : La production industrielle intensive, son influence sur le prix de revient, p. 521 et 522.

Section scientifique et technique. — L'industrie des accumulateurs électriques dans son état actuel (*suite*), par L. JUMAU, p. 523. — L'enroulement série et l'enroulement parallèle imbriqué dans les machines à courant continu avec pôles auxiliaires, par J. VORONOFF, p. 529. — Revues, analyses et informations : Les diagrammes des moteurs d'induction en coordonnées polaires, p. 532.

Section industrielle. — Sur le choix du mode de refroidissement, l'installation et l'entretien des transformateurs statiques, par R. JACQUOT, p 533. — Revues, analyses et informations : La nouvelle centrale électrique de Windsor (États-Unis), p. 542; Coefficient de sécurité des installations électriques, p. 544.

Section économique et financière. — L'apprentissage dans les industries mécaniques, par Maurice LACOIN, p. 545. — Assemblées générales : Compagnie Centrale de Chemins de fer, de Tramways et d'Electricité, p. 555; Electricité du Nord-Est Parisien, p. 555; Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière), p. 555; Compagnie des Tramways de l'Ouest-Parisien, p. 556.

Section de législation. — Remarques sur l'ordonnance fédérale suisse du 9 décembre 1916, concernant la vérification et le poinçonnage officiels des compteurs d'électricité, p. 557. — Législation, jurisprudence, réglementation; Proposition de loi tendant à la résolution facultative, pour les communes, des contrats passés par elles dans le cas où l'augmentation du prix aurait été prononcée par décision de justice, p. 558; Loi portant ouverture au ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, de crédits additionnels aux crédits provisoires de l'exercice 1917, pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion, p. 559.

Le « cheval sauvage », nouvelle unité de puissance et de force. — Nous savions que la force s'évalue en kilogrammes ou en dynes, que le kilowatt, le kilogrammètre par seconde, le poncelet, le prony, voire même le cheval et le HP servent pour l'évaluation de la puissance; nous savions encore qu'on a suggéré, non sans quelque malice, la création de l'éléphant pour la mesure des grandes puissances et celle de l'écureuil et de la souris pour les mesures des très petites; la lecture d'un ouvrage technique de premier ordre, récemment publié, nous apprend qu'on se sert aussi du cheval sauvage pour évaluer à volonté la force ou la puissance. Voici, en effet, ce que nous y lisons :

On entend, par force hydraulique, la puissance pouvant être produite par un poids d'eau déterminé ϖ, exprimé en kilogrammes, agissant sous l'effet d'une pression correspondant à une charge d'eau H exprimée en mètres.

Si on désigne par P la puissance en chevaux mesurée sur l'arbre de la turbine, elle sera donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{\varpi H \zeta}{75},$$

ζ étant le rendement de la turbine qui, pratiquement, est pris égal à 75 pour 100, ce qui ramène la formule à $P = \varpi H$.

On entend, par *cheval sauvage*, la puissance mesurée dans le collecteur avant l'entrée de l'eau dans la turbine. Le cheval sauvage a pour valeur 100 kilogrammètres par seconde et il est constitué par la possession de tous les droits d'eau et de riveraineté nécessaires pour la création de ces 100 kilogrammètres ou d'un poncelet hydraulique.

Il semble difficile d'accumuler en si peu de lignes tant d'hérésies scientifiques. Tout d'abord, une force ne saurait être une puissance; ensuite ni l'une ni l'autre de ces grandeurs ne peut être produite par un poids sous l'effet d'une pression; ensuite, la formule qui donne P n'est utilisable que si ϖ désigne, non un poids, mais le poids par seconde d'eau écoulée, le poids temporique aurait dit Hospitalier; de plus, elle ne se réduit pas, dans l'hypothèse où le rendement de la turbine est 0,75, à ϖH, mais à $\frac{\varpi H}{100}$ si l'on conserve les mêmes unités; un poncelet n'est pas 100 kilogrammètres, mais 100 kilogrammètres par seconde; enfin, on ne voit guère comment un poncelet peut être assimilé à une possession de droits d'eau et de riveraineté.

A vrai dire nous rencontrons non moins d'hérésies du même genre dans les manuscrits qui nous sont journellement soumis pour insertion dans la « R. G. E. ». Et si nous signalons les précédentes, c'est surtout parce que nous espérons qu'en appelant leur attention sur ce point, nos futurs collaborateurs tiendront enfin compte

Digitized by Google

des règles de la nomenclature électrique qu'Hospitalier a si clairement et si nettement exposées.

Nous convenons, d'ailleurs, que, si nettes et si claires que soient ces règles, leur application soulève quelques difficultés dues principalement à ce que, pendant longtemps, les professeurs eux-mêmes ne prêtaient aucune attention à la correction des expressions concernant les grandeurs et les unités. Il y a peu d'années encore nous constations que, dans un Traité de physique classique écrit par un éminent professeur de Paris, l'accélération due à la pesanteur était évaluée en centimètres; quelques années après, dans une seconde édition du Traité, elle était évaluée en centimètres par seconde; il y avait progrès, sinon réel, du moins apparent, mais ce ne fut que dans la troisième édition que l'unité correcte, le centimètre par seconde par seconde, fut employée.

Nous convenons aussi que la correction n'est pas toujours compatible avec la brièveté du langage, l'exemple précédent en est une preuve, et qu'on ne peut empêcher l'emploi, aussi bien par les ingénieurs que par les ouvriers, de certaines abréviations qui, bien qu'incorrectes, ne donnent lieu à aucune confusion dans le milieu où elles sont utilisées. Mais nous estimons que le langage de l'atelier doit rester limité à l'atelier et ne saurait être imprimé dans des ouvrages ou des revues. Il ne viendra jamais à l'idée d'un ingénieur de traction d'écrire qu'une interruption de service a eu pour cause le manque de « jus », bien que l'expression « il n'y a plus de jus » soit constamment employée par ses subordonnés pour exprimer que le courant d'alimentation fait défaut. Nous ne voyons dès lors pas pourquoi il se permet, dans ses articles, d'exprimer l'énergie dépensée en kilowatts et la pression dans les cylindres en kilogrammes.

On nous répondra peut-être : cela n'a aucune importance pratique, puisqu'on se comprend. A cela nous objecterons qu'il n'en est pas toujours ainsi.

Pour notre part, il nous est arrivé maintes fois de ne pas comprendre ou de n'arriver à comprendre que très difficilement des systèmes de vente de l'électricité basés à la fois sur la puissance installée et sur l'énergie dépensée, parce que le terme kilowatt servait pour désigner indifféremment l'unité de puissance et l'unité d'énergie.

Dans une usine russe d'acétylène dissous, un ingénieur français donne l'ordre à un contremaître russe de charger les bouteilles à 12 kilogrammes. Ce dernier met les bouteilles sur une bascule et y comprime de l'acétylène de manière à obtenir une augmentation de poids de 12 kg de chacune d'elles. Inutile d'ajouter qu'une formidable explosion, qui fit plusieurs victimes, mit fin à l'opération.

Pour empêcher les automobiles de contrebandiers de passer à toute vitesse à la barbe des douaniers, l'administration des Douanes eut l'idée, il y a quelques années, d'établir en travers des routes des câbles d'acier; elle fit faire le calcul du diamètre qu'il convenait de donner à ces câbles pour qu'ils ne soient pas rompus sous le choc; ce calcul conduisait à un diamètre invraisemblable, 30 à 40 cm; il fut reconnu que ce résultat n'était pas dû à une erreur du calculateur, mais à ce que le formulaire dont il s'était servi avait fait confusion entre les unités qu'il fallait employer.

On pourrait donner bien d'autres exemples des conséquences plus ou moins désagréables auxquelles conduisent des incorrections de langage et d'écriture regardées généralement comme n'ayant aucune importance pratique. Ceux-ci suffiront, croyons-nous, à inciter nos lecteurs à faire quelque effort pour appliquer correctement, surtout dans leurs écrits, les règles de la nomenclature électrique et mécanique. Au moment où il est partout question d'unification et de normalisation, ils ne sauraient d'ailleurs se refuser à tenir compte de règles depuis longtemps posées, discutées et adoptées. — J. B.

Bibliographie : La production industrielle intensive. — Son influence sur le prix de revient, par R. de Fleury, ingénieur des Arts et Manufactures [1]. — Il est difficile de déterminer les causes complexes de la prospérité ou de la décadence des entreprises industrielles. On voit souvent, dans les mêmes branches de l'industrie, des entreprises florissantes à côté d'autres qui végètent, ou même périclitent, tout en possédant des ingénieurs et des commerçants de même valeur et en ayant des moyens de production et des débouchés au moins égaux à ceux des premières. Et on ne sait, à première vue, à quoi attribuer ces différences. M. de Fleury, laissant de côté les causes matérielles que l'on voit de la marche d'une entreprise industrielle, et supposant que toute main-d'œuvre et que toute matière première ont leur emploi rigoureusement justifié, sans pertes de temps et sans gaspillages, s'efforce de découvrir les causes qu'on ne voit pas. Ces causes ont trait, d'après l'auteur, à la capacité de production de l'entreprise en regard de sa production effective et il considère ce qu'il appelle le coefficient de production, c'est-à-dire le rapport entre la production effective et la capacité de production maximum. C'est ce coefficient de production qui sert de base à toute l'étude de M. R. de Fleury. — L'auteur étudie tout d'abord l'usine type de comparaison, dont il suppose le fonctionnement parfait, puis l'usine moyenne. Il passe en revue les différents défauts que peut présenter une entreprise industrielle : défauts inhérents à une mauvaise organisation et aux procédés d'usinage. Il examine ensuite le rôle de la direction générale dans l'évolution de l'entreprise et l'influence des facteurs moraux. Il termine par un court exposé de la méthode Taylor et des causes ordinaires d'échecs de cette méthode et conclut que le seul moyen efficace de diminuer les prix de revient, et par suite de faire prospérer l'entreprise, est d'accroître son coefficient de production. Le livre de M. R. de Fleury donne des renseignements des plus précieux pour les administrateurs, directeurs, ingénieurs et même actionnaires d'entreprises industrielles et devrait être toujours entre leurs mains. Il serait bon également que nos législateurs, avant d'élaborer des lois sur la question industrielle, prennent connaissance du petit livre de M. R. de Fleury, ils y trouveront des renseignements précieux, qu'ils ignorent la plupart du temps, ce qui les empêcherait peut-être de voter des lois qui mettent en péril l'industrie française.

[1] Un volume in-8°, 75 pages, 4 fig., édité par H. Dunod et E. Pinat, 47, quai des Grands-Augustins, Paris VI^{e}, prix 3 fr.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

L'industrie des accumulateurs électriques dans son état actuel *(Suite)*

Dans cette deuxième partie de son article[1], *M. Jumau développe quelques considérations très intéressantes sur les conditions de fabrication et d'utilisation des plaques de l'accumulateur au plomb. Mais surtout, il attire tout particulièrement l'attention sur les questions d'état moléculaire des matières actives et de solubilité de celles-ci dans l'électrolyte. Ce sont là des questions tout à fait nouvelles dont l'auteur montre l'importance sur les qualités techniques des électrodes et dont une étude plus approfondie serait de nature à amener de nouveaux perfectionnements.*

L'ACCUMULATEUR AU PLOMB ET LA DISSOCIATION ÉLECTROLYTIQUE. — Avant d'étudier les conditions de fonctionnement de l'accumulateur, il nous paraît indispensable de rappeler ici comment on peut interpréter le processus de la double sulfatation d'après la théorie moderne de la dissociation électrolytique. Cette explication facilitera la compréhension des phénomènes dont l'accumulateur est le siège.

Bien qu'ils soient considérés comme pratiquement insolubles, le plomb, le sulfate de plomb et le peroxyde de plomb ont néanmoins une certaine solubilité et envoient des ions en solution. On peut concevoir les deux électrodes comme réversibles par rapport aux ions positifs bivalents $\overset{++}{Pb}$ pour la négative et aux ions négatifs bivalents $\overset{-}{Pb}\overset{-}{O}^2$ pour la positive [2]. C'est-à-dire que, si l'électrode négative reçoit des charges positives (décharge), elle enverra en solution de nouveaux ions $\overset{++}{Pb}$. Si, au contraire, elle reçoit des charges négatives (charge) les ions $\overset{++}{Pb}$ auront leurs charges positives neutralisées et repasseront alors à l'état moléculaire de plomb métallique. De même, si l'électrode positive reçoit des charges négatives (décharge), elle enverra en solution de nouveaux ions $\overset{-}{Pb}\overset{-}{O}^2$ tandis que, lorsqu'elle reçoit des charges positives (charge) les ions $\overset{-}{Pb}\overset{-}{O}^2$ ayant leurs charges neutralisées reprendront l'état moléculaire du peroxyde de plomb.

Pendant la décharge, les ions $\overset{++}{Pb}$ envoyés continuellement en solution à la négative s'y trouvent en présence des ions $\overset{--}{SO}^4$ provenant de la dissociation électrolytique de l'acide sulfurique en ses ions $\overset{--}{SO}^4$ et $2\overset{+}{H}$. Et comme la solubilité du sulfate de plomb est très faible, dès que la quantité d'ions $\overset{++}{Pb}$ atteint la limite de solubilité du sulfate de plomb, ces ions reforment le sulfate de plomb solide avec les ions $\overset{--}{SO}^4$ dont les deux charges négatives neutralisent les deux charges positives des ions $\overset{++}{Pb}$.

A l'électrode positive en décharge, l'électrolyte est très vite saturé des ions $\overset{-}{Pb}\overset{-}{O}^2$, la solubilité du peroxyde étant très faible. Ces ions $\overset{-}{Pb}\overset{-}{O}^2$ en présence des ions $\overset{+}{H}$ de l'acide sulfurique constamment amenés par la décharge donnent

$$\overset{-}{Pb}\overset{-}{O}^2 + 4\overset{+}{H} = \overset{++}{Pb} + 2H^2O,$$

les quatre $\overset{+}{H}$ provenant de la dissociation de deux molécules de H^2SO^4. De même qu'à l'électrode négative l'ion $\overset{++}{Pb}$ en présence de l'ion $\overset{--}{SO}^4$ (de la deuxième molécule de H^2SO^4 dissociée) redonne le sulfate de plomb solide aussitôt qu'est atteinte la limite de solubilité du sulfate de plomb.

L'ensemble de ces réactions traduit donc bien, au point de vue chimique, l'équation de la double sulfatation

$$Pb + 2H^2SO^4 + PbO^2 \rightleftharpoons 2PbSO^4 + 2H^2O.$$

Pendant la charge, le sulfate de plomb envoie continuellement en solution des ions $\overset{++}{Pb}$ et $\overset{--}{SO}^4$ puisque les premiers, perdant à l'électrode négative leurs charges saturées par des charges négatives provenant du circuit extérieur, se précipitent à l'état moléculaire sous forme de plomb métallique.

A l'électrode positive ces ions $\overset{++}{Pb}$ sont en présence des ions $\overset{--}{O}$ provenant de la dissociation des deux molécules d'eau formées à la décharge

$$2H^2O = 4\overset{+}{H} + 2\overset{--}{O},$$

et ils donnent

$$\overset{++}{Pb} + 2\overset{--}{O} \rightleftharpoons \overset{-}{Pb}\overset{-}{O}^2.$$

[1] Pour la première partie, voir *R. G. E.*, 4 août 1917, t. II, p. 165-168.

[2] Les phénomènes s'expliquent aussi bien en admettant à la positive l'émission d'ions tétravalents de plomb suivant l'équation

$$PbO^2 + 2H^2O \rightleftharpoons \overset{++++}{Pb} + 4\overline{OH}$$

Digitized by Google

Ces ions $\bar{\bar{PbO^2}}$ recevant à la positive deux charges positives provenant du circuit extérieur, reprécipitent sur l'électrode à l'état moléculaire sous la forme du peroxyde de plomb. Quant aux deux ions $\bar{SO^4}$ émis aux deux électrodes, ils redonnent les deux molécules d'acide sulfurique en présence des quatre ions $\overset{+}{H}$ de l'eau.

Et l'on a bien ainsi la traduction de l'équation chimique précédente de double sulfatation, lue de droite à gauche.

Si nous avons insisté, peut-être un peu longuement ici, sur ces explications qui ne paraissent avoir à première vue qu'un intérêt purement théorique, c'est qu'elles sont nécessaires pour se rendre compte de l'importance pratique que peuvent avoir les questions de solubilité dans l'accumulateur au plomb et, d'une manière générale, dans les accumulateurs électriques.

On considère ordinairement comme condition importante d'un accumulateur pratique l'insolubilité des matières actives dans tous leurs états. Il faut remarquer que celle-ci est relative et que le fonctionnement de l'accumulateur ne se comprendrait pas dans le cas d'une insolubilité absolue.

Étude technique de l'accumulateur au plomb. — *Considérations générales.* — Au point de vue pratique, deux facteurs du fonctionnement de l'accumulateur au plomb sont plus particulièrement importants à étudier. Ce sont la capacité et la durée des électrodes.

Sur la différence de potentiel qui dépend de la force électromotrice et de la résistance intérieure, nous n'avons que peu d'action. La résistance intérieure est, en général, suffisamment faible dans les accumulateurs bien construits. La concentration normalement employée pour l'électrolyte correspond d'ailleurs au minimum de résistivité des solutions d'acide sulfurique. Quant à la force électromotrice, elle ne dépend guère que de la concentration de l'électrolyte en acide sulfurique et comme celle-ci, pour des raisons que nous rappellerons, est comprise en pratique entre 20 et 30° Baumé, la force électromotrice ne varie qu'entre 2 v et 2,10 v.

Pour agir sur l'énergie, c'est donc presque uniquement du facteur capacité que nous pouvons disposer. De cette capacité dépendront les applications possibles de l'accumulateur. L'importance de la durée des électrodes n'échappera à personne et c'est d'elle surtout que dépendront les qualités économiques de l'accumulateur.

Il importe de remarquer ici que, s'il dépend du constructeur de réaliser des électrodes réunissant d'une manière convenable les deux qualités capacité et durée, l'exploitant conserve une part d'action importante à ce sujet.

La grosse difficulté pour le constructeur consiste à fabriquer des électrodes à grande capacité susceptibles d'une longue durée. En effet, presque tous les facteurs qui agissent favorablement sur la capacité réduisent la durée.

Pour obtenir de grandes capacités massiques, on est amené à augmenter la proportion de matière active par rapport au support conducteur et à faire travailler la matière active avec le meilleur coefficient d'utilisation.

Dans la plaque à grande surface, dont la matière active, présentant un développement de surface considérable, travaille sous très faible épaisseur, si l'on réduit au-dessous d'une certaine valeur la proportion de plomb pur métallique du support par rapport à la matière active, on obtient une plaque de solidité insuffisante et de durée très faible pour la positive dont l'âme métallique en plomb ne tarde pas à être peroxydée complètement en quelques charges et décharges successives.

Aussi s'adresse-t-on toujours aux plaques à oxyde rapporté quand on désire les capacités massiques les plus élevées. Dans ce cas, on prend un support conducteur en plomb antimonié beaucoup plus résistant mécaniquement et beaucoup moins oxydable que le plomb pur et on lui donne la forme d'une grille dont les alvéoles sont garnis de matière active rapportée. En réduisant, au minimum, le poids du support, en prenant une matière active très poreuse sous forme de pastilles d'une épaisseur aussi faible que possible, on réalise l'électrode à grande capacité massique.

Coefficient d'utilisation de la matière active. — On sait que théoriquement, d'après la double sulfatation, il faut comme matières actives par ampère-heure : 3,86 gr de plomb spongieux, 4,46 gr de peroxyde de plomb et 3,66 gr d'acide sulfurique.

Pratiquement, il est nécessaire de disposer d'une quantité bien plus considérable de ces matières pour obtenir un ampère-heure. C'est qu'en effet l'utilisation des matières actives Pb et PbO^2 est loin d'être complète et, en général, il reste à la fin de la décharge une grande partie du plomb spongieux à la négative et du peroxyde de plomb à la positive qui n'ont pas été utilisés.

On peut définir le coefficient d'utilisation par le rapport entre la masse de matière active réellement engagée dans les réactions de décharge et la masse totale de matière renfermée dans la plaque ou, ce qui revient au même, par le rapport entre la capacité obtenue et la capacité théorique correspondant à la masse totale de matière active.

Dans les meilleures conditions possibles (décharges très lentes et matière active très poreuse travaillant sous faible épaisseur) ce coefficient d'utilisation atteint 0,6 à 0,7 ; mais il faut compter beaucoup moins pour les décharges normales. Si toute la matière active n'est pas utilisée aussi bien à l'électrode négative qu'à la positive, c'est que la formation du sulfate de plomb pendant la décharge entraîne une diminution de la porosité et une augmentation de la résistance intérieure encore accrue par la disparition de l'acide sulfurique dans les pores de la matière.

Dans ces conditions, la matière insuffisamment conductrice n'est plus en état de laisser passer les charges électriques nécessaires à l'émission des ions $\overset{++}{Pb}$ ou $\bar{\bar{PbO^2}}$, ou bien le manque de porosité ne permet pas aux ions

Digitized by Google

$\overline{\overline{SO^4}}$ d'arriver vers ces derniers au sein de la matière.

Il suffit que ces phénomènes se produisent à l'une ou à l'autre des deux électrodes pour que le courant de décharge ne puisse être maintenu. Si la décharge a lieu à intensité constante, la différence de potentiel aux bornes de l'accumulateur présente un crochet brusque et tombe à zéro. Cependant, en réduisant progressivement l'intensité, la différence de potentiel peut conserver sa valeur normale utilisable parce que les ions sont encore en quantité suffisante pour entretenir ces intensités réduites.

Lorsque l'accumulateur dont une électrode est épuisée est en tension avec d'autres éléments encore normaux, le courant continue à passer par les parties conductrices de l'électrode, les nervures de la grille, pendant que peu à peu la matière active reprend sa conductibilité et sa porosité, et laisse à son tour passer le courant, l'électrode se chargeant en sens contraire. C'est qu'en effet le sulfate de plomb émet des ions qui se précipitent à l'état moléculaire sur l'électrode sous forme de PbO^2, si l'électrode était négative, puisqu'elle continue à recevoir des charges positives du circuit extérieur, et, inversement, sous forme de plomb spongieux, si l'électrode était positive, puisque alors ce sont des charges négatives qu'envoie le circuit extérieur. Le sulfate de plomb disparaît peu à peu, ce qui entraîne une augmentation de porosité et une diminution de résistance intérieure accrue par la libération de l'acide sulfurique dans les pores.

Ces phénomènes expliquent bien la faiblesse du coefficient d'utilisation de la matière active pour l'accumulateur au plomb.

Il n'en est pas ainsi, et le coefficient d'utilisation est très voisin de l'unité lorsque l'électrode à matière active dite insoluble voit sa porosité et sa conductibilité augmenter pendant la décharge. C'est le cas des électrodes positives dont la matière active constituée par un oxyde ou un sel se réduit à l'état métallique pendant la décharge.

Influence de la porosité et de l'état moléculaire de la matière active sur la capacité. — Le constructeur d'accumulateurs au plomb qui désire obtenir des plaques à grande capacité massique s'ingénie donc à constituer une matière active aussi poreuse que possible.

Cependant, la porosité apparente ne doit pas être seule considérée. En définissant ainsi le rapport entre la densité réelle des matières actives (Pb ou PbO^2) et leur densité apparente (rapport de la masse active au volume total occupé), pour une même porosité apparente, on peut obtenir des résultats très différents quant à la capacité. C'est un point important que nous avons mis en lumière en montrant que des plaques négatives fabriquées de la même manière mais réduites en plomb spongieux dans des conditions différentes donnent des capacités qui peuvent varier dans le rapport de 1 à 10 pour une matière active à base de chlorure de plomb réduite en plomb spongieux, en faisant débiter à des intensités différentes un couple dont le zinc forme l'électrode négative et le chlorure de plomb l'électrode positive. Dans tous les cas, on réduit complètement le chlorure de plomb en plomb spongieux, mais tandis que l'électrode négative ainsi fabriquée, fonctionnant dans l'accumulateur au plomb, donne une capacité élevée quand la réduction du chlorure de plomb en plomb a été faite à intensité élevée, cette capacité va en diminuant avec les faibles courants de réduction. Pour des intensités de réduction suffisamment faibles, la capacité tend vers celle que donne une plaque en plomb coulé.

La porosité apparente reste bien la même dans tous les cas ; mais tandis que les cristaux de plomb spongieux sont très petits et, par conséquent, les pores très nombreux et très petits, lorsque l'intensité de réduction a été élevée, pour les intensités allant en diminuant, les cristaux sont de plus en plus gros et les pores sont moins nombreux et de plus grand volume.

Pour avoir une grande capacité, il ne suffit donc pas que la matière active ait une grande porosité apparente, il faut aussi qu'elle soit composée de très petits cristaux, ce qui donne le plus grand état de division de la matière.

Là aussi, comme nous le verrons, la durée diminue quand la capacité massique de la matière augmente.

Le phénomène ci-dessus décrit est très net avec la matière active à base de chlorure de plomb dont la solubilité relative est beaucoup plus grande que celle du sulfate de plomb qui constitue la base des matières rapportées ordinairement employées. On sait, en effet, que celles-ci sont obtenues le plus souvent par malaxage des oxydes de plomb avec l'acide sulfurique ou certains sulfates. Dans tous les cas, pendant la formation, tout ce qui était resté oxyde à la négative passe par l'état de sulfate de plomb avant de se réduire en plomb.

Cette influence de l'état moléculaire peut se constater aussi avec les matières à base de sulfate de plomb. Il suffit pour cela de faire la réduction du sulfate de plomb en plomb spongieux dans des électrolytes présentant un degré de solubilité variable pour le sulfate de plomb. Celui-ci est relativement beaucoup plus soluble dans certains sulfates alcalins que dans l'acide sulfurique. Dans l'emploi des sulfates alcalins comme électrolyte de réduction, il peut arriver que, dans les pores de la matière, le liquide devienne franchement alcalin par suite de la présence des ions-métal due à l'électrolyse du sulfate alcalin. Il y a à considérer, dans ce cas, la solubilité du sulfate de plomb dans les solutions alcalines, solubilité plus grande encore que dans les sulfates alcalins. La solubilité augmentant avec la concentration en sulfate alcalin, si l'on opère la réduction, à la même intensité et à la même température, de plaques négatives exactement fabriquées de la même manière, mais en prenant des électrolytes de concentration différente en sulfate alcalin, on obtient des négatives qui, bien qu'ayant même porosité apparente, possèdent, au même régime et dans les mêmes conditions d'essais, une capacité qui peut varier dans un rapport du simple à plus du double. Les plus grandes capacités sont données par les plaques réduites dans un électrolyte dissolvant peu le sulfate de plomb et les faibles capacités, dans l'électrolyte qui permet la plus grande solubilité du sulfate.

Digitized by Google

On voit, d'ailleurs, nettement les cristaux de plomb augmenter de grosseur avec l'emploi des électrolytes dans lesquels le sulfate de plomb est plus soluble.

Nous avons là un premier exemple de l'importance que peuvent prendre en pratique les questions de solubilité des matières actives.

C'est à celles-ci qu'il faut aussi rattacher l'influence de la température pendant la formation des plaques à oxyde rapporté. L'expérience montre qu'en formant à différentes températures des plaques à oxyde rapporté, positives et négatives, on obtient une capacité qui va en diminuant, plus ou moins suivant les cas, avec la température. A notre avis, l'élévation de température doit agir ici en augmentant la solubilité et en provoquant la formation de cristaux de plus en plus gros. Nous verrons dans la suite que l'élévation de température pendant la formation procure, au contraire, une augmentation de la durée des matières actives.

Influence d'autres facteurs sur la capacité. — Les questions de porosité et d'état moléculaire intéressent la fabrication des plaques. Pendant le fonctionnement de l'accumulateur, d'autres facteurs interviennent pour faire varier la capacité. Celle-ci diminue, comme on le sait, lorsqu'on fait croître l'intensité de décharge. Mais pour une même intensité, elle dépend surtout de la concentration de l'acide et de la température.

On sait depuis longtemps que la variation de la capacité en fonction de la concentration de l'acide est une courbe qui passe par un maximum. Nous avons montré, il y a quelques années, que la concentration qui procure le maximum de capacité est d'autant plus élevée que l'intensité de décharge est elle-même plus élevée.

La loi est la même pour la plaque positive que pour la plaque négative, mais cette dernière montre des maxima correspondant à des concentrations d'acide moins élevées que la plaque positive. Ces maxima varient, suivant l'intensité de décharge, de 26° Baumé à plus de 40° Baumé pour la positive et de 16 à 26° Baumé pour la négative.

On comprend ce maximum de la courbe de capacité en fonction de la concentration, puisque la conductibilité des solutions d'acide sulfurique passe également par un maximum en fonction de la concentration et que, pendant la décharge, pour une même polarisation de concentration, les actions se continuent d'autant plus profondément à l'intérieur de la matière active que la résistivité de l'électrolyte est plus faible. Comme c'est la résistivité de l'électrolyte des pores de la matière active qu'il faut considérer, il est bien compréhensible que, pour maintenir dans les pores la concentration qui correspond à la résistivité minima (poids spécifique 1,22, soit 30 pour 100 en H^2SO^4), il faut avoir une concentration d'électrolyte extérieur, c'est-à-dire entre les plaques, d'autant plus élevée que l'intensité de décharge est plus grande. L'absorption d'acide sulfurique pendant l'unité de temps augmentant avec l'intensité de décharge, la différence de concentration entre l'électrolyte extérieur et celui des pores va naturellement en croissant en même temps que cette intensité de décharge.

D'autre part, on peut expliquer que la négative donne des maxima correspondant à des concentrations d'électrolyte extérieur moins élevées que la positive par ce fait qu'à la négative les différences de concentration entre le liquide des pores et le liquide extérieur doivent être moindres, étant donné que les actions de décharge amènent à la négative les ions $\bar{S}\bar{O}^4$.

C'est ainsi que la concentration qui procure le maximum de capacité est sensiblement la même pour la positive déchargeant à faible intensité et pour la négative déchargeant à intensité élevée, cette concentration correspondant très sensiblement à celle qui donne le minimum de résistivité pour les solutions d'acide sulfurique (vers 26° Baumé, d = 1,22).

Pour donner une idée de l'importance que peuvent prendre les questions de concentration, nous pouvons indiquer qu'aux grandes intensités de décharge, la capacité varie dans le rapport de 1 à plus de 2, lorsque la concentration passe de 10° Baumé à celle qui procure le maximum de capacité. La différence devient moins grande pour les intensités de décharge allant en diminuant.

En présence des propriétés si différentes de la positive et de la négative, il semble malaisé de trouver la meilleure concentration à employer. Mais il faut remarquer que, pour les éléments transportables à plaques à oxyde rapporté et pour lesquels les questions de capacité ont le plus d'importance, la réduction au minimum de la quantité d'électrolyte, en vue de diminuer et le poids et l'encombrement, occasionne une forte baisse de concentration de l'acide extérieur entre le commencement et la fin de la décharge, ce qui donne une concentration moyenne de décharge très inférieure à la concentration de l'électrolyte fin charge. Cette considération, jointe au fait que la capacité de l'élément est en général, du moins au début du fonctionnement, limitée par celle des plaques positives, explique qu'en pratique, pour obtenir le maximum de capacité, il faut prendre la concentration d'acide fin charge la plus élevée possible. Celle-ci est alors limitée par une autre considération, celle des actions locales qui deviennent inadmissibles lorsqu'on dépasse la concentration de 35° Baumé. Aussi prend-on, en général, 32° à 33° Baumé comme maximum de la concentration de l'acide fin charge dans les éléments transportables à grande capacité.

Pour les éléments à poste fixe qui doivent surtout avoir un bon rendement et donner de longues durées, on considère en général comme un maximum la concentration de 25° à 26° Baumé fin charge, cette concentration diminuant beaucoup moins pendant la décharge que dans le cas précédent par suite du grand excès d'électrolyte employé ici.

La température de l'électrolyte exerce une influence très importante sur la capacité de l'accumulateur pendant son fonctionnement. En augmentant le coefficient de diffusion et en diminuant la résistivité de l'acide des pores, ce qui entraîne une plus grande intensité des courants de concentration, l'élévation de température pro-

Digitized by Google

voque, pour une même polarisation de concentration, une pénétration plus profonde des actions dans l'intérieur de la matière active et, par suite, une augmentation de la capacité.

Le coefficient de diffusion des solutions d'acide sulfurique augmentant de 2,4 pour 100 par degré C et la résistivité diminuant de 1,4 à 1,8 pour 100 par degré C suivant les concentrations, ces valeurs donnent l'ordre de grandeur de la variation de capacité en fonction de la température. En fait, ce coefficient de température atteint une valeur de 1 à 2,5 pour 100 par degré C suivant le type de plaque (positive ou négative, épaisseur plus ou moins grande de matière active) et la concentration de l'acide, pour des intensités élevées de décharge (décharge en une heure par exemple); mais il diminue avec l'intensité de décharge et devient parfois moindre de 0,5 pour 100 pour des décharges lentes (en 20 heures par exemple), ce qui se comprend puisque la diffusion et les courants de concentration ont d'autant plus à s'exercer que la décharge est plus rapide. Ce coefficient de température n'est d'ailleurs valable qu'entre certaines températures. Au-dessus de 40 à 45° C les actions locales peuvent augmenter dans une telle proportion (à la négative notamment) que, pour une décharge lente, la capacité utilisable diminue lorsqu'on continue à élever la température.

En pratique, il est bon de se rappeler que, pour obtenir le maximum de capacité, il faut faire travailler l'accumulateur à température aussi élevée que possible, mais sans dépasser 45° C.

Durée des électrodes. L'électrode négative. — Au point de vue de la durée, les deux électrodes, la positive et la négative, se comportent très différemment. Tandis que la matière active positive se détache et tombe peu à peu pendant la suite des décharges et charges successives, l'électrode négative, en général, ne présente pas de chute de matière. Lorsqu'elle a perdu suffisamment de matière active, la positive voit sa capacité baisser à moins que le support ne soit en plomb doux et qu'au fur et à mesure de la chute du peroxyde de plomb celui-ci soit remplacé par une quantité équivalente de peroxyde formé par le courant aux dépens du support (cas des plaques positives à grande surface).

La négative, sans perdre de matière, voit souvent sa capacité diminuer avec le nombre de décharges par suite de contraction de la matière dont la porosité diminue. Ce phénomène est tout à fait différent de la sulfatation avec laquelle on l'a souvent confondu.

La durée d'une négative n'étant pas en général limitée par une dégradation apparente, on doit l'exprimer soit en nombre de décharges, soit en nombre total d'ampères-heure débités jusqu'à obtention d'une capacité limite déterminée et correspondant, par exemple, à une diminution de tant pour 100 de la capacité initiale.

Quand on réfléchit aux modifications profondes que ces actions électrochimiques font subir aux matières actives qui, pendant la décharge, passent de l'état moléculaire à l'état d'ions pour reprendre l'état moléculaire sous forme d'un corps différent et, pendant la charge, subissent les transformations inverses, on ne doit pas s'étonner qu'une suite plus ou moins longue de décharges et de charges successives amène une modification importante de l'état moléculaire initial des matières actives.

Lorsque, pendant la charge, les ions $\overset{++}{Pb}$ émis par le sulfate de plomb sont reprécipités à l'état moléculaire par neutralisation de leur charge, sur l'électrode négative, ils n'occupent pas forcément le même point qu'à la charge précédente. Chacune des charges donne en réalité un dépôt électrolytique de nature variable avec les conditions dans lesquelles elle est effectuée (nature de l'électrolyte, intensité, température, etc.). Or ces conditions peuvent varier pendant le fonctionnement de l'accumulateur et, dans tous les cas, elles diffèrent plus ou moins, mais d'une manière très sensible, de celles de la charge de formation de l'électrode qui a provoqué l'état initial du plomb spongieux. Par suite de la très faible solubilité du sulfate de plomb, la différence d'état moléculaire du plomb spongieux n'est pas apparente d'une décharge à la suivante ; mais elle peut le devenir très nettement après un certain nombre de charges et de décharges successives.

C'est ainsi qu'une négative à matière active très divisée, c'est-à-dire composée de très petits cristaux de plomb séparés par des pores très nombreux et très petits, voit peu à peu ces pores se boucher par la précipitation de nouveaux ions $\overset{++}{Pb}$. La matière active devient de moins en moins poreuse et cette contraction entraîne une diminution de la capacité en fonction du nombre de décharges. Pour donner une idée de la rapidité de cette contraction, nous signalerons qu'une négative à oxyde rapporté de faible épaisseur peut perdre plus de 50 pour 100 de sa capacité initiale après 100 charges et décharges successives. En même temps que la matière se contracte, on constate la production de fissures ou crevasses le long des nervures des supports conducteurs, c'est-à-dire aux endroits où s'est produite pendant la décharge la plus forte proportion de sulfate de plomb. On peut dire qu'une véritable diffusion de solutions de sulfate de plomb s'opère de ces points vers les autres points des pastilles où se constate la contraction. Le phénomène parvient quelquefois à un tel degré que la pastille se déchausse complètement de son alvéole et tombe entière au fond de l'élément.

Lorsque la plaque négative est contractée au point que sa capacité n'est plus suffisante, on peut lui rendre ses qualités initiales par une régénération qui consiste à charger la plaque en positive, de manière à obliger la matière active à se sulfater profondément et même à se peroxyder. Il en résulte une augmentation de volume qui entraîne la disparition ou la diminution des fissures et lorsqu'on forme à nouveau la plaque en négative, le plomb spongieux reprend une porosité qui dépend des conditions de cette formation.

La contraction de la matière négative pendant le fonctionnement de l'accumulateur peut être évitée ou atténuée de différentes manières. En ajoutant à la matière

Digitized by Google

certaines substances inertes, inattaquables à l'acide sulfurique, celles-ci après formation remplissent les pores. Elles ne gênent pas les réactions de décharge si elles sont suffisamment poreuses ; mais elles s'opposent pendant la charge à la précipitation des ions $\overset{++}{\mathrm{Pb}}$ dans les pores qu'elles occupent. La contraction ne se produit donc pas et même, dans certains cas, on peut constater un phénomène inverse au bout d'un nombre plus ou moins grand de charges et de décharges : la matière active tend à sortir des alvéoles et les pastilles paraissent gonflées. On comprend en effet que, si les ions $\overset{++}{\mathrm{Pb}}$ n'ont plus la possibilité de se précipiter à l'état moléculaire dans les pores, cette précipitation se fasse peu à peu à la surface de la pastille. Cette nouvelle couche extérieure, n'ayant pas de matière inerte dans ses pores, peut à son tour se contracter et se crevasser. L'expérience montre bien que de telles négatives ont une capacité qui diminue beaucoup moins vite, en fonction du nombre de charges et de décharges, qu'une négative ordinaire.

Un deuxième moyen consiste à donner au plomb spongieux, pendant la formation, un état cristallin particulier. Nous avons vu qu'on peut augmenter la grosseur des cristaux en choisissant notamment un électrolyte (sulfates alcalins par exemple) dans lequel le sulfate de plomb est plus soluble et nous savons que, pour une même porosité apparente de matière active, la capacité initiale est d'autant plus petite que les cristaux sont plus gros. Les pores étant alors d'un plus grand volume et la matière beaucoup moins divisée, la précipitation des ions $\overset{++}{\mathrm{Pb}}$ à l'état moléculaire dans ces pores peut se faire pendant une très longue suite de charges et de décharges, avant d'amener leur obturation. Non seulement la capacité ne va pas en diminuant avec le nombre de charges et de décharges, mais encore elle peut aller en augmentant, par suite de la division de plus en plus grande de la matière, les cristaux diminuant en volume et augmentant en nombre. En réglant la formation de telle manière que les cristaux aient le plus grand volume possible, étant donnée la capacité qu'on désire obtenir, on se trouve dans les meilleures conditions pour avoir une négative de longue durée, c'est-à-dire dont la capacité ne baisse au-dessous de sa valeur initiale qu'après un très grand nombre de charges et de décharges.

On peut enfin empêcher le plomb spongieux de se contracter en l'obligeant de reprendre à chaque charge l'état cristallin obtenu pendant la formation. Il suffit pour cela d'ajouter à l'électrolyte de fonctionnement de l'accumulateur certains sels tels que les sulfates alcalins avec lesquels on augmente la solubilité du sulfate de plomb. En opérant ainsi avec une négative déjà contractée, on voit sa capacité remonter peu à peu avec le nombre de charges et de décharges successives. Il faut veiller à ne pas trop augmenter la solubilité de sulfate de plomb, faute de quoi la précipitation du plomb moléculaire pendant les charges se fait à la surface extérieure des pastilles de matière active qui finissent par présenter des gonflements.

D'une manière générale, les négatives qui conservent leur capacité ont une tendance au gonflement au bout d'un grand nombre de charges et de décharges, tandis que celles qui se contractent baissent assez rapidement de capacité.

Qu'il s'agisse de la négative en formation ou de la négative en fonctionnement dans l'accumulateur, la nature de l'électrolyte joue un rôle très important et il suffit parfois d'une proportion relativement faible d'une matière ajoutée à l'électrolyte sulfurique ordinaire pour modifier profondément les qualités de l'électrode.

Les modifications que ces additions apportent étant une conséquence des différences de solubilité du sulfate de plomb, on peut penser que la température doit aussi avoir une action sur la durée des négatives. On trouve en effet un avantage au point de vue de la durée à faire la formation à température élevée, cet avantage paraissant d'autant plus marqué que l'électrolyte de formation dissout davantage le sulfate de plomb.

Durée de l'électrode positive. — Les questions de solubilité de matière dans l'électrolyse, soit pendant la formation, soit pendant le fonctionnement, doivent avoir également leur influence sur la durée des plaques positives, c'est-à-dire sur le nombre de décharges ou sur le nombre total d'ampères-heure qu'elles peuvent débiter avant la chute d'une partie importante de la matière active. Dans les plaques à oxyde rapporté, lorsque la matière arrive à un état suffisant de division, la chute s'accélère et la capacité baisse rapidement.

Il faut considérer ici les solubilités du sulfate de plomb et du peroxyde de plomb. Ces dernières étant mal connues, les prévisions sont difficiles. Cependant les faits d'expérience nous apprennent que, lorsqu'on forme des plaques positives de même densité d'empâtage à différentes températures, si la capacité initiale est un peu inférieure quand la température est plus élevée, en revanche la durée, dans les mêmes conditions de fonctionnement, est nettement superieure. N'est-ce pas l'indice de l'obtention de cristaux plus volumineux lorsque la température s'élève.

Cette influence de la température est plus importante encore pendant le fonctionnement même de l'accumulateur.

Deux positives empâtées et formées de la même manière, fonctionnant dans les mêmes conditions peuvent avoir des durées variant dans un rapport de 1 à 2 et quelquefois même davantage si la température de fonctionnement est 20° C ou si elle est de 45° C.

La raison ci-dessus indiquée (augmentation de la solubilité du peroxyde de plomb avec la température), qui agissait seulement pendant la charge de formation, agit ici à chaque charge successive.

Doit-on supposer aussi que tout ce qui tend à augmenter la solubilité du sulfate de plomb a, contrairement à ce qui se passe à la négative, une influence défavorable sur la durée de la positive ? Ce qui permettrait cette hypothèse, c'est que la matière positive en charge émet d'abord des ions $\overset{++}{\mathrm{Pb}}$ tout comme la négative ; mais, par

Digitized by Google

suite du signe de leur charge, ces ions ont tendance à sortir de la matière positive, contrairement à ce qui se passe à la négative. Ce qui, dans tous les cas, est certain, c'est que, si l'on ajoute à l'acide de fonctionnement de l'accumulateur un sulfate alcalin comme le sulfate d'ammonium augmentant la solubilité du sulfate de plomb, on réduit sensiblement la durée de la positive en augmentant la chute de matière active et cela d'autant plus que les additions sont plus importantes. Nous avons vu que ces additions sont, au contraire, profitables aux négatives dont elles évitent ou combattent la contraction.

Cette dernière hypothèse peut d'ailleurs permettre d'expliquer l'influence ci-dessus indiquée de la température. Pendant la charge, en effet, la concentration de l'acide dans les pores de la matière active positive reste d'autant plus élevée que la température est plus basse puisque la diffusion agit moins. Or, dans les limites de concentrations employées, l'acide dissout d'autant plus le sulfate de plomb qu'il est plus concentré. En favorisant la diffusion, l'élévation de la température provoquerait donc une diminution de la solubilité du sulfate de plomb, corrélative d'une augmentation de durée de la matière positive.

On peut diminuer d'une manière importante la chute de la matière active positive et, par suite, augmenter la durée de la positive à oxyde rapporté en la recouvrant d'un diaphragme poreux appliqué à sa surface. Ce diaphragme doit être suffisamment poreux pour ne pas amener une diminution trop importante de la capacité aux régimes élevés. Il doit être, en outre, en matière aussi peu attaquable que possible par les solutions d'acide sulfurique. Cependant, il n'existe pas de matière absolument inattaquable et, dans le fonctionnement de l'élément, il faut compter avec les petites quantités de matières que l'attaque du diaphragme amène en solution.

Avec les diaphragmes en amiante bleu (silicate complexe mais principalement de fer), l'électrolyte dissout peu à peu du sulfate de fer. Le verre lui-même, employé à l'état filé et par conséquent très divisé, met en solution des sulfates alcalins dont une proportion suffisante peut provoquer les phénomènes que nous avons déjà indiqués et notamment, dans certains cas, un gonflement de la matière active négative.

La présence du sulfate de fer dans l'électrolyte de fonctionnement entraîne des conséquences dont il faut tenir compte. Nous ne parlons ici qu'en passant de l'influence sur les actions locales. Cette influence très connue est due aux deux degrés d'oxydation du sulfate de fer qui, diffusant d'une électrode à l'autre, oxyde la négative et réduit la positive. Mentionnons cependant que, si le diaphragme en amiante est la cause du mal, il apporte aussi le remède en s'opposant à la diffusion du sulfate ferrique vers la négative et inversement du sulfate ferreux vers la positive. C'est sur la durée que nous voulons signaler le fait curieux suivant, dû vraisemblablement à la présence du sulfate de fer dans l'électrolyte. Lorsque la plaque positive fonctionne à une température élevée, la désagrégation de la matière active positive est accélérée, de sorte que la présence du diaphragme en amiante ne procure une augmentation de la durée que lorsque le fonctionnement se fait à une température normale, peu supérieure à la température ambiante.

D'ailleurs, un diaphragme, quel qu'il soit, n'empêche jamais d'une manière absolue la chute de matière positive. Même s'il s'oppose au passage des parties très divisées de peroxyde, il se laisse traverser par le sulfate de plomb qui peut passer à l'état de solution saturée et se déposer au fond de l'élément.

Conclusions. — Sans entrer dans de trop longs détails qui n'intéresseraient que les spécialistes, nous avons voulu, par ces quelques explications, montrer l'influence considérable, mais peu connue, que peuvent avoir dans les accumulateurs à matières actives dites insolubles les questions de solubilité et d'état moléculaire sur les deux principaux facteurs à considérer en pratique dans le fonctionnement : la capacité et la durée des électrodes. Ces questions intéressent à la fois le constructeur et l'exploitant, et leur connaissance plus approfondie serait de nature à apporter de nouveaux perfectionnements à l'accumulateur au plomb.

(*A suivre.*) L. Jumau.

L'enroulement série et l'enroulement parallèle imbriqué dans les machines à courant continu avec pôles auxiliaires

Dans cet article l'auteur se propose de démontrer que le choix entre l'enroulement série et l'enroulement parallèle pour le calcul d'une machine à courant continu doit être fait après avoir étudié en détail tous les avantages et tous les inconvénients de chacun d'eux et pour chaque machine séparément. A l'aide des formules du professeur Arnold, il étudie les différents cas dans lesquels l'un ou l'autre de ces deux enroulements peut être plus ou moins avantageux au point de vue de la commutation. En outre, il attire l'attention sur le moyen d'améliorer la commutation en diminuant la perméance de l'encoche et de l'entrefer, de même que sur la manière différente dont se répartit le courant pour chacun de ces deux enroulements.

Le choix entre l'enroulement série et parallèle imbriqué est dicté, premièrement par la grandeur du courant dans l'induit, deuxièmement par les conditions de la commutation.

On ne cherche pas à dépasser 250 à 300 A par conducteur, quoique beaucoup de machines à courant continu soient exécutées avec 400 A et plus. Pour éviter les pertes par courants de Foucault dans les barres de grandes

Digitized by Google

dimensions, on prend plusieurs barres en parallèle, ou on emploie, si les circonstances le permettent, des câbles composés de fils fins.

Nous avons eu l'occasion d'exécuter une machine, avec l'enroulement série en câble qui fonctionnait bien avec 375 A par conducteur.

Au point de vue du nombre de barres, l'enroulement parallèle, donnant p fois plus de sections ($2p$ = nombre de pôles de la machine) amène à avoir p fois plus de lames. Cela peut devenir très gênant et même souvent impossible à réaliser.

Pour éviter ce grand nombre de sections, on est obligé de prendre plusieurs spires par section et, de ce fait, les conditions de la commutation deviennent plus difficiles.

Examinons ceci en utilisant les notations de formules suivantes données par le professeur Arnold pour les tensions de la commutation soient :

E_0, la tension moyenne se produisant dans le nombre maximum de spires en court-circuit qui se trouvent sous le balai :

$$E_0 = 2S_k \left(V \times \frac{N}{K} \times l_i \times O_i\right)\left(\frac{t \times \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right) \times 10^{-6};$$

E_s, la tension produite par son champ propre, au moment de sa sortie du court-circuit, dans la spire entrée la dernière dans le court-circuit :

$$E_s = \frac{\beta}{b}\left(\frac{N}{K} \times l_i \times O_i \times V\right) \lambda_L \times 10^{-6};$$

Z, la longueur de la zone de la commutation pour le pas d'enroulement non raccourci

$$t + \frac{D_i}{D_c} \times b - \frac{a}{p} \times \frac{D_i}{D_c} \beta;$$

t, le pas dentaire;

S_k, le nombre de spires en court-circuit $= \frac{b}{\beta} \times \frac{p}{a}$;

β, le pas de lames;

b, la largeur du balai;

O_i, les ampères-fils par centimètre de périphérie de l'induit $= \frac{N \times I}{2 \times a \times \pi \times D_i}$ où I est le courant total dans l'induit;

D_i, le diamètre d'induit;

D_c, le diamètre du collecteur;

l_i, la longueur idéale d'induit;

2_p, le nombre de pôles;

2_a, le nombre de voies d'enroulement;

N, le nombre total de barres;

K, le nombre de lames au collecteur;

V, la vitesse périphérique d'induit en mètres par seconde;

λ_N, la perméance du champ de fuite produite par le courant d'une encoche par centimètre de longueur d'induit;

λ_L, la perméance du champ total propre produit par le courant d'une bobine par centimètre de longueur d'induit;

λ_q, la perméance du champ d'induit dans la zone neutre.

Pour l'enroulement parallèle $a = p$, — pour l'enroulement série $a = 1$.

Supposons que nous ayons une machine pour laquelle nous arrivions à un nombre de spires égal au nombre de sections, soit avec un enroulement parallèle, soit avec un enroulement série. Dans ce cas, S_k et, en conséquence, E_0 sont p fois plus grands pour l'enroulement série que pour l'enroulement parallèle.

D'un autre côté, E_s reste le même pour les deux enroulements. Nous voyons donc, dans ce cas, l'avantage nettement du côté de l'enroulement parallèle. Nous admettons pour le moment que toutes les autres valeurs, qui entrent dans les formules de tensions, restent les mêmes pour les deux enroulements.

Si, au contraire, en choisissant l'enroulement parallèle, nous étions obligés d'avoir plusieurs spires par section, par exemple c spires, au lieu d'une spire avec l'enroulement série, nous devrions envisager les trois cas différents : $c < p$, $c = p$, $c > p$.

Le *premier cas*, $c < p$, donne :

$$\underset{\text{enr. par.}}{E_0} < \underset{\text{enr. série}}{E_0} \quad \text{et} \quad \underset{\text{enr. par.}}{E_s} > \underset{\text{enr. série}}{E_s}.$$

Le *deuxième cas*, $c = p$, donne :

$$\underset{\text{enr. par.}}{E_0} = \underset{\text{enr. série}}{E_0} \quad \text{et} \quad \underset{\text{enr. par.}}{E_s} > \underset{\text{enr. série}}{E_s}.$$

Le *troisième cas*, $c > p$, donne :

$$\underset{\text{enr. par.}}{E_0} > \underset{\text{enr. série}}{E_0} \quad \text{et} \quad \underset{\text{enr. par.}}{E_s} > \underset{\text{enr. série}}{E_s}.$$

Prenons comme exemple une machine dont le nombre de pôles est $2 = 6$ et examinons les tensions E_0 et E_s, pour les deux enroulements.

Nous aurons dans le premier cas, suivant que nous prendrons :

L'enroulement parallèle avec $c = 2$ spires par section, ou l'enroulement série avec $c = 1$ spire par section.

$$\underset{\text{enr. par.}}{S_k} = \frac{b}{\beta} \cdot \frac{p}{a} = \frac{b}{\beta} \cdot \frac{3}{3} = \frac{b}{\beta}, \qquad \underset{\text{enr. par.}}{\frac{N}{K}} = 2c = 4,$$

$$\underset{\text{enr. par.}}{E_0} = 2S_k \left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right)\left(\frac{t \times \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$= 8\frac{b}{\beta}(l_i \times V \times O_i)\left(\frac{t \times \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$\underset{\text{enr. série}}{S_k} = \frac{b}{\beta} \cdot \frac{p}{a} = \frac{b}{\beta} \cdot \frac{3}{1} = 3\frac{b}{\beta}, \qquad \underset{\text{enr. série}}{\frac{N}{K}} = 2c = 2,$$

$$\underset{\text{enr. série}}{E_0} = 2S_k \left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right)\left(\frac{t \times \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$= 12\frac{b}{\beta}(l_i \times V \times O_i\left(\frac{t \times \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$\underset{\text{enr. par.}}{E_s} = \frac{\beta}{b}\left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right)\lambda_L = 4\frac{\beta}{b}(l_i \times V \times O_i\ \lambda_L$$

$$\underset{\text{enr. série}}{E_s} = \frac{\beta}{b}\left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right)\lambda_L = 2\frac{\beta}{b}(l_i \times V \times O_i\ \lambda_L$$

Digitized by Google

Donc

$$\underset{\text{enr. par.}}{E_0} = 0{,}67\, \underset{\text{enr. série}}{E_0} \quad \text{et} \quad \underset{\text{enr. par.}}{E_s} = 2\, \underset{\text{enr. série}}{E_s}.$$

Dans le second cas, nous aurons, suivant que nous considérerons :

L'enroulement parallèle avec $c = 3$ spires par section ou l'enroulement série avec $c = 1$ spire par section.

$$\underset{\text{enr. par.}}{S_k} = \frac{b}{\beta}, \qquad \underset{\text{enr. par.}}{\frac{N}{K}} = 2c = 6,$$

$$\underset{\text{enr. par.}}{E_0} = 2 S_k \left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right)\left(\frac{t \times \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$= 12 \frac{b}{\beta} (l_i \times V \times O_i)\left(\frac{t \times \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$\underset{\text{enr. série}}{S_k} = 3 \frac{b}{\beta}, \qquad \underset{\text{enr. série}}{\frac{N}{K}} = 2c = 2,$$

$$\underset{\text{enr. série}}{E_0} = 2 S_k \left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right)\left(\frac{t + \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$= 12 \frac{b}{\beta} (l_i \times V \times O_i)\left(\frac{t \times \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$\underset{\text{enr. par.}}{E_s} = \frac{\beta}{b} \cdot \left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right) \lambda_L = 6 \frac{\beta}{b} (l_i \times V \times O_i)\, \lambda_L,$$

$$\underset{\text{enr. série}}{E_s} = \frac{\beta}{b} \left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right) \lambda_L = 2 \frac{\beta}{b} (l_i \times V \times O_i)\, \lambda_L.$$

Donc

$$\underset{\text{enr. par.}}{E_0} = \underset{\text{enr. série}}{E_0} \quad \text{et} \quad \underset{\text{enr. par.}}{E_s} = 3\, \underset{\text{enr. série}}{E_s}.$$

Enfin, dans le troisième cas, nous obtiendrons, suivant que l'on aura :

L'enroulement parallèle avec $c = 4$ spires par section, ou l'enroulement série avec $c = 1$ spire par section.

$$\underset{\text{enr. par.}}{S_k} = \frac{b_1}{\beta}, \qquad \underset{\text{enr. par.}}{\frac{N}{K}} = 2c = 8,$$

$$E_0 = 2 S_k \left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right)\left(\frac{t \times \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$= 16 \frac{b}{\beta}\, l_i \times V \times O_i)\left(\frac{t \times \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$\underset{\text{enr. série}}{S_k} = 3 \frac{b}{\beta}, \qquad \underset{\text{enr. série}}{\frac{N}{K}} = 2c = 2,$$

$$\underset{\text{enr. série}}{E_0} = 2 S_k \left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right)\left(\frac{t + \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$= 12 \frac{b}{\beta}\, l_i \times V \times O_i)\left(\frac{t \times \lambda_N}{Z} + \lambda_q\right),$$

$$\underset{\text{enr. par.}}{E_s} = \frac{\beta}{b} \left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right) \lambda_L = 8 \frac{\beta}{b} (l_i \times V \times O_i)\, \lambda_L,$$

$$\underset{\text{enr. série}}{E_s} = \frac{\beta}{b} \left(\frac{N}{K} \times l_i \times V \times O_i\right) \lambda_L = 2 \frac{\beta}{b} (l_i \times V \times O_i)\, \lambda_L.$$

Donc

$$\underset{\text{enr. par.}}{E_0} = 1{,}32\, \underset{\text{enr. série}}{E_0} \quad \text{et} \quad \underset{\text{enr. par.}}{E_s} = 4\, \underset{\text{enr. série}}{E_s}.$$

Dans les deuxième et troisième cas, l'avantage est nettement du côté de l'enroulement série. Dans le premier cas, il nous faut calculer les tensions pour pouvoir juger. Dans la pratique, on est plus souvent à la limite avec la tension E_s, qu'avec la tension E_0 et on préfère souvent, même dans le premier cas, l'enroulement série.

Nous avons eu l'occasion d'améliorer la commutation d'une série de machines à 4 pôles en remplaçant leurs enroulements parallèles avec 2 spires par section par les enroulements série avec 1 spire par section.

En faisant ce changement d'enroulements, nous obtenions la même tension E_0 qu'avant, mais avec tension E_s deux fois plus petite, les résultats étaient extrêmement satisfaisants.

En général, dans les cas de machines avec commutation difficile, il est préférable de prendre un enroulement parallèle avec une spire par section.

Si cela n'est pas possible, à cause du très grand nombre de spires obtenues pour une tension et vitesse déterminées, on mettra alors plusieurs spires par section.

On est donc obligé de choisir entre un enroulement parallèle avec beaucoup de spires par section et un enroulement série avec une, deux ou plusieurs spires par section.

Il faut calculer les tensions E_0 et E_s pour savoir lequel des enroulements permettra de rester dans la limite permise. Ces limites ne sont pas les mêmes pour toutes les machines. Elles dépendent, entre autres, de la grandeur de la machine, du nombre de pôles, de la distance entre les becs de pièces polaires, de leurs formes et de l'entrefer. Ces limites varient pour E_0 de 10 à 20 v, et pour E_s de 0,5 à 1 v pour les machines avec pôles auxiliaires.

En dehors des tensions E_s et E_0, le constructeur doit calculer la tension avec lames. Souvent, on est obligé d'employer l'enroulement parallèle, même pour les machines avec une petite intensité, pour éviter la grande tension entre lames qu'on aurait en prenant l'enroulement série. Un moyen de réduire encore les tensions E_s et E_0 est de diminuer les perméances λ_N et λ_L. Pour cela, on cherche à faire peu d'encoches avec la largeur d'encoche la plus grande possible, en mettant beaucoup de conducteurs dans une encoche. On obtient en plus un amortissement mutuel plus grand entre spires pendant le court-circuit.

Cependant, il ne faut pas aller au-dessous de 3 à 4 encoches entre les becs de pièces polaires pour ne pas avoir de fluctuations brusques, dans la zone de commutation.

Dans ce cas, il est à souhaiter que le constructeur calcule, non seulement E_0 moyen, mais aussi E_0 maximum, qui grandit avec l'augmentation de spires dans l'encoche.

Dans les machines avec commutation difficile, on

Digitized by Google

cherche souvent à mettre deux barres par encoche pour avoir pendant la commutation changement du volume du courant d'encoche selon une droite. Mais il faut remarquer que, dans les machines avec un grand nombre de barres, on arrive, dans ce cas, à une trop petite largeur d'encoche et, par conséquent, les perméances λ_N et λ_L trop grandes, de sorte qu'il n'est plus avantageux d'avoir deux barres par encoche.

Le moyen de diminuer λ_q consiste à faire les machines avec de grandes distances entre becs polaires et grand entrefer.

Au point de vue de la symétrie de la répartition du courant dans les branches d'enroulement, l'enroulement série est à peu près équivalent à l'enroulement parallèle muni de connexions équipotentielles. Mais dans les machines à grand nombre de pôles, l'enroulement série présente, comme on verra, quelques désavantages sérieux. Dans l'enroulement parallèle, chaque balai porte le courant de la branche avec laquelle il est en contact direct. Dans l'enroulement série, au contraire, la sortie et l'entrée du courant se fait théoriquement par deux balais seulement. En réalité, les autres balais de même polarité reçoivent aussi le courant par l'intermédiaire de bobines se trouvant court-circuitées entre eux.

La répartition égale du courant dépend donc de l'égalité de résistance des bobines court-circuitées entre ces balais. Avec le nombre de pôles augmente donc la possibilité de charge inégale de balais de la même polarité pour l'enroulement série.

Nous supposons que ces quelques remarques, qui n'épuisent nullement la question, peuvent amener le constructeur à ne pas donner toujours la préférence au même enroulement.

La question doit être étudiée chaque fois séparément.

J. Voronoff,
Ingénieur-électricien.

Revues, analyses et informations

Les diagrammes des moteurs d'induction en coordonnées polaires (1).

Soient L_1 et r_1 l'induction et la résistance du stator L_2 et r_2 les valeurs correspondantes pour le rotor R une résistance variable représentant la charge $\omega = 2\pi$ (fréquence); E la tension aux bornes. Le courant est donné par la relation

$$I = \frac{E}{\sqrt{(r_1 + r_2 + R)^2 + \omega^2(L_1 + L_2)^2}}.$$

Si θ représente le retard du courant sur la tension

$$\sin\theta = \frac{\omega(L_1 + L_2)}{\sqrt{(r_1 + r_2 + R)^2 + \omega^2(L_1 + L_2)^2}}.$$

D'où $$I = \frac{E.\sin\theta}{\omega(L_1 + L_2)},$$

qui est l'équation polaire d'un cercle de diamètre $\frac{E}{\omega(L_1 + L_2)}$ supposé constant; ce qui est exact pour le stator, et pratiquement, pour le rotor également, E et ω variant dans un rapport constant. Pour un moteur quelconque, la méthode suivante est pratiquée :

1° Mesurer le courant et la puissance lorsque le moteur marche à faible intensité telle que OA (fig. 1);

2° Court-circuiter le rotor et appliquer une tension égale au quart ou à la totalité de la tension normale, mesurer de nouveau l'intensité et la puissance. Multiplier la valeur de l'intensité obtenue par le rapport de la tension totale à la tension appliquée, cos θ est sensiblement constant; on obtient ainsi OP_1, joindre P_1 A et élever au milieu de cette ligne une perpendiculaire qui coupe l'horizontale du point A en un point C qui est le centre du cercle cherché. $\overline{AN_0}$ représente les pertes par frottement, hystérésis, courants de Foucault ainsi qu'une perte de stator $I^2 r_1$.

Au repos, toute l'énergie fournie est absorbée par le moteur, $\overline{P_1 N_1}$ représente les pertes RI^2 dans les enroulements du rotor et du stator, si on choisit un point M_1 tel que $\overline{P_1M_1}$ représente la partie de RI^2 correspondant au rotor et $\overline{M_1 N_1}$ la partie correspondant au stator, pour toute valeur $\overline{AP}$ du courant le segment $\overline{LM}$ déterminé sur la per-

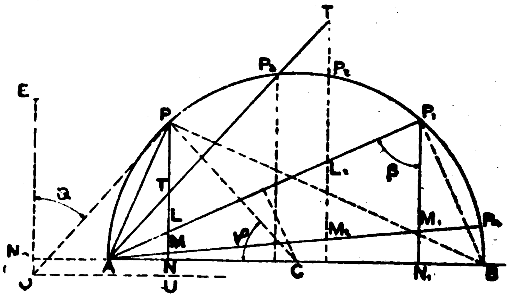


Fig. 1. — Diagramme polaire.

pendiculaire abaissée du point P représente la valeur de RI^2 due à $\overline{AP}$.

En effet, on a les proportions

$$\frac{LM}{P_1M_1} = \frac{AN}{AN_1} = \frac{\overline{AP^2}}{AB} \times \frac{AB}{\overline{AP_1}^2}.$$

Le segment $\overline{MN}$ représente la perte dans le stator, correspondant à $\overline{AP}$ au lieu de $\overline{OP}$. Mais si la perte RI^2 due à $\overline{OA}$ est comprise dans la composante $\overline{ON_0}$, on n'introduit pas une grande erreur en prenant $\overline{LN}$ pour la valeur de RI^2 et $\overline{ON_0}$ pour la valeur des pertes constantes correspondant au courant $\overline{OP}$.

M. G. Adams propose une nouvelle méthode très simple pour la construction de diagrammes en coordonnées polaires en partant de facteurs facilement déterminables à savoir : le facteur de puissance maximum et le courant de stator à pleine charge pour un moteur d'induction. P. G.

(1) Buchanan. *Transact. of the South Afr. Inst. of Elect. Eng.*, mai 1917, t. VIII, part. 5, p. 116 à 122, 2 000 mots, 2 fig. — Adams. *Loc. cit.*, p. 122-126, 950 mots, 4 fig.

SECTION INDUSTRIELLE

Sur le choix du mode de refroidissement, l'installation et l'entretien des transformateurs statiques

L'hésitation rencontrée dans le choix du mode de refroidissement des transformateurs et les multiples variantes sollicitées par les exploitants dénotent souvent une méconnaissance des avantages des différentes méthodes employées. L'étude ci-dessous doit pouvoir permettre ce choix. Les principales constructions y sont décrites et figurées. La comparaison de ces méthodes a amené l'auteur à créer un questionnaire spécial destiné aux exploitants et devant faciliter la recherche de la meilleure solution en éliminant les variantes inappropriées aux conditions locales.

De nombreuses constatations m'ont permis d'observer qu'il n'existe pas toujours un lien assez étroit entre l'exploitant et le constructeur dans l'élaboration de bien des projets.

Un architecte n'étant généralement pas un ingénieur-électricien et vice versa, il s'ensuit souvent une fausse conception d'une installation rationnelle, faute de s'être consulté mutuellement. D'autre part, le client se base fréquemment sur des données superficielles pour imposer au constructeur un matériel tout défini, alors qu'il aurait obtenu un bien meilleur résultat en lui laissant une plus grande initiative.

Nous nous contenterons de communiquer nos déductions personnelles en vue de permettre en bien des cas :

1° Un choix plus judicieux du mode de refroidissement des transformateurs en se basant d'abord sur des généralités, puis sur les conditions locales d'exploitation;

2° Une meilleure disposition des transformateurs favorisant une bonne dissipation de la chaleur engendrée;

3° Une plus grande durée dudit matériel au moyen de soins à apporter et de dispositifs spéciaux à adopter.

I. — **Façon de présenter le problème**. — Il serait d'abord intéressant de s'entendre avec les sociétés d'exploitation pour qu'elles répondent, par exemple, au questionnaire suivant, chaque fois qu'il s'agit d'une demande de transformateurs :

a) Le ou les locaux destinés à recevoir les transformateurs sont-ils déjà construits ? — Sinon, après avoir indiqué le rôle que les transformateurs sont appelés à jouer, s'entendre avec le constructeur de transformateurs pour l'élaboration des plans d'installation, indiquer la *température moyenne régionale*. — Si oui, soumettre le plan d'installation au constructeur et indiquer la *température ambiante prévue*.

b) Y a-t-il de l'eau à proximité?

Sous pression?

Sans pression (courante) ?

Sa température moyenne en été, en hiver?

Eventuellement son prix ?

Est-elle calcaire, salée, ou, d'une façon générale, susceptible d'encrasser et d'attaquer un serpentin en acier ?

Peut-on utiliser l'eau chauffée par le transformateur?

c) Etat hygrométrique de l'air; cet air est-il propre ?

Y a-t-il des poussières métalliques à craindre, dues par exemple au voisinage de machines-outils ou à celui de fumées de fours électriques ou autres ?

Au moyen de ces données et des caractéristiques du transformateur (puissance, fréquence, tension, régime, etc.), il doit être permis au constructeur de toujours trouver la *construction et le mode de refroidissement les plus rationnels* au point de vue du maximum de sécurité dans l'exploitation et avec le minimum de dépenses accessoires (énergie dépensée pour les moteurs qui actionnent les pompes ou les ventilateurs, frais d'entretien de ces appareils, personnel). Cette construction, que nous qualifions de plus rationnelle, ne sera pas forcément la plus économique au point de vue du prix d'acquisition; à ce sujet, nous mettons en garde le client contre un trop bas prix. Un prix trop faible dénote souvent une construction moins appropriée et ne saurait intéresser que le client qui aurait l'intention de revendre son installation dans de bonnes conditions, tout en se désintéressant ultérieurement du bon fonctionnement de l'exploitation. Ce client ne saurait être considéré ni du technicien, ni d'une maison sérieuse de construction.

En effet, le constructeur ne doit pas hésiter à indiquer au client tous les desiderata qu'il formule à la suite de la demande de l'exploitant et du questionnaire précité. Ainsi, par exemple, si l'eau destinée à refroidir l'huile du transformateur est très calcaire, ou si du fait du voisinage de la mer et par infiltration elle contient une assez grande quantité de sel, le constructeur recommandera l'emploi d'un serpentin en cuivre, dont le prix est pourtant sensiblement le triple de celui d'un serpentin en acier. De même, l'emploi de bornes ou de

Digitized by Google

barres omnibus en aluminium nu, sera formellement interdit dans ces mêmes régions, l'aluminium étant rapidement décomposé par les alcalis. Ces deux exemples doivent suffire pour faire voir combien importantes peuvent être les moindres précisions dans la demande.

II. — **Les différents modes de refroidissement des transformateurs.** — Récapitulons rapidement les principaux modes de refroidissement des transformateurs :

a) Transformateurs à refroidissement naturel dans l'air. Généralement, ces transformateurs sont protégés par une tôle perforée qui a l'avantage de former cheminée de tirage ne descendant pas jusqu'au sol. (Ce type n'est employé que pour les faibles puissances et les basses tensions.)

b) Transformateurs à refroidissement naturel dans l'huile.

c) Transformateurs à refroidissement par circulation d'huile qui se subdivisent en deux catégories :

1° Circulation de l'huile par thermo-siphon (fig. 1 et 6);

2° Circulation forcée de l'huile par l'intermédiaire d'une pompe à huile et d'un serpentin, ce dernier immergeant (fig. 2) dans de l'eau courante, ou refroidi par le ventilateur d'un groupe calorigène (fig. 3).

d) Transformateurs à refroidissement par insufflation d'air au moyen d'un ventilateur (fig. 4).

e) Transformateurs à refroidissement par circulation d'eau dans l'intérieur d'un serpentin immergeant dans la partie la plus chaude de l'huile du transformateur (fig. 5).

A ces principales méthodes, il faut ajouter celles moins répandues de refroidir les parois de la cuve du transformateur par une chemise d'eau, ou par soufflage d'un ventilateur.

III. — **Comparaison des différents modes de refroidissement.** — De même qu'il peut y avoir intérêt à répartir une certaine puissance à transformer en un certain nombre d'unités à puissance réduite, afin de ne pas s'exposer à paralyser toute une centrale du fait d'une avarie, ou pour obtenir une plus grande élasticité de l'exploitation, due à la possibilité d'avoir du matériel de rechange facilement substituable au matériel avarié, sans interruption de service; de même, un partage convenable de la puissance totale en transformateurs à puissance partielle peut entraîner à un choix plus économique et plus rationnel du mode de refroidissement.

Mais cette question plus complexe du choix de la puissance par unité des transformateurs ne saurait trouver place ici et nous nous réservons l'occasion de la traiter dans un autre article.

Il s'agit ici simplement du choix du refroidissement pour un transformateur de moyenne ou de grande puissance (minimum 1 000 kv-A à 50 p : sec ou 750 kv-A à 25 p : sec, transformateurs donnant sensiblement les mêmes pertes et nécessitant généralement un refroidissement artificiel).

Les transformateurs à huile et circulation d'eau dans un serpentin sont préférables à ceux à insufflation d'air, généralement meilleur marché, ou à ceux sensiblement de même prix à circulation forcée d'huile. Les transformateurs à insufflation d'air sont susceptibles d'encrassements qui peuvent entraîner à un claquage et limitent de ce fait la tension à employer à un maximum ne devant guère excéder 15 000 v en Europe.

D'autre part, le frottement de l'air insufflé peut entraîner à la longue une désagrégation du calage des bobines.

Enfin, si le ventilateur venait à s'arrêter de fonctionner sans que l'on en soit rapidement averti, le danger couru par le transformateur, du fait de la forte exploitation des matières actives, serait bien plus grand que dans le cas d'un transformateur à huile et eau, dont l'eau viendrait à manquer à son tour, l'huile formant pour ainsi dire volant et présentant par sa grande quantité une certaine inertie qui s'oppose aux variations brusques de température. La courbe ascendante d'échauffement du transformateur a précisément dans le premier cas une allure bien plus rapide que pour le deuxième cas.

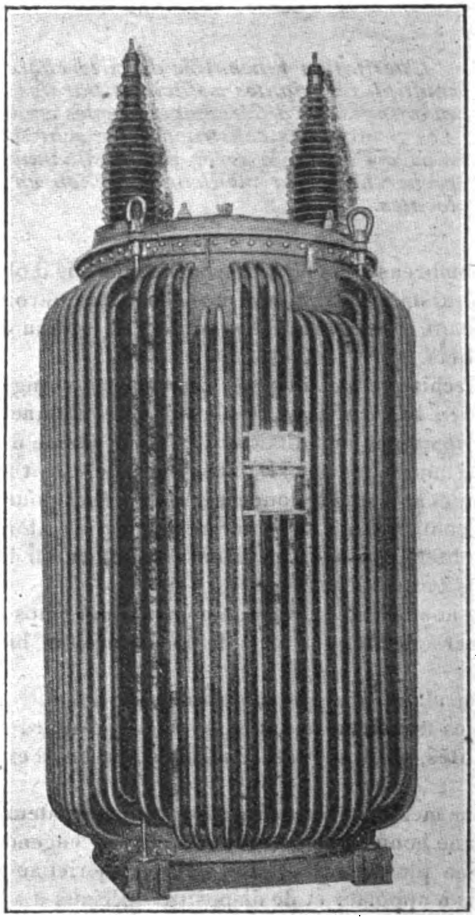


Fig. 1. — Transformateur monophasé à huile et refroidissement par thermo-siphon (tubes latéraux).

Lorsque l'air renferme beaucoup d'humidité, il peut se produire des phénomènes de condensation qui dimi-

Digitized by Google

nueront considérablement l'isolement des bobinages. Ainsi, pour éviter poussières et humidité et avoir un fonctionnement idéal avec de l'air insufflé, il faudrait filtrer et sécher l'air avant de le laisser pénétrer dans le transformateur, ce qui serait très onéreux pour de moyennes puissances et ferait perdre à ce genre d'appareils le seul avantage appréciable qu'ils ont, d'être bon marché.

Toutefois, pour de grandes puissances par unité ou pour des installations très importantes, ces frais tombent

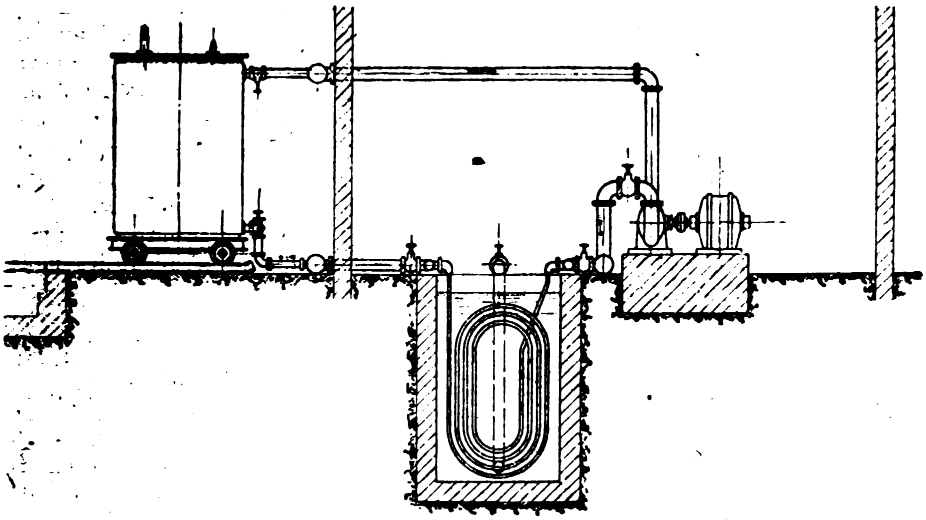


Fig. 2. — Transformateur avec circulation d huile dans un serpentin, lequel baigne dans de l'eau courante.

considérablement; c'est pourquoi on rencontre plus souvent ce genre d'appareils en Amérique que sur le continent. D'autre part, ces appareils semblent être employés par les Américains pour les centrales et sous-stations de transformation de tramways où ils alimentent

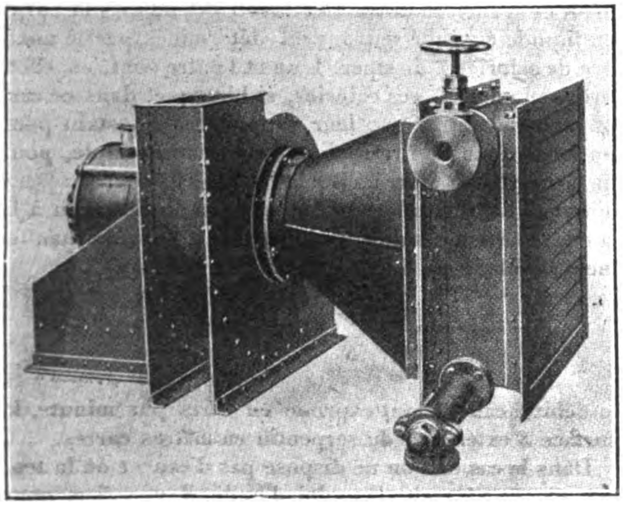


Fig. 3. — Groupe calorigène à insufflation d'air.

des commutatrices en plein centre de grandes agglomérations où l'eau coûte cher, ou enfin dans de grandes villes maritimes où l'emploi de l'eau salée n'est pas recommandable.

Les transformateurs à insufflation d'air ne peuvent être employés pour de grandes tensions que si leur puissance est assez élevée pour que les frais occasionnés par l'emploi de filtres d'air, absolument nécessaires dans ce cas, puissent être considérés comme négligeables par rapport aux prix d'acquisition des transformateurs et aux frais globaux de l'exploitation.

Ces filtres d'air présentant une assez grande résistance au passage de l'air, entrainent du reste également à un groupe moteur ventilateur plus puissant, à une plus grande dépense d'énergie pour l'alimentation du groupe,

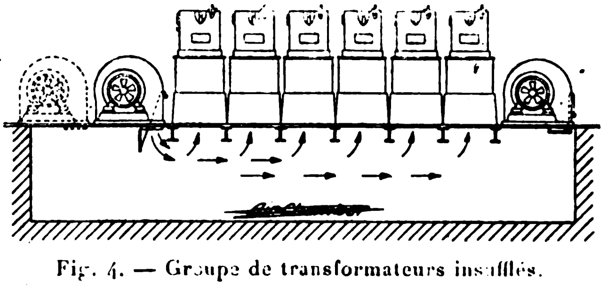


Fig. 4. — Groupe de transformateurs insufflés.

et grèvent les frais d'exploitation des faibles et moyennes installations.

Malgré les critiques ici formulées contre les transformateurs à insufflation d'air, il faut reconnaître que certaines de ces installations ont donné d'excellents résultats. Ces transformateurs, du type à noyaux, employés pour l'électrométallurgie, précisément pour de moyennes puissances, de faibles tensions et de grandes intensités ont généralement de très grands canaux de ventilation, lesquels excluent toute possibilité d'encrassement ou de

Digitized by Google

court-circuit, tout en présentant l'avantage pour ce genre d'appareils, d'augmenter la réactance; mais l'emploi de ces appareils est *limité aux fours électriques de moyennes puissances et à une faible tension d'alimentation*.

Quant aux transformateurs à circulation forcée d'huile, par groupe moteur-pompe, ils ne sont pas très répandus, du fait du mauvais fonctionnement fréquent de ces pompes. En effet, rares sont les maisons qui garantissent le bon fonctionnement des pompes à huile. Le degré de viscosité variable des huiles employées, la grande facilité d'infiltration de l'huile par toutes les fissures, lorsqu'elle est chaude, rendent ce système peu recommandable jusqu'à ce que de meilleures pompes se présentent sur le marché. A ce moment, ce système aurait l'avantage de ne pas introduire d'eau dans l'intérieur du transformateur, d'avoir toujours le même fluide en mouvement, ce qui ne nécessite pas un filtrage permanent, mais un filtrage de temps en temps (deux fois par an, par exemple), si bien qu'un seul filtre peut suffire pour toute une installation, en contradiction avec les transformateurs à insufflation d'air, dont le filtre d'air doit être installé à demeure.

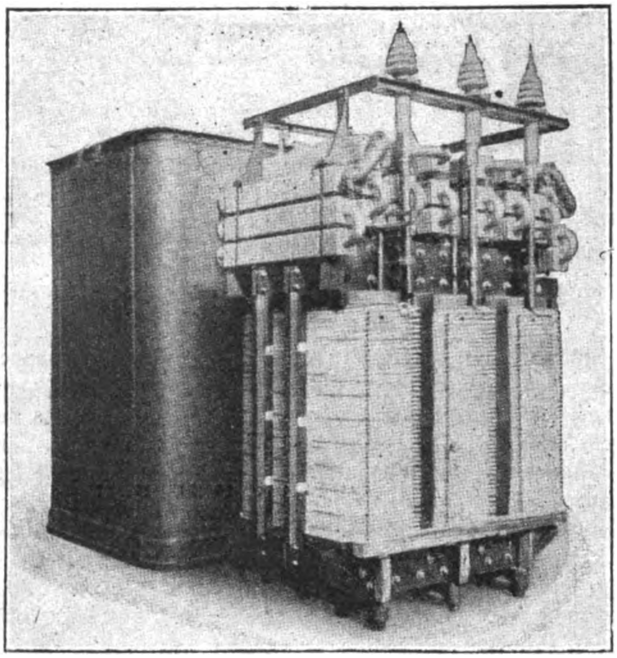


Fig. 5. — Transformateur triphasé à refroidissement par circulation d'eau et serpentin à ailettes.

Enfin, le refroidissement est rendu très efficace par cette circulation forcée de l'huile.

En cas d'arrêt du fonctionnement de la pompe, le danger se trouve encore réduit par rapport à celui que courrait un transformateur ventilé dont le groupe moteur-ventilateur viendrait à s'arrêter.

L'emploi d'eau courante calcaire ou salée serait moins grave, cette eau léchant l'extérieur du serpentin contrairement aux transformateurs à circulation intérieure d'eau, dont la partie intérieure du serpentin serait attaquée, tandis que la section nécessaire au passage d'eau se trouverait réduite du fait d'un dépôt calcaire.

Enfin, il est évident qu'une crevaison du serpentin serait bien plus grave dans le cas du transformateur à circulation intérieure d'eau.

Pour le type cuirassé, le refroidissement par insufflation d'air n'est pas recommandable, vu les dimensions relativement restreintes des canaux entre galettes, qui s'encrassent et facilitent les échauffements locaux et les courts-circuits. Par contre, ce type de transformateurs, dans l'huile et muni d'un serpentin (genre très répandu en Amérique) est préféré par certaines maisons pour l'alimentation des fours électriques.

En effet, les échauffements locaux y sont normalement impossibles, l'huile occupant les moindres interstices plus facilement que l'air ne le ferait (assure, d'autre part, un meilleur isolement).

Une bonne répartition des ampères-tours contribue du reste à cette amélioration.

Les différents calages, ainsi que le principe même des transformateurs cuirassés, qui enchevêtre les tôles avec les bobinages, formant un bloc très robuste susceptible de résister aux efforts mécaniques dus aux fréquents courts-circuits inhérents au fonctionnement des fours électriques, rendent précisément ce type d'appareil tout indiqué pour l'alimentation des fours électriques.

Un autre avantage est celui de ne pas craindre les poussières et vapeurs métalliques dues au voisinage du four; ce qui n'est pas le cas pour les transformateurs à insufflation d'air.

En adoptant un échauffement du fluide réfrigérant et un abaissement de température du transformateur, le débit et la surface de contact du réfrigérant avec le corps ou liquide échauffé se trouvent déterminés par le nombre de calories à dissiper. L'un et l'autre sont, en effet, proportionnels à ces calories, si bien que, dans ce cas, on peut admettre que leur rapport est constant pour un mode donné de refroidissement. Par exemple, pour un serpentin en acier à circulation intérieure d'eau (sans ailettes), un échauffement de 10 à 12° de cette eau à la sortie, une température ambiante de 15° et un échauffement l'huile de de 50°, ce rapport est environ

$$\frac{V}{S} = 4.$$

le débit d'eau V étant exprimé en litres par minute, la surface S extérieure du serpentin en mètres carrés.

Dans le cas où l'on ne dispose pas d'eau et où la tension élevée nécessite l'emploi d'huile, il y a lieu, pour des puissances supérieures à 1 500 kv-A, de provoquer une circulation intense de l'huile par thermo-siphon.

A cet effet, certaines maisons adaptent une série de tubes qui réunissent extérieurement à la cuve les niveaux supérieur et inférieur de l'huile (fig. 1). D'autres maisons disposent des bacs auxiliaires latéraux réunis à la cuve du transformateur par des raccords (fig. 6).

Ce mode de refroidissement est très efficace, mais

Digitized by Google

entraîne à des prix prohibitifs; pour cette raison, il n'est à envisager que quand on y est astreint.

Quant aux autres modes de refroidissement, chemise d'eau, enveloppe d'air, etc., ils ne sont que très peu efficaces eu égard aux débits d'eau ou d'air qu'ils nécessitent et semblent devoir être abandonnés.

En effet, soient par exemple :

V, le volume du fluide par unité de temps (débit du réfrigérant);

S, la surface de contact du réfrigérant avec le corps ou le liquide à refroidir;

s, la section pour le passage du fluide réfrigérant (normale à v);

v, la vitesse de ce fluide;

p, la partie (ou totalité) du périmètre de la section du

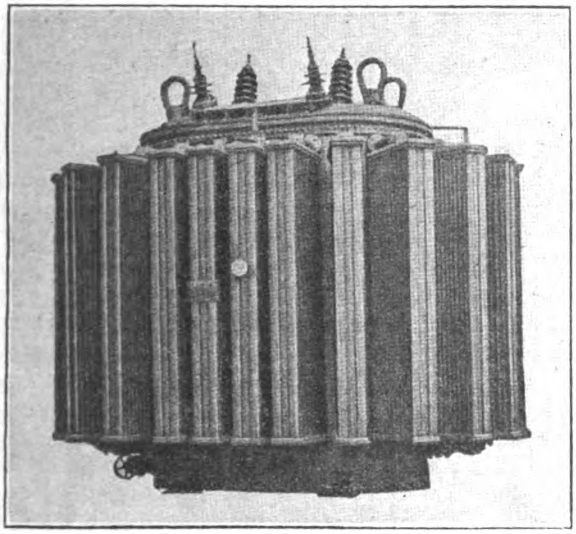


Fig. 6. — Transformateur monophasé à huile et refroidissement par thermo-siphon (bacs latéraux).

réfrigérant en contact avec le corps ou le liquide à refroidir;

l, la longueur du réfrigérant (longueur développée du serpentin, ou hauteur d'huile, ou hauteur du transformateur proprement dit, suivant qu'on a affaire à un transformateur à huile et eau, à huile et insufflation latérale d'air, ou enfin à insufflation d'air sans huile).

On a

$$\frac{V}{S} = \frac{s \times v}{p \times l}.$$

Supposons, maintenant, que v et V soient donnés, ce qui est le cas pour un mode de refroidissement imposé et pour un transformateur déterminé; s se trouvera également donné par $V = s \times v$.

Il est évident que le refroidissement sera d'autant plus efficace que S sera grand, jusqu'à concurrence d'une différence de température (entre l'huile et l'eau à sa sortie) encore assez grande pour assurer une bonne transmission de la chaleur.

Or, le moyen le plus économique, dans le cas de l'emploi d'un serpentin, consisterait à choisir le plus grand périmètre possible, tout en maintenant la section.

Un serpentin à section rectangulaire de 1×4 présenterait, par exemple, un périmètre de 40 pour 100 plus grand que celui d'un serpentin de même section circulaire, c'est-à-dire que, pour une même surface, sa longueur serait de 40 pour 100 plus petite. Il est regrettable que ces serpentins ne soient pas répandus dans l'industrie.

Enfin, dans le cas de l'emploi d'un serpentin, on peut considérablement augmenter le périmètre par l'adaptation d'ailettes à la façon des radiateurs, ce que font certains constructeurs (fig. 5).

Supposons, par contre, que S et v soient donnés; pour que le réfrigérant soit économique, au point de vue exploitation et prix de revient, et pour en augmenter le rendement, il faut que V et l soient minima. La conséquence est que v devient un minimum et p un maximum, d'où nous voyons qu'il y a toujours intérêt à augmenter le périmètre des conduits du fluide réfrigérant.

Or, p est le périmètre total de la section du serpentin (sans ailettes);

Ou p est le périmètre de la cuve qui est environ la moitié du périmetre de la section du passage du fluide, dans le cas d'une cuve lisse et d'une chemise d'eau;

Enfin p est environ les trois quarts du périmètre de la section des conduits d'air, dans le cas de cuves ondulées et d'enveloppe d'air insufflé.

Nous nous rendons compte ainsi du peu d'efficacité de ces deux derniers modes de refroidissement, sans compter que, dans le cas de l'emploi d'une chemise, l'eau doit être renfermée entre deux parois afin de permettre son évacuation par la partie supérieure; dans le cas où l'eau coule librement le long de la cuve pour être évacuée par la partie inférieure, le système devient encore plus mauvais, les parois inférieures et froides de la cuve du transformateur se trouvant échauffées par l'eau déjà chaude, ce qui inverse le problème à cet endroit.

IV. — **Installation des transformateurs.** — L'exploitant considère trop fréquemment le transformateur comme un appareil tout à fait secondaire d'une installation, n'ayant besoin d'aucun soin en cours d'exploitation et pouvant être disposé au petit bonheur dans n'importe quel local.

On s'intéresse généralement si le transformateur est, par exemple, destiné au Tonkin ou à une région boréale, mais on ne s'inquiète que rarement si ce transformateur aura beaucoup ou peu d'air autour de lui, s'il sera disposé dans une cabine à l'ombre ou en plein soleil, etc.

Non, un transformateur ne saurait être abandonné à lui-même et les appareils statiques de ce genre nécessitent bel et bien beaucoup de soins.

Les constructeurs qui se targuent de fournir de semblable matériel, sans qu'il exige le moindre soin et pouvant être disposé n'importe où, sont certainement plus

Digitized by Google

inspirés par des considérations de réclame et de concurrence que par les scrupules de ne pas induire en erreur le client.

Rappelons que la chaleur engendrée dans un transformateur est proportionnelle aux pertes, quelle qu'en soit leur nature ; et le dégagement de cette chaleur est environ proportionnel à l'élévation de température et à la surface de rayonnement.

De ces différents facteurs, il n'en est qu'un qui dépende, dans une certaine mesure, de l'exploitant : c'est la différence de température que l'on peut considérablement augmenter en abaissant la température ambiante par l'aération du local, ou en abaissant la température du fluide réfrigératif employé à sa sortie du réfrigérant en augmentant son débit (air insufflé, eau et huile sous pression). Bien entendu, cette augmentation de débit est limitée par les vitesses maxima du fluide en mouvement dans les sections prévues et par la puissance du moteur qui actionne le ventilateur ou la pompe.

Il incombe donc à l'exploitant d'abaisser le plus possible la température du local et de faciliter le renouvellement de l'air.

Par contre, c'est au constructeur qu'il appartient de choisir les différentes surfaces de refroidissement, les débits d'eau, d'air ou d'huile nécessaires, en adoptant pour ces différents fluides une élévation de température donnée, soit par le calcul, soit par l'expérience. La détermination de ces différentes grandeurs ne présente aucune difficulté pour les maisons de construction expérimentées.

Quoique certaines difficultés ne m'échappent pas, il y aurait lieu ainsi d'éviter chaque fois qu'on le peut pour toute installation existante *et toujours pour une nouvelle installation* :

1° De disposer un transformateur dans un local hermétiquement clos (surtout par un store métallique donnant en plein soleil, comme nous l'avons constaté une fois) ;

2° De disposer un transformateur dans un local qui renferme, soit des générateurs à vapeur, soit des fours électriques ou autres appareils à température très élevée ;

3° D'aspirer ou de refouler, dans le même local que celui où se trouve le transformateur, l'air destiné à le refroidir.

Nous indiquons plus loin, au contraire, les prescriptions que nous recommandons d'observer, soit dans le but d'améliorer les conditions d'exploitation, soit dans le but de permettre au constructeur de tirer la quintessence dans l'exploitation des matières actives (cuivre, fer) et de faire des prix les plus avantageux.

La réduction du prix de revient des transformateurs est d'autant plus intéressante, qu'en plus d'un amortissement plus rapide de l'installation, l'acquisition ultérieure d'autres transformateurs identiques pour marcher en parallèle sera moins onéreuse.

Si donc le client envisage une installation susceptible de faciliter la propagation des calories à l'extérieur, le constructeur lui proposera un appareil meilleur marché que s'il ignore où et comment sera installé cet appareil.

Il appartient au constructeur, par une construction appropriée et par le choix des matières qui y rentrent, d'exécuter le transformateur le plus économiquement possible, tout en gardant une certaine marge pour pallier à une installation plus ou moins avantageuse. C'est cette marge très importante qui pourrait être réduite si le constructeur savait d'avance, ou s'il pouvait exiger la façon dont sera disposé cet appareil.

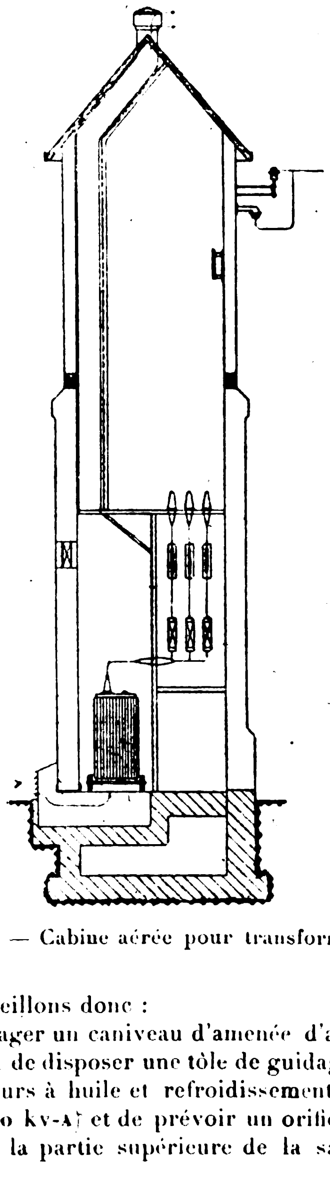


Fig. 7. — Cabine aérée pour transformateur.

Nous conseillons donc :

1° D'aménager un caniveau d'amenée d'air donnant à l'extérieur et de disposer une tôle de guidage autour des transformateurs à huile et refroidissement naturel (au-dessus de 300 kv-A) et de prévoir un orifice d'échappement d'air à la partie supérieure de la salle (fig. 7 et 8).

2° D'interposer une cloison isolante de la chaleur entre le transformateur et toute salle de chauffe (générateurs à vapeur, fours électriques et autres).

Prévoir la salle ou cabine des transformateurs loin ou en dessous de la salle de chauffe (ce dernier cas, lorsque tout éloignement est impossible) afin d'éviter le mélange

Digitized by Google

de l'air chauffé, moins dense, avec l'air ambiant des transformateurs.

3° Dans le cas de l'emploi de ventilateurs, aspirer l'air à l'extérieur et en bas. Cet air, refoulé et échauffé dans le transformateur, doit être évacué, soit par l'intermédiaire d'un conduit supérieur aboutissant à l'extérieur de la salle et loin de la prise d'air, soit par l'intermédiaire d'autant de cheminées qu'il y a de transformateurs ou enfin le laisser librement s'échapper dans la salle, à condition qu'un puissant ventilateur aère cette salle.

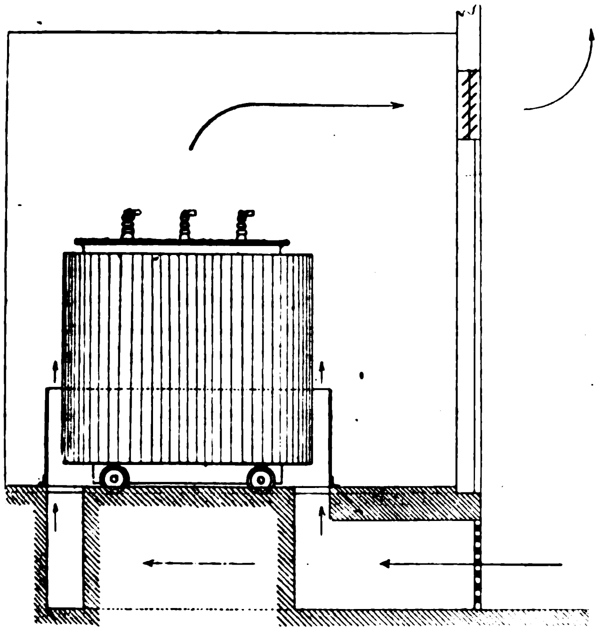


Fig. 8. — Installation moderne d'un transformateur à huile et refroidissement naturel.

D'autre part, tout transformateur à insufflation d'air faisant partie d'un groupe de plusieurs unités, doit avoir à sa partie inférieure un registre permettant de lui soustraire l'air en cas d'avarie, afin de ne pas activer le foyer s'il y a échauffement anormal. Cette précaution n'est pourtant pas nécessaire pour un seul transformateur, car, dans ce cas, il suffit d'arrêter le groupe moteur-ventilateur.

Bien entendu, aussi bien pour les transformateurs à huile que pour ceux à insufflation d'air, il est recommandable de faire usage d'appareils d'alarme annonçant au personnel l'arrêt du fonctionnement de l'eau ou de l'air, de même que de thermomètres avertisseurs du genre de ceux de la maison Richard, à Paris.

Il existe des avertisseurs qui commandent à grande distance tout un groupe de transformateurs et indiquent par l'emploi de relais, soit le numéro de l'appareil qui chauffe anormalement, soit la température elle-même. Mais ces systèmes sont trop coûteux pour les puissances usuelles des installations en Europe.

Il est évident que, malgré l'observation de la part de l'exploitant des prescriptions précédentes et le prix de revient plus faible qui en découle pour les transformateurs, le constructeur ne doit pas négliger les améliorations qui peuvent contribuer à une parfaite exploitation.

C'est ainsi que, pour faciliter la propagation de la chaleur, les cuves seront, autant que possible, constituées par des parois noircies et rugueuses à l'extérieur et blanches et lisses à l'intérieur; les parties magnétiques et les bobinages seront recouverts d'un enduit noir. Les surfaces de refroidissement, sections de passage du fluide et volume dudit fluide seront largement prévus. L'huile employée sera de très bonne qualité, neutre, pure et anhydre. Les vernis et compounds seront, autant que possible, inaltérables jusqu'à la température maximum admise pour l'huile.

Enfin, les transformateurs seront prévus pour permettre et faciliter à l'exploitant l'observation des instructions se rapportant à l'installation, l'exploitation et l'entretien des appareils (adaptation de thermomètres, de filtres d'air ou d'huile, etc.)

Certaines maisons étrangères adaptent des proéminences en dessous du couvercle du transformateur à huile, qui sont souvent interprétées comme devant améliorer le refroidissement. Le but réel de ces proéminences est de réduire le plus possible la surface de contact de l'huile avec l'air humide, afin de diminuer la condensation (fig. 9).

D'autres maisons prévoient pour le même but un couvercle étanche, sauf à un seul endroit où l'air aspiré ou refoulé (suivant que le transformateur travaille en sous-charge ou en surcharge) est forcé de lécher un godet renfermant du chlorure de calcium pour sa déshydratation.

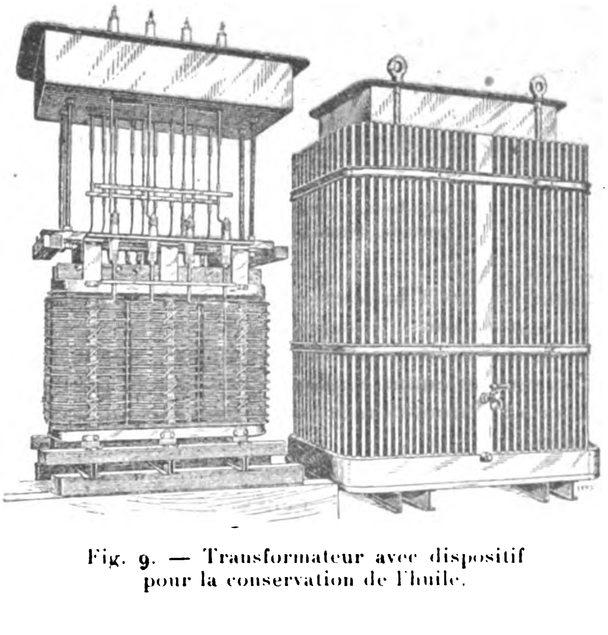


Fig. 9. — Transformateur avec dispositif pour la conservation de l'huile.

Enfin, il y a des constructeurs qui disposent un réservoir communiquant en dessus de la cuve du transfor-

Digitized by Google

mateur, cette dernière étant étanche et remplie d'huile froide (fig. 10). La contenance de ce réservoir est environ égale au 1/10 du volume de la cuve, ce qui équivaut sensiblement à la dilatation de l'huile à chaud.

Ainsi, toutes les connexions se trouvent noyées dans l'huile; d'autre part, la surface ondulée de la cuve est entièrement utilisée pour le refroidissement, même aux charges réduites. Une soupape et un godet renfermant du chlorure de calcium et placés en dessus du récipient supérieur, forcent de nouveau l'air à perdre son humidité durant la « respiration » du transformateur.

Les données ci-dessus pour l'installation des transformateurs ne sauraient prétendre résoudre la foule de cas particuliers qui peuvent se présenter et sont bien plus des généralités.

Ainsi, par exemple, il est évident que, dans une installation comprenant des générateurs à vapeur et des

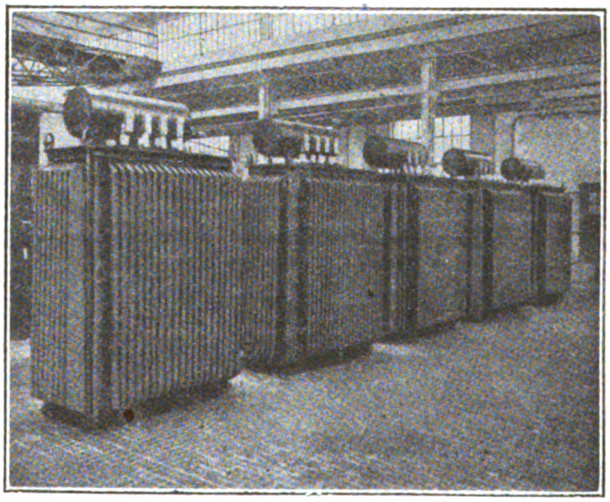


Fig. 10. — Transformateurs avec réservoir supérieur pour la dilatation de l'huile.

transformateurs à huile et eau de grandes puissances, tout en ayant soin d'éloigner les transformateurs de la salle de chauffe, il ne faudra pas exagérer cette distance si l'on veut utilement employer l'eau chaude pour contribuer à l'alimentation des chaudières et récupérer des calories.

V. — **Entretien**. — Les différents fluides employés au refroidissement des transformateurs — l'huile, l'air, l'eau — entraînent toujours, à plus ou moins longue échéance, à un encrassement soit du transformateur proprement dit, soit de l'organe intermédiaire qui transporte la chaleur (ondes de cuves ondulées, serpentin à huile ou à eau, réfrigérants de toutes sortes).

Si le transformateur s'encrasse, nous risquons d'obtenir des échauffements locaux dus à la diminution des surfaces de refroidissement des bobinages et de la partie magnétique, de même qu'à la moins bonne conductibilité de ces surfaces; ou enfin nous risquons un claquage dû à la réduction des distances isolantes prévues, du fait de l'introduction de corps étrangers, souvent même mauvais diélectriques (en particulier pour les transformateurs à insufflation d'air).

Dans le deuxième cas, c'est, par exemple, la cuve qui se recouvre intérieurement d'un revêtement goudronneux ou autre, dû soit à la décomposition de l'huile, soit à la dissolution ou altération quelconque des isolants et vernis employés.

Souvent, tous ces défauts s'enchaînent pour amener finalement un coup de feu qui détériore le transformateur.

C'est ainsi qu'un dépôt sur la surface intérieure d'une cuve peut, tout en réduisant le rayonnement de la chaleur à l'extérieur, créer des échauffements locaux qui feront éventuellement fondre les isolants des bobines (compound) donner ainsi moins de rigidité à ces bobines et désagréger leur calage. Les distances d'isolement prévues par le constructeur se trouvent altérées du fait de ce tassement et un claquage à la masse peut entraîner à un court-circuit qui risque d'enflammer tout le transformateur.

Si même, la plupart du temps, tous ces inconvénients ne se présentent pas simultanément et n'entraînent pas forcément à un aussi grave accident, il ne nous appartient pas moins d'indiquer ici les quelques moyens que nous préconisons pour les éviter.

Les transformateurs devront être sortis de cuves et inspectés, soit périodiquement, soit dès que leur température s'est anormalement élevée, sans que ce soit dû à une surcharge normale (d'où nécessité d'avoir des thermomètres).

Les cuves seront éventuellement nettoyées au pétrole. Après un long séjour du transformateur sans avoir fonctionné, l'huile et les enroulements seront séchés séparément.

Séchage de l'huile. — On immerge dans l'huile des résistances, alimentées par exemple avec du courant continu à 110 v ; il faut compter 8 à 10 kw par mètre cube d'huile à sécher, l'opération durant au moins une dizaine d'heures.

Filtrage de l'huile. — L'huile des transformateurs doit être fréquemment essayée. Des échantillons doivent être prélevés en haut et en bas de la cuve. Si la contenance d'eau est reconnue très grande, on filtre et sèche l'huile après l'avoir transvasée dans une autre cuve par pompage à la partie supérieure.

On abandonne le résidu du fond de la cuve où la majeure partie de l'eau s'est déposée.

Si, par contre, l'huile n'est que légèrement hydratée, on peut la filtrer par groupe moteur-pompe, filtre-presse et circuit fermé suivant figure 11.

Il faut avoir soin, dans ce cas, d'aspirer l'huile par le bas de la cuve pour la refouler en haut, afin de ne pas mélanger l'huile défectueuse du bas avec celle, moins mauvaise, du haut. Ces groupes, employés couramment par la General Electric Co, sont établis pour des débits

Digitized by Google

variant de 1 300 à 4 500 l : h ; l'huile est chassée à travers les buvards du filtre à une pression de 7 kg : cm², les buvards doivent être changés environ toutes les heures. L'opération est arrêtée après de multiples essais de l'huile jusqu'à obtention de résultats satisfaisants. On tendra d'autant plus vers la perfection du filtrage que la haute tension du transformateur sera plus élevée.

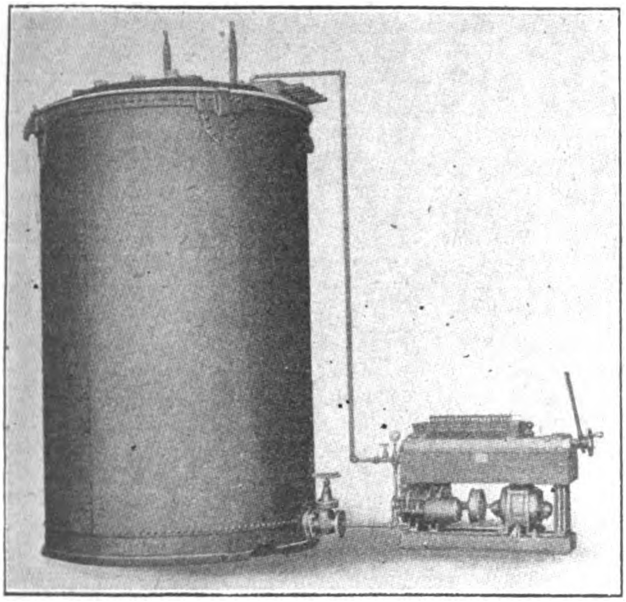


Fig. 11. — Filtrage de l'huile d'un transformateur par circuit fermé.

a puissance absorbée par ces filtres varie de 1,5 à 7 ch suivant les cas.

Séchage des enroulements. — Pour sécher le bobinage, on peut procéder de deux façons : 1° électriquement ; 2° par soufflage d'air chaud.

1° On alimente durant vingt-quatre heures un enroulement avec une tension approchant du court-circuit, l'autre enroulement étant court-circuité. Il faut contrôler attentivement la température des enroulements exclusivement au moyen de thermomètres à alcool, la rupture éventuelle d'un thermomètre à mercure pouvant entraîner des courts-circuits ; cette température doit atteindre 70°. Pour faciliter ce contrôle et éviter d'abîmer les enroulements, il faut sortir de la cuve le transformateur. Précisément pour procéder logiquement à cette opération, il faudrait avoir connaissance des densités de courant en charge normale, admises par le constructeur ; ainsi, par exemple, la tension en court-circuit serait trop grande pour le séchage d'un transformateur à huile et eau ou à insufflation d'air dont la densité de courant est généralement très élevée (3 à 3,5 A : mm²).

2° La dernière méthode consiste à sécher les enroulements par soufflage d'air chauffé sur son parcours entre la cuve qui renferme le transformateur et un ventilateur. Une résistance placée dans un élargissement de la conduite d'air, chauffe cet air à 90°. Cette résistance peut être choisie pour être alimentée à la tension du réseau. Un tamis grossier placé sur l'ouïe du ventilateur et constitué par un tissu à larges mailles, empêche d'aspirer les plus grosses poussières.

Durant cette opération, le transformateur doit être renfermé dans une cuve ; on règle convenablement l'échappement d'air par une ouverture plus ou moins grande du couvercle, d'une part, pour obtenir rapidement la température désirée, d'autre part, pour maintenir cette température le temps nécessaire au séchage. On peut prévoir ces groupes calorifiques pour être adaptés au robinet de vidange de la cuve du transformateur, ce qui ne nécessite plus de sortir l'appareil de la cuve (fig. 12). Cette opération doit durer de deux à trois jours; toutefois, il est évident que la durée de tout séchage n'est pas une valeur absolue, qu'elle est subordonnée à la tension et à la puissance des transformateurs ou enfin à leur degré d'humidité.

On s'aperçoit que cette deuxième méthode est bien plus rationnelle que la première. En effet, il est logique de sécher les bobines par l'extérieur, puisque c'est leur surface qui a été en contact avec l'humidité de l'air ou de l'huile. D'autre part, on est certain de ne pas soumettre de la sorte les enroulements à un échauffement anormal, le contrôle de la température étant plus facile. Finalement, cette méthode n'exige pas de l'exploitant la connaissance de la tension en court-circuit, dont l'estimation peut être exagérée, sa valeur variant de 4 à 12 pour 100 suivant les transformateurs; on a également l'avantage de sécher simultanément et à la même température les différents isolants, ce qui est très important.

Nous espérons, par ce qui précède, faciliter à ceux des

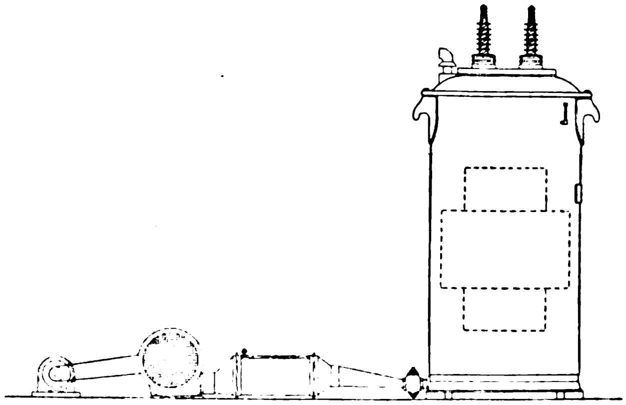


Fig. 12. — Séchage d'un transformateur par l'air chaud.

exploitants qui l'ignoreraient, le choix du mode de refroidissement des transformateurs le plus approprié, tout en leur donnant un aperçu des soins nécessités par chaque type d'appareils. Nous n'avons intentionnellement pas parlé des dispositifs de protection contre les surtensions ou les surcharges, tels que parafoudres, limiteurs de tension, interrupteurs automatiques, etc.,

Digitized by Google

qui se rapportent plutôt à l'installation d'une centrale, pour ne traiter que les transformateurs. Du reste, toutes ces protections sont communes à tous les types de transformateurs indépendamment de leur mode de refroidissement.

Conclusion. — L'auteur recommande à l'exploitant de s'entendre avec les constructeurs pour le choix du mode de refroidissement des transformateurs.

Pour permettre aux constructeurs de trouver *la seule et meilleure solution*, un questionnaire spécial est soumis à l'exploitant.

Il est recommandé, pour les moyennes et grandes puissances de préférer, quand on le peut, le type à huile et refroidissement par circulation d'eau à l'intérieur d'un serpentin, à tout autre mode de refroidissement. Les raisons en sont exposées.

D'autre part, il est conseillé de ne faire usage de transformateurs à insufflation d'air que quand on y est astreint. L'auteur insiste sur le choix des transformateurs cuirassés à refroidissement par huile et circulation d'eau, pour l'alimentation des fours électriques.

Différentes méthodes sont envisagées et recommandées pour l'installation de transformateurs au point de vue sécurité et au point de vue économique.

D'autre part, il est recommandé de généraliser l'emploi des dispositifs avertisseurs et de sécurité.

On termine par la récapitulation des principaux soins à apporter aux transformateurs.

R. Jacquot.

Revues, analyses et informations

La nouvelle centrale électrique de Windsor (Etats-Unis) (¹).

Cette nouvelle centrale doit desservir la vallée très industrielle de l'Ohio entre Pittsburg et Parkerburg dont la consommation devient de plus en plus grande par suite des besoins de la guerre. La station, actuellement en construction, est située à proximité de la rivière l'Ohio et d'importants charbonnages qui alimenteront directement les foyers des chaudières au moyen d'un petit chemin de fer. De cette façon, la crise du charbon qui a frappé un si grand nombre d'industries au cours du dernier hiver pourra être évitée à l'avenir.

En outre, la centrale est entourée de divers réseaux qu'elle devra en partie alimenter.

La ville de Canton s'est considérablement accrue au cours de ces dernières années ; l'augmentation de la population a dépassé 60 pour 100 depuis 1910, résultant de l'énorme développement pris par l'industrie dans cette région : six fours électriques produisent de l'acier depuis l'année dernière, une des plus grandes industries d'aciers spéciaux est installée à Canton, outre un grand nombre de laminoirs, d'usines de constructions mécaniques, etc...

L'électricité, qui joue un grand rôle dans ces diverses industries, est fournie par la Central Power Company de Canton. La charge de cette centrale s'est donc accrue d'une façon formidable au cours de ces dernières années. Par exemple, entre décembre 1916 et avril 1917 la consommation a augmenté de 100 pour 100. De nouvelles chaudières et de nouvelles génératrices ont donc dû être installées et sont cependant encore insuffisantes.

La station de la Central Power Company est située au centre de la ville et comporte un équipement moderne comprenant particulièrement 3 turbo-groupes Curtis de 10 000, 6 250 et 5 000 kw. La puissance totale est de 25 600 kw. Cependant, la consommation maximum excède souvent 26 000 kw. La condensation a présenté quelques difficultés par suite de l'absence de rivières ou de lacs à proximité. Elle s'effectue au moyen de 110 bacs et n'est économique que jusqu'à une charge de 15 000 kw. Cette raison décida la Central Power Company et sa filiale la American Gaz and Electric Company à installer une nouvelle centrale à proximité de l'Ohio à 55 miles de Canton. Plusieurs autres stations de l'Ohio et du West Virginia se trouvèrent dans le même cas, de sorte que la nouvelle centrale doit alimenter tous les réseaux intéressés. L'emplacement choisi est Windsor à 6 miles au nord de Wheeling entre une ligne de la Pennsylvania Railroad et une ligne interurbaine de la West Penn Traction Company. Des magasins de charbon établis en plein air permettent d'assurer l'alimentation des chaudières pendant un mois et les magasins des chaudières peuvent suffire pour huit jours.

Les travaux, commencés en novembre 1915, ont été retardés par suite des difficultés d'approvisionnement, le premier groupe a été mis en marche probablement en juillet. La centrale a été divisée en trois sections dont une à peu près achevée, les fondations de la seconde sont en cours d'exécution et immédiatement après son achèvement les travaux de la troisième seront entrepris, l'augmentation constante de la consommation n'ayant pas permis de laisser écouler les délais prévus entre la construction des trois sections.

L'installation complète comprendra six groupes de 30 000 kw à turbines à vapeur horizontales Curtis accouplées directement à des alternateurs triphasés 60 p : sec. 11 000 v. La condensation s'effectuera au moyen de condenseurs à surface Westinghouse de 50 000 m² chacun. Chaque turbine sera alimentée par quatre chaudières Babcock et Wilcox de 1 260 ch.

Les tableaux de distribution à basse tension sont dans une salle spéciale de la station et les appareils à haute tension : interrupteurs dans l'huile, transformateurs, parafoudres etc.... sont extérieurs et groupés en trois tableaux. Ils sont reliés aux barres collectrices au moyen de câbles logés dans des canalisations en ciment.

L'énergie produite sera transmise sous deux tensions, 66 000 v et 130 000 v, cette dernière pour l'alimentation de Canton par une ligne d'une longueur de 55 miles qui non

(¹) F.-H. Bernhard. *Electrical Review and Western Electrician*, 26 mai et 2 juin 1917, p. 876-878 et 926-930. 4 700 mots. 11 fig.

Digitized by Google

seulement sera la plus longue mais également la plus chargée des lignes partant de la nouvelle station. Deux autres lignes à 66 000 v traversent l'Ohio et se relient à 1 mile au delà de Windsor à une ligne à 66 000 v sur pylônes d'acier partant de la centrale de Wheeling et distribuant l'énergie jusqu'à Steubenville. C'est une ligne à double circuit dont l'un d'eux a été temporairement relié à l'un des deux circuits de la ligne de Canton à laquelle il fournit 7 000 kw soulageant actuellement la station de Canton. Ce dispositif sera d'ailleurs supprimé lorsque la centrale de Windsor alimentera la ligne de Canton à 130 000 v. A ce moment, une des deux lignes à 66 000 v de Windsor dont il a été parlé précédemment sera reliée à la ligne passant au sud de Wheeling et l'autre à la ligne passant au nord de Steubenville ; chacune d'elles est à double circuit sur pylônes métalliques. Toutes ces lignes sont d'ailleurs déjà terminées. En outre, la construction de plusieurs autres est en cours dans l'ouest de l'Etat de Virginie qui relieront Windsor aux réseaux de la Wheeling Electric Company et de la West Penn.

Traversée de l'Ohio. — Les lignes de transport quittant Windsor traversent l'Ohio sur des tours d'acier constituées par des groupes de 2 ou 3 pylônes reliés par 2 poutrelles métalliques.

Les bâtis portant les sous-stations extérieures sont assez élevés au-dessus du niveau du sol, de façon à être complètement à l'abri des inondations. Chaque conducteur de chacun des 4 circuits à 66 000 v et des 2 circuits à 130 000 v est tendu par un isolateur à quatre cloches pourvu de petits

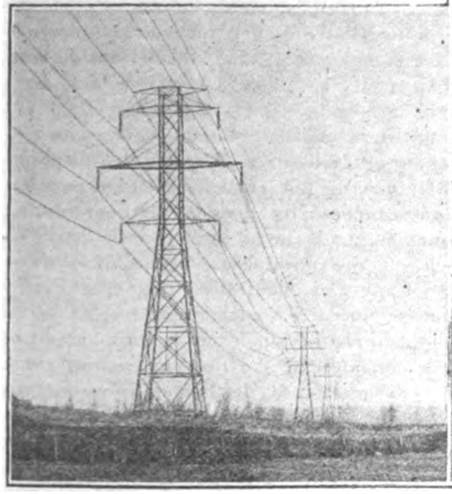


Fig. 1. — Pylone type A.

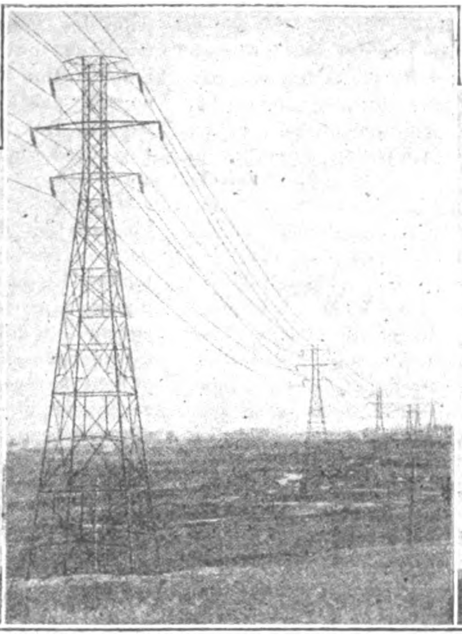


Fig. 2. — Pylône type B.

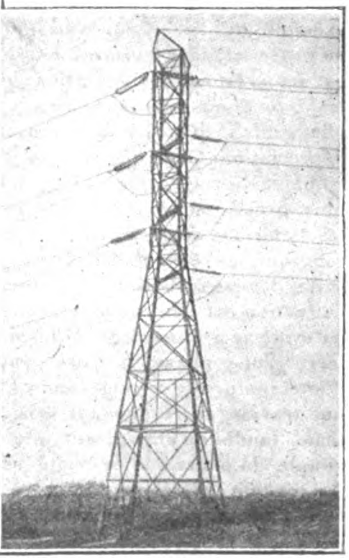


Fig. 3. — Pylône type C.

parafoudres à cornes. Un système de colonnes et de tunnels en béton, imperméables à l'eau, a été aménagé pour le logement des canalisations électriques ainsi que pour les circulations d'eau et d'huile des grands transformateurs élévateurs de tension.

La portée de la traversée de l'Ohio est de 500 m et la hauteur des tours est de 50 m au-dessus de leurs fondations en béton armé.

Les câbles de traversée sont en bronze phosphoreux et d'une hauteur minimum de 35 m au-dessus du niveau de la rivière à l'étiage normal et de 19 m au-dessus de l'étiage maximum.

Transport Windsor-Canton. — La longueur de cette ligne est de 55 miles. Dès que le premier turbo-groupe de la centrale de Windsor fonctionnera, elle sera alimentée à 130 000 v et deviendra complètement indépendante des autres lignes. La tension à la station réceptrice sera d'environ 120 000 v.

Les pylônes d'acier sont de 3 types désignés par les lettres A, B, C et fournis par l'American Bridge Company.

Le type A est utilisé pour les parcours rectilignes sans dénivellations (fig. 2). Poids 10 310 pounds (4 670 kg).

Le type B (fig. 3) est utilisé pour les grandes portées ou pour les parcours où la ligne doit être surélevée. Poids 12 000 pounds (5 440 kg).

Le type C (fig. 4) est utilisé pour la tension ou l'amarrage de la ligne. Poids 17 000 à 22 000 pounds (8 700 à 9 950 kg).

Les portées varient de 75 m jusqu'à 500 m (dans la traversée de l'Ohio), en moyenne 175 m. Le transport comprend un total de 506 pylônes. Les conducteurs sont en cuivre et les câbles de terre en acier Martin. La hauteur minimum de la ligne inférieure est de 10 m.

Les isolateurs de l'Ohio Brass Company sont du type à suspension comportant généralement 10 disques sauf dans les croisements de voies ferrées, routes ou lignes téléphoniques où ils comportent alors 12 disques.

La construction de la ligne a été effectuée avec ordre et méthode et de la sorte toute perte de temps a pu être évitée malgré les difficultés d'approvisionnement.

P. G.

Digitized by Google

Coefficient de sécurité des installations électriques [1].

Un bon fonctionnement d'une installation est obtenu quand les interruptions de service sont pratiquement éliminées et quand le consommateur reçoit d'une façon ininterrompue l'énergie à laquelle il a droit. Le problème est difficile et on ne peut mieux dire que l'élimination absolue des causes de perturbation est pratiquement impossible, particulièrement sur les réseaux à haute tension; par contre, il est possible de prendre des dispositions permettant d'éviter presque constamment la répercussion des perturbations sur le réseau particulier du consommateur. L'auteur expose les causes qui peuvent occasionner des dérangements : défauts des matériaux, matériel démodé, etc., et les moyens qui ont été imaginés pour les éviter : amélioration continuelle de la construction des machines génératrices, motrices et transformatrices.

L'étude elle-même de l'installation a une grande influence sur la sécurité de la marche : le choix de la tension, par exemple, qui se fait sur la base de la solution la plus économique, sauf dans certains cas où une tension déterminée est imposée par les conditions préexistantes. A égalité de frais, on donnera la préférence à la solution qui emploie la plus grande quantité de matériaux non sujets à une forte dépréciation. Cette précaution n'est pas seulement habile au point de vue économique, mais elle assure également une plus grande sécurité de fonctionnement à l'installation : les matériaux sujets à forte dépréciation sont précisément ceux qui, au cours du service, s'altéreront, causant, par suite, des perturbations. Un autre problème qui doit retenir l'attention est celui de la mise à la terre du fil neutre. Dans un système à fil neutre isolé, s'il se produit une mise à la terre d'une phase, il n'est généralement pas nécessaire d'interrompre le service, mais l'installation est soumise à une tension correspondant à la tension composée du système, tandis qu'auparavant elle était soumise à la tension simple de phase : la sécurité est ainsi réduite de moitié. Au contraire, dans un système à neutre au sol, la mise à la terre d'une phase constitue un court-circuit partiel qui déclanche le fonctionnement des disjoncteurs et interrompt le service. La raison déterminant le choix entre le neutre isolé et le neutre au sol sera donc la préférence de la continuité maximum du service ou de la sécurité maxima des isolements.

Cependant le problème ne se limite pas là. La mise au sol d'une phase produit, dans un système à neutre isolé, des arcs oscillants dus à la capacité et à l'inductance du système et dans un système à neutre au sol des phénomènes d'harmoniques supérieurs, particulièrement si le schéma des connexions en favorise le développement. La sécurité d'une installation dépend aussi du choix et de l'emplacement des relais de déclanchement des disjoncteurs. En général, le problème à résoudre est celui-ci : disposer les disjoncteurs automatiques de façon que l'interruption momentanée imposée par une condition défavorable soit limitée, dans le cas de non-fonctionnement de certains disjoncteurs, à une partie de l'installation correspondant au dérangement qui provoque l'interruption.

Dans le schéma des connexions, il convient d'éviter toutes les combinaisons d'inductance et de capacité qui peuvent donner lieu à des phénomènes de résonance. Par exemple, aux points où plusieurs transformateurs (inductance) se trouvent en série sur une ligne de transmission (capacité) il convient d'éviter les combinaisons dangereuses. — Un autre pas vers le maximum de sécurité est constitué par une surveillance active et compétente :

« Un bon technicien dans une centrale est un bon parafoudre ». Le travail du surveillant sera grandement facilité par une bonne installation de signalisation. Il convient de citer en première ligne les appareils de mesure : ampèremètres, voltmètres, wattmètres, fréquencemètres, indicateurs du facteur de puissance; viennent ensuite les dispositifs de signaux optiques et acoustiques qui ont pour but d'attirer l'attention du personnel sur le déclanchement des interrupteurs, sur les mises au sol accidentelles, etc..., enfin les indicateurs de vitesse et de température des machines, ont également leur importance. — Cependant l'observation scrupuleuse des recommandations précédentes ne suffit pas à conjurer complètement tout danger d'interruption. Les causes de perturbations sont si variées et complexes dans leurs origines, combinaisons et effets qu'il serait absurde de prétendre qu'une installation puisse les éviter grâce à une bonne surveillance. Il convient de munir l'installation d'appareils spéciaux. La variété des dérangements implique une égale variété des appareils de protection. Logiquement, la meilleure méthode consiste à éliminer les causes de perturbations. Il existe des dispositifs permettant d'atteindre ce but, mais seulement pour certaines causes déterminées; ils donnent de bons résultats et sont à recommander. Mais la plus grande partie des causes ne peuvent pas être éliminées. On emploie alors des dispositifs permettant d'en neutraliser les effets, ou de diriger ces effets sur un autre système moins sensible.

Les effets des perturbations peuvent se classer en trois catégories : 1° les surintensités; 2° les surtensions; 3° les hautes fréquences. Généralement des hautes fréquences sont combinées avec les surtensions et les appareils adoptés contre les unes conviennent également contre les autres. Les surintensités ou courts-circuits dérivent souvent d'une surtension ou d'une haute fréquence ou leur donnent naissance.

Les appareils de protection peuvent se classer de la façon suivante : *A*. Moyens préventifs : 1° limitation de la manœuvre des interrupteurs sur la haute tension, résistance d'insertion en série avec les interrupteurs haute tension, etc., (contre les perturbations provenant de causes intérieures à l'installation) ; 2° emploi de câbles souterrains pour la transmission de l'énergie, fils de terre sur les lignes aériennes (perturbations provenant de causes extérieures. — *B*. Protection contre les surintensités : Réactances spéciales sur les barres, sur les lignes de départ, construction spéciale des génératrices, disjoncteurs automatiques. — *C*. Protection contre les surtensions : Parafoudres à cornes, à plaques d'aluminium, à cylindres à jet d'eau, avec ou sans résistances. — *D*. Protection contre les hautes fréquences : bobines de self-induction, bobines shuntées avec résistances ohmiques, condensateurs, renforcement de l'isolement des premières spires des transformateurs.

P. G

(1) Felice BANCHINI. *Elettrotecnica*, 25 juillet 1917, t. IV, n° 21, p. 386-388, 2 750 mots.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

L'apprentissage dans les industries mécaniques

Le développement de l'apprentissage est pour notre industrie une nécessité, dont la guerre aura accentué l'urgence. Tout industriel doit donc s'en occuper. Même pendant la durée de la guerre, il est possible de former des apprentis. Dans les articles qui vont suivre l'auteur analyse la technique de l'apprentissage et en étudie les diverses formes.

« L'atelier sans apprentis, la famille sans enfants, sont la mort de l'industrie et de la patrie. »

L'apprentissage est chose vieille comme le travail ; il a été florissant jadis ; depuis longtemps il est en crise. Toutes les solutions ont été essayées, il ne s'agit plus d'en trouver de nouvelles. Le problème est de choisir celle qui correspond aux nécessités de chaque industriel, et permet d'obtenir un apprentissage à la fois sérieux et économique.

Dans les articles dont nous entreprenons la publication, le lecteur ne trouvera pas de monographies, mais seulement une analyse des conditions d'exécution de l'apprentissage, des difficultés qu'on y rencontre et des principes qui peuvent assurer son succès. Bien que l'apprentissage à l'atelier soit la seule formation susceptible d'être donnée à la masse de nos apprentis, l'apprentissage en école peut être utilement pratiqué et mérite d'être étudié pour la variété des solutions essayées et les enseignements qu'on en dégage ; cette considération expliquera le développement notable que j'ai donné à l'examen de ces essais.

Pour éviter à cet exposé un caractère académique, je n'ai eu recours à l'histoire de l'apprentissage que dans la mesure où cela m'a paru indispensable pour mettre en évidence l'influence des lois et du manque d'organisation industrielle sur le développement de l'apprentissage. J'étudierai successivement :

I. — La crise et le réveil de l'apprentissage.

II. — L'apprenti. — L'apprentissage doit-il se faire à l'école ou à l'atelier ?

III. — L'apprentissage à l'atelier. — L'apprenti doit se former et produire, pour qu'on puisse le payer.

IV. — Comment l'école peut collaborer à l'apprentissage. — Que penser du préapprentissage ?

V. — Les obstacles extérieurs.

VI. Les projets de loi.

I. — La crise et le réveil de l'apprentissage.

La question de l'apprentissage est à l'ordre du jour. Syndicats professionnels, chambres de commerce, municipalités, législateurs s'en occupent (¹). Les revues en ont entretenu le grand public. Mieux encore, l'apprentissage lui-même semble sortir de sa torpeur et reprendre un peu de vie.

Dans l'industrie électrique et mécanique parisienne, ce réveil s'est manifesté par la création en 1905 et 1911 des cours de perfectionnement de la rue Blomet et de la rue Lacordaire, organisés sous l'impulsion de la Société de Protection des Apprentis par le Syndicat professionnel des Industries électriques avec l'aide de la Ville de Paris. Dans la mécanique nous trouvons les cours de demi-temps fondés en 1911 par le Syndicat des Mécaniciens et Fondeurs et ceux organisés par les Comités de patronage du XIII^e arrondissement. L'initiative privée se distingue par la création d'écoles-ateliers : école de l'abbé Rudynski, rue de la Chapelle, fondée en 1905, les écoles d'apprentissage de Saint-Hippolyte, de la rue de Vanves, de la rue de Lourmel. Enfin, l'œuvre de la Ville de Paris est caractérisée par les cours d'apprentis créés en 1911 suivant l'intelligente initiative de M. Jully.

Il est nécessaire que ce mouvement, un instant arrêté par la mobilisation, s'accélère. Pour que la France puisse payer la rançon de son immense effort de guerre, pour qu'elle soit féconde et vivante, il lui faut des ouvriers, de bons ouvriers consciencieux et capables de suivre le progrès industriel, d'utiliser et d'entretenir les machines compliquées et puissantes ; les jeunes générations doivent doubler le pas. Pas un enfant sorti de l'école ne doit rester dans la rue. *A seize ans un très bon apprenti vaut un ouvrier ordinaire.* L'apprentissage intensif et méthodique peut ainsi combler toutes les pertes de notre personnel ouvrier et au delà. Mais il faut que la France ait des enfants, il faut aussi que les industriels et les commerçants s'unissent et s'aident pour en faire des hommes, car *l'apprentissage ne peut fleurir que dans une industrie bien organisée.* Telle est la conclusion à laquelle mènent toutes les études sur l'apprentissage, soit qu'on suive son histoire, soit qu'on analyse ses opérations.

(¹) Les travaux du Congrès de Roubaix en 1912 et, en particulier, le remarquable rapport de M. Lambert sur la Section de Mécanique et Electricité, l'enquête faite à l'étranger en 1910 par la Chambre de Commerce de Paris et le rapport devenu classique de MM. de Ribes-Christophle, Henry et David Mennet, enfin les rapports de MM. Astier et de Verlot à la Chambre résument toutes ces études. Les décrets Couyba de 1911 créant des Comités départementaux et cantonaux et un certificat de capacité professionnelle prouvent l'intérêt que les pouvoirs publics ont porté à la question.

Digitized by Google

Décadence de l'apprentissage et vains efforts pour le rétablir depuis la suppression des corporations. — Historiquement, quand la corporation meurt, l'apprentissage disparaît. La corporation avait toujours mis la formation des apprentis au premier rang de ses devoirs, et elle avait formé d'admirables ouvriers, d'admirables maîtres.

En supprimant les corporations, la Révolution ouvrait la crise de l'apprentissage. En 1791, les corporations disparaissaient; en 1807, commençaient les enquêtes sur l'apprentissage; depuis cette date elles se suivirent régulièrement, attirant l'attention des pouvoirs publics, soulevant l'opinion, provoquant la création des bourses d'apprentissage, de comités, d'inspecteurs, le vote de lois nombreuses. Enquêtes de 1807, 1831, 1832, 1834, 1839; célèbre tableau de l'état physique et moral de l'ouvrier de Villermé en 1840; grande enquête de 1864, qui suscita tant d'initiatives, et dépassa en intérêt, toutes les enquêtes plus récentes; tout cela suffit à peine à empêcher l'apprentissage de disparaître. Les lois limitèrent les abus constatés dans le travail des enfants, et élevèrent progressivement la limite d'âge des apprentis, de huit ans en 1841 à treize ans en 1892. Mais les inspecteurs votés en 1841 et créés en 1874, la loi du 22 février 1851 sur les obligations réciproques des patrons et des apprentis, qui est encore aujourd'hui la charte de l'apprentissage; les Commissons départementales créées par la loi du 9 mai 1874; la loi du 12 décembre 1880 instituant des écoles manuelles d'apprentissage; la loi du 2 novembre 1892 instituant des Comités de patronage; tout cet arsenal de fonctionnaires et de lois n'a guère augmenté le nombre de nos apprentis. Vers 1869, cependant, l'apprentissage reprit; l'initiative privée créa de nombreuses œuvres dont quelques-unes durent encore, comme la Société des Amis de l'Enfance et la Société de Protection des Apprentis; le gouvernement fonda des écoles, actuellement détournées de leur but initial, telles que l'École Diderot (1873). L'apprentissage continua cependant à végéter et la capacité de l'ouvrier français déclina peu à peu. L'État et les grandes administrations qui devraient donner l'exemple trouvaient plus commode de laisser aux industriels ou au hasard le soin de leur préparer des ouvriers.

En 1900, l'apprentissage était bien malade, il ne formait même pas le tiers des ouvriers dont l'industrie aurait eu besoin pour végéter et il les formait souvent bien mal. C'est à ce moment qu'une réglementation aussi bienveillante que maladroite lui donna le coup de grâce. La loi du 30 mars 1900 interdisant l'emploi des mineurs dans les locaux où des ouvriers travaillent plus de dix heures, chassa les apprentis de nombreux ateliers. Les quelques patrons qui résistèrent pendant un ou deux ans, furent dénoncés; la profession inorganisée qui aurait dû protester et revendiquer la charge de l'apprentissage, se désintéressa du problème et signa ainsi sa déchéance. Enfin en 1902, la loi sur les congrégations fit fermer un nombre considérable de centres bien organisés. L'apprentissage s'est conservé néanmoins dans quelques régions industrielles, à Nantes, à Limoges, à Lyon, à Roubaix, etc., parce que les patrons s'y préoccupaient des intérêts de la profession et s'entendaient. Ailleurs il resta limité à quelques patrons isolés, conscients des nécessités de l'industrie, mais forcément très désarmés en face de leurs collègues et d'administrations publiques qui leur volaient les trois quarts de leurs anciens apprentis et ne formaient aucun ouvrier.

L'histoire nous apprend donc que la prospérité de l'apprentissage a été liée à l'état d'organisation de la profession et que les lois lui ont fait plus de mal que de bien.

L'analyse de l'apprentissage en lui-même que je vais faire avec quelques détails nous conduira à des conclusions analogues : à savoir que, bien compris, il est en lui-même une œuvre relativement facile, peu onéreuse et féconde; mais que des obstacles sérieux s'opposent à son développement quand l'industrie n'a pas une organisation lui permettant de veiller aux intérêts généraux de la profession, quand il n'y a ni organismes corporatifs, ni syndicats, ni chambres de métiers, pour protéger ceux qui forment des apprentis.

II. — L'apprenti. — L'apprentissage doit-il se faire à l'école ou à l'atelier?

L'Apprenti. — Pour créer un centre d'apprentissage, il faut tout d'abord des apprentis; il faut ensuite leur donner une formation à leur mesure.

Que vaut donc le gamin français sortant de l'école à treize ans environ? Qu'a-t-il appris? De quoi est-il capable? Comment l'orienter vers un métier?

L'instruction des gamins sortant de l'école est extrêmement variable. Une partie d'entre eux ont bien profité de l'enseignement. Ce ne sont malheureusement pas toujours ceux-là qui se dirigent vers l'atelier; instruits par des instituteurs qui ne sont souvent sortis eux-mêmes de l'école et des livres que pour y revenir aussitôt, les plus intelligents sont poussés vers les carrières de fonctionnaires ou d'employés où ils végètent trop souvent. L'atelier n'a pas le meilleur choix. Ceux qui lui arrivent ont été trop souvent rebutés par l'enseignement abstrait, le travail livresque, les leçons de choses faites, hélas! sur le papier. Leurs mains sont au contraire toutes prêtes à travailler; la mécanique, en particulier, a pour eux un attrait général. Si au travail manuel on sait joindre des explications méthodiques de ce travail, si on leur fait appliquer par l'œil et par la main ce qu'ils ont appris superficiellement dans les livres, on constate que les moins intellectuels d'entre eux s'épanouissent et que leur intelligence se développe rapidement. Les attardés, eux-mêmes, ceux plus nombreux qu'on ne croit, qui, tout en travaillant à l'école y ont perdu pied dès le début et ont laissé ensuite la science ruisseler sur leur dos, comme la pluie sur les plumes d'un oiseau, reprennent goût à l'étude. Ils voient que la théorie peut expliquer la réalité; et, si on les suit de près, ils arrivent parfois sous le stimulant d'une

Digitized by Google

vie active qui leur convient mieux, à rattraper l'arriéré. Que signifie dans ces conditions le certificat d'études? Relativement bien peu de chose. L'exiger serait éliminer de bons sujets. L'industriel voulant avoir de bons apprentis susceptibles de bien suivre les cours complémentaires, aura avantage à faire passer aux postulants un petit examen réduit au français ét au calcul, et à s'assurer ainsi qu'ils possèdent bien les rudiments ; le reste importe peu. Qu'il n'hésite pas d'ailleurs à prendre les enfants de ses ouvriers, même quand leur instruction est très médiocre, pourvu qu'ils semblent avoir du goût pour le métier et qu'ils aient reçu une bonne éducation familiale. Il pourra compléter leur instruction et trouver parmi eux d'excellents ouvriers.

En principe, il serait très désirable de choisir les apprentis en tenant compte de leurs aptitudes naturelles pour tel ou tel métier, et on a fait à ce sujet de beaux rêves. En mesurant leur sensibilité tactile, la rapidité de leurs réactions, leur nervosité, leurs aptitudes à l'effort répété, à l'imitation, à l'initiative, etc.., on pourrait sans doute les classer en catégories, comme on fait des plantes dans les herbiers ; et les recherches physiologiques que poursuivent à ce sujet certains savants aboutiront peut-être dans l'avenir [1], mais dans ce domaine on est encore loin des réalisations et il est raisonnable de ne pas chercher dans l'examen des enfants beaucoup plus que des contre-indications ; éliminer ceux que des tares naturelles rendent impropres à tel ou tel métier ; tenir compte, dans une certaine mesure, de leurs goûts, spécialement de quelques aptitudes très marquées, voilà tout ce qu'il semble possible de faire.

Les comités de patronage d'apprentis, certaines œuvres charitables ou philanthropiques, certains directeurs d'écoles se préoccupent d'aider les parents à choisir autrement que par simple hasard le métier de leurs enfants. Ils s'efforcent, à cet effet, de faire visiter aux enfants des ateliers de professions diverses, afin de leur donner une idée de la vie qu'on y mène. La chose est excellente, et les industriels doivent aider ces efforts en laissant visiter leurs ateliers, plus facilement qu'ils ne le font actuellement. Mais malgré tout il faut compter que le placement des enfants se fera longtemps encore bien au hasard. S'ils ont la chance d'avoir du goût pour le métier de leur père et de pouvoir s'y adonner, ce sera encore la solution la meilleure.

L'apprentissage doit-il se faire a l'école ou a l'atelier? — Quand l'enfant a fait son choix, comment lui donner cette formation pratique et théorique qui fera de lui un bon ouvrier? Ici les solutions sont diverses, suivant que l'on sacrifie davantage à l'amour de la théorie ou à celui de la pratique; et nous nous trouvons en présence de deux conceptions extrêmes et opposées : celle de l'apprentissage à l'atelier et celle de l'apprentissage en école séparée. « Le métier ne s'apprend qu'à l'atelier, placez-y le gamin à côté d'un ouvrier, il deviendra ouvrier lui-même » disent les uns. « Mettez-le pendant trois ou quatre ans dans une école, c'est là seulement qu'il apprendra à travailler soigneusement, en joignant la théorie à la pratique, soustrait aux préoccupations de lucre, qui tendent à transformer l'apprenti en manœuvre, et protégé contre l'influence morale fâcheuse du milieu ouvrier courant », disent les autres. La vérité est ici comme souvent entre les extrêmes. L'apprenti doit être formé à l'atelier, mais il doit y être suivi comme dans une école; tous commencent à le comprendre.

L'école d'apprentissage prenant l'apprenti à 13 ou 14 ans et le remettant tout formé à l'atelier au bout de trois ou quatre ans, a évidemment l'avantage de soustraire l'enfant à des contacts d'atelier très généralement déplorables et de le maintenir sous l'influence d'une discipline éducative jusqu'à un âge où sa personnalité morale est plus forte. La partie théorique de l'apprentissage y est plus développée. Mais ces quelques avantages sont chèrement payés. Tout d'abord la formation de l'école n'est pas en réalité aussi parfaite qu'on pourrait le croire. D'une part, le souci de la théorie y fait donner à l'enseignement un pli souvent fâcheux : le dessin prend une place exagérée, les programmes s'enflent et l'école d'apprentissage qui devrait former des ouvriers, produit des dessinateurs, des intellectuels, qui se croient très savants, mais n'ont même pas l'amour du métier et sont plus tard mécontents s'ils ne s'élèvent pas au-dessus du niveau de bon ouvrier. Les écoles d'apprentissage fondées pour former des apprentis se transforment ainsi trop généralement en écoles de dessinateurs et de contremaîtres. C'est le cas de bien des écoles pratiques de Commerce et d'Industrie, et de certaines écoles de la Ville de Paris (Diderot, Arago, Estienne, etc...) qui se haussent peu à peu, au rang des Écoles nationales professionnelles. Voilà l'un des écueils de l'école.

D'autre part, l'apprenti ne trouve pas à l'école l'atmosphère d'activité industrielle qui est la base de la vie économique. La plupart des écoles ont trop longtemps posé en principe que l'apprenti ne devait pas faire de travail utile ; elles lui imposaient indéfiniment des exercices de lime, d'ajustage, de traçage ; il fabriquait ses outils et faisait un petit chef-d'œuvre destiné à une vitrine. Tout cela n'a pas le stimulant de la vie pratique et ne forme pas des débrouillards.

Enfin, et c'est là l'essentiel, l'école d'apprentissage autonome, soustraite à la vie industrielle, ajoute à ces deux défauts principaux un inconvénient plus grave encore, *elle coûte extrêmement cher*, 300 à 500 fr par apprenti et par an. Cette raison à elle seule suffit à limiter son développement.

L'école autonome n'est donc pas destinée à former la masse de nos apprentis. Elle est un moyen de luxe, d'emploi limité. La formation de nos apprentis doit être l'œuvre des industriels, elle doit être faite à l'atelier. Nous commencerons donc par étudier l'apprentissage à l'atelier ; nous verrons ensuite comment l'école, tout en ayant un rôle limité, peut collaborer au développement et à l'amélioration de l'apprentissage.

[1] Voir à ce sujet l'article de Kemble dans *Industrial Management*, de novembre 1916 et le chapitre VII de l'ouvrage de Fleming, *The Principles of Apprentice Training* (Longmans Green, 1916).

Digitized by Google

La formation à l'atelier, a, elle aussi, ses inconvénients et ses écueils. Inconvénients moraux : l'apprenti apprend trop souvent en premier lieu à boire et à courir les filles. Inconvénients techniques : son instruction pratique peut être médiocre ; il porte les paquets, achète le tabac des ouvriers, ou est affecté à un travail uniforme qui ne le développe pas ; enfin son instruction théorique est trop souvent négligée.

L'apprentissage à l'atelier comporte, du reste, deux modalités bien distinctes : il peut se faire chez un petit patron qui a un, deux ou trois apprentis ; il peut se faire aussi dans un grand atelier.

Les deux cas sont également intéressants : M. Lambert, dans son rapport au Congrès de Roubaix, cité plus haut, estimait que, dans le nord de la France, les ouvriers de la mécanique se répartissaient par parties égales entre les petits ateliers et les usines, et que cette proportion ne tendait pas à se modifier, le petit patronat s'accroissant en même temps que la grande industrie. L'apprentissage dans le petit atelier a donc une grosse importance. Je passerai néanmoins plus rapidement sur cet apprentissage qui n'est pas susceptible d'une organisation très systématique et j'étudierai plus en détail l'apprentissage à l'usine.

III. — Comment organiser l'apprentissage à l'atelier.

L'apprentissage chez le petit patron. — Chez le petit patron, l'apprentissage vaut ce que vaut le patron. Le gamin y est rarement très spécialisé, il voit le métier sur toutes ses faces et se forme d'une façon excellente s'il est dirigé par un bon ouvrier. Il est vrai que, chez un mauvais patron, il apprend à mal travailler, il acquiert des habitudes d'indiscipline et de paresse. Son instruction théorique y est nulle s'il ne peut profiter de cours complémentaires organisés en dehors de son atelier. Cet apprentissage a donc besoin d'être contrôlé et c'est là que l'on se heurte à quelques difficultés. Ce contrôle incombe naturellement à la famille. Les parents doivent se renseigner avant de placer leur enfant et, lorsqu'il est placé, surveiller sa formation. Mais malheureusement, bien des familles délaissent ce rôle ou sont insuffisamment préparées à le jouer ; et c'est là que doivent intervenir les associations (Comités de patronage, Sociétés de protection des apprentis, etc.). Diriger les parents dans le choix des patrons, surveiller la formation morale et professionnelle, exiger l'exécution du contrat d'apprentissage, protéger les ateliers formant des apprentis contre ceux qui les leur débauchent, faire régner à l'entour des ateliers une atmosphère saine, en faisant respecter les lois sur la moralité de la rue ; créer ou subventionner des cours, des bibliothèques, des Sociétés amicales d'apprentis, organiser pour les orphelins ou pour les apprentis éloignés de leur famille des pensionnats où les apprentis trouvent au retour de l'atelier une atmosphère réconfortante et des conseils, représenter auprès des pouvoirs publics la cause de l'apprentissage, voilà quel programme peuvent se proposer ces associations. Elles sont nécessaires pour compléter l'apprentissage chez le petit patron. Malheureusement, elles sont trop peu nombreuses jusqu'ici. Je suis heureux de rendre un hommage à certaines d'entre elles dont j'ai pu apprécier l'heureuse action. Je citerai, en particulier, la Société des Amis de l'Enfance, avec son pensionnat de la rue de Crillon; la Société de Protection des jeunes détenus de la rue de Mézières qui s'occupe de jeunes détenus ; enfin, et d'une façon toute spéciale, la Société de Protection des Apprentis et le Comité de Patronage des Apprentis du XIIIe arrondissement. Si de nombreux comités se formaient sur des plans analogues dans nos villes industrielles, la question de l'apprentissage chez le petit patron serait facilement réglée.

L'apprentissage dans le grand atelier. — C'est dans la grande industrie qu'il y a le plus à faire, tant pour créer des apprentissages là où il devrait y en avoir que pour améliorer ceux qui existent.

Dans le grand atelier, la formation des apprentis doit être une branche de la fabrication et, sans contredit, une des plus importantes car elle est indispensable à la prospérité de l'usine. Son organisation systématique doit être l'œuvre des chefs. Elle comporte, d'ailleurs, trois éléments principaux : la formation pratique, la formation morale, l'instruction théorique.

La *formation pratique* résulte automatiquement du travail manuel, pourvu qu'il soit varié et accompagné d'explications. Elle est facile, mais en fait elle oscille entre deux extrêmes, sans trouver toujours le juste milieu. Le contremaître d'atelier, qui songe avant tout au rendement, utilise trop souvent l'apprenti sans se préoccuper de sa formation. Soit qu'il en fasse un petit manœuvre, soit qu'il le spécialise, il néglige de lui apprendre un métier complet.

De cet excès fréquent naît une réaction également fâcheuse : beaucoup de promoteurs d'apprentissage hypnotisés par ce péril dénoncent l'utilisation pratique de l'apprenti comme un mal et voudraient qu'il fût occupé exclusivement à du travail manuel progressif et inutile. Cette erreur a été des plus nuisibles au développement de l'apprentissage parce qu'elle a empêché de payer l'apprenti.

Au début de l'apprentissage, des exercices progressifs sont, en effet, indispensables ; dans la mécanique, il faut apprendre au gamin à limer, buriner, lui faire exécuter des pièces sur dessins, lui apprendre la précision, le fini d'exécution. Mais même au début de l'apprentissage, il est nécessaire de lui faire faire du travail utile, d'une part, pour permettre de lui payer un salaire ; d'autre part, pour mêler l'enfant à la vie de l'usine et rompre la monotonie du travail progressif.

Il faut donc poursuivre simultanément le travail progressif et le travail de rendement, mais en limitant ce dernier et en organisant l'apprentissage de telle façon que le travail de l'apprenti soit facilement contrôlé; c'est là que gît toute la difficulté. Des solutions fort diverses peuvent être adoptées ; une des plus originales est celle de la ville américaine de Gary, où les enfants

Digitized by Google

sont organisés en deux équipes dont l'une travaille à l'atelier, l'autre en école et qui alternent tous les deux jours. Mais la plus simple consiste à réserver une partie de la journée aux exercices progressifs et le reste au rendement. Je me suis personnellement fort bien trouvé de la formule suivante, pour la formation de monteurs-ajusteurs dans des dépôts de réparation de locomotives : en première année, l'apprenti est occupé le matin aux exercices progressifs et aux cours théoriques, l'après-midi aux travaux utiles qui se présentent : ébarbage, perçage, nettoyage de pièces, démontages, etc... En seconde et troisième année, il est versé dans une équipe composée uniquement d'apprentis et utilisée sous la direction d'un très bon ouvrier à des réparations complètes de locomotives; chaque apprenti de l'équipe fait à son tour les divers travaux. Cette organisation oblige l'atelier à lui apprendre complètement son métier et le contrôle en est des plus simples. Ainsi organisées, les équipes ont eu rapidement un rendement très satisfaisant et on a pu, néanmoins, parce qu'il n'y a pas mélange avec les autres ouvriers, être très exigeant sur le fini du travail et concilier ainsi le rendement et la formation.

Cet exemple met en évidence les deux principes qui permettent de réaliser une bonne formation pratique; d'une part exiger des périodes de travail progressif bien délimitées, d'autre part verser les apprentis dégrossis dans l'atelier par équipes et leur donner à faire à eux seuls des travaux complets, de façon qu'ils soient obligés de s'initier à toutes les parties du métier. En s'inspirant de ces deux principes, on pourra éviter facilement, les écueils signalés plus haut. Dans l'exemple que je cite on remarquera que le temps de travail progressif onéreux pour le patron est réduit à un sixième du temps total de l'apprentissage. Dans ces conditions, l'apprentissage peut être fait très économiquement, et c'est là la clef du problème. L'apprenti n'est plus une simple charge; son travail est productif et permet de lui donner un salaire croissant assez rapidement, tout en lui constituant un pécule pour la fin de l'apprentissage.

La formation disciplinaire et morale est chose plus délicate. Le milieu de l'atelier a fort mauvaise réputation parmi les éducateurs, et il est certain que, si l'on y plonge l'apprenti sans précaution, il y est plus sensible à l'influence et aux exemples des mauvais ouvriers qu'à ceux des bons sujets. Même s'il a été bien formé dans sa famille, il n'y résiste guère. « Maxima debetur puero reverentia ». Ce dicton est peu connu de nos ouvriers et trop d'entre eux n'hésitent pas à guider l'apprenti dans la mauvaise voie. C'est pourquoi, l'apprenti doit être soustrait à l'influence de l'ensemble des ouvriers et confié à un petit nombre d'entre eux pris parmi les plus sérieux et les plus capables de s'intéresser aux gamins qu'on leur confie. L'apprenti doit ainsi rester en école au milieu de l'atelier. On peut à cet effet le mettre dans un local séparé : c'est ce qu'ont fait nombre d'industriels pour éviter de tomber sous le coup de la loi du 30 mars 1900, lorsqu'ils font travailler leurs ouvriers plus de 10 heures. Ce n'est pas en soi-même, la meilleure solution. Même dans un local contigu à l'atelier, l'apprenti n'a pas le même contact avec la vie industrielle, que s'il est en plein atelier, séparé des autres ouvriers par une simple barrière morale. Dans le local séparé, le travail progressif improductif tend toujours à prendre le dessus au détriment du travail utile et de l'activité, à moins qu'on ne fasse de l'atelier d'apprentissage un vrai atelier de rendement, ayant son autonomie, solution également très satisfaisante.

Les instructeurs moraux et capables sont en nombre restreint. On en trouve difficilement assez si on veut confier à chacun un seul apprenti. Si, au contraire, on leur donne une équipe d'apprentis, on en réduit le nombre ce qui permet de les trouver facilement, mais il faut les dresser, leur faire comprendre leur rôle, leur donner des directions pédagogiques; cela ne s'improvise pas. Il serait également désirable que le contremaître s'intéressât aux apprentis et exerçât sur eux une influence morale heureuse. C'est malheureusement plus difficile. Le contremaître complet est rare et si on en a un bon, on n'ira pas le remplacer parce que ses apprentis ne l'intéressent guère. Dans des ateliers importants il est donc utile de faire suivre l'apprentissage par un chef spécial qui s'y donne tout entier. Le métier est suffisamment attachant pour qu'on trouve facilement les titulaires de l'emploi.

La formation théorique est donnée par des cours complémentaires. Dans la mécanique, la durée de ces cours peut varier de 4 à 8 heures par semaine pendant trois ou quatre ans. Les cours comportent, en général, des leçons de : français, géométrie et dessin, calcul, mécanique, technologie. Ils peuvent être organisés par les écoles publiques, par des écoles privées telles que l'École industrielle de Nantes, par les groupements professionnels, ou par chaque industriel dans son usine. Les écoles publiques peuvent organiser des cours satisfaisants lorsqu'elles gardent un contact intime avec l'industrie : mais les meilleurs cours sont, en général, ceux dont l'organisation et le contrôle sont faits par les groupements industriels. Ceux organisés par les industriels eux-mêmes sont souvent plus réalistes et ont plus d'action sur les apprentis, mais il n'est pas toujours très facile de trouver des professeurs dans les cadres d'une usine. Notons seulement que les cours de français et de calcul peuvent être faits très avantageusement par des femmes employées de bureau. Elles se donnent de tout cœur à cette tâche et déchargent ainsi les techniciens qui se réservent les cours vraiment professionnels.

L'organisation des cours est au total facile, et ce n'est pas de ce côté que l'apprentissage peut trouver des obstacles sérieux. Néanmoins, il ne faut pas se dissimuler que très peu de cours d'apprentis sont vraiment bien faits. Ils portent tous en général l'empreinte de notre formation trop abstraite qui fait que tant à l'école primaire qu'au collège et dans les grandes écoles, l'enseignement est donné dans des livres et loin de la vie. Ou bien ces cours sont trop exclusivement pratiques : ce sont des recueils de recettes de géométrie ou de technologie qui ne forment pas l'intelligence; ou bien ils sont abstraits, remplis de théories inutiles, mauvaises copies

Digitized by Google

de l'enseignement scientifique. Les cours dépassent d'ailleurs, en général, de beaucoup le niveau des élèves, et ceux-ci les absorbent sans se les assimiler. Pour faciliter cette assimilation il faudrait que l'enseignement fût réaliste, que l'enfant ne fût pas amené à raisonner sur des choses qu'il n'a ni vues ni touchées. C'est par les mains et les yeux encore plus que par le raisonnement que cet enseignement doit entrer. Ainsi pour faire comprendre à l'apprenti ce qu'est un centre de gravité, on lui fera chercher pratiquement ces centres sur des bouts de tôle, de ferraille ou de bois ; il vérifiera ensuite que les résultantes de la gravité passent bien par ce centre ; on lui montrera qu'un corps se renverse quand son centre de gravité, marqué à la main, dépasse la verticale des bords du polygone de sustentation Ainsi il comprendra et retiendra.

L'enseignement réaliste, établi sur ces bases, est malheureusement rare, sinon inexistant, et on en a si peu le sens, en France, que les praticiens aussi bien que les théoriciens y sont réfractaires ; il faut donc y former les instructeurs, et si des ouvrages comme l' « Initiation mécanique » de Guillaume [1] peuvent y aider, il n'existe pas à ma connaissance, de cours étudiés pratiquement dans cet ordre d'idées et susceptibles d'être mis entre les mains d'un instructeur d'apprentis pour bien le guider. Il semble que l'Amérique et l'Angleterre nous aient devancés sur ce point. Il y a donc des progrès sérieux à faire ; mais je tiens à le répéter, ce n'est pas une difficulté susceptible de gêner dans la création d'un apprentissage.

Les constatations qui précédent montrent que l'apprentissage à l'atelier est l'apprentissage normal, qu'en lui-même il n'offre pas de difficultés sérieuses et qu'il doit être nettement préféré à l'apprentissage en école séparée.

IV. — Comment l'école peut collaborer à l'apprentissage. Que penser du préapprentissage.

Adaptation de l'école. — L'école d'apprentissage, séparée de l'industrie, n'est pas susceptible d'un grand développement, ainsi que nous l'avons vu plus haut. L'école d'apprentissage a néanmoins fait des efforts pour faire concurrence à l'atelier. Elle y a réussi, dans une certaine mesure, par des initiatives fort variées, quelquefois originales et souvent intéressantes. J'étudierai les plus caractéristiques d'entre elles, en tenant davantage compte des suggestions qu'un industriel peut en retirer, que de l'intérêt pratique qu'elles peuvent présenter.

L'école peut jouer sa partie dans l'apprentissage :

a) En se bornant à commencer l'apprentissage : c'est ce que font les cours d'apprentis créés en 1905 par la Société de Protection des Apprentis et par la Ville de Paris ;

b) En s'appuyant sur des patrons de façon à ressembler à un atelier : c'est ce que font quelques écoles privées et notamment le pensionnat Saint-Nicolas et à un plus haut degré l'atelier de l'abbé Rudynsky ;

c) Enfin en ajoutant à la formation proprement dite d'apprentis l'organisation de cours complémentaires pour les apprentis de la région : c'est ce qu'a fait la ville de Tourcoing.

Les cours d'apprentis organisés dans les écoles de la Ville de Paris par M. Jully sont des plus intéressants. Ils prennent l'apprenti à la sortie de l'école et lui donnent en un an un commencement de formation pratique, dans un atelier-école. L'apprenti travaille en moyenne quarante-deux heures par semaine à l'atelier ; le reste de la semaine, soit dix-huit heures, étant consacré à sa formation théorique, qui est ainsi fortement poussée. M. Jully a voulu, semble-t-il, suppléer ainsi à ce que la formation théorique de ses apprentis aura vraisemblablement d'insuffisant pendant l'apprentissage ultérieur à l'usine. L'apprenti sort de ce cours apte à rendre déjà bien des services à un patron et à être rémunéré. C'est une solution intéressante ; l'exécution en a été très particulièrement soignée, et ces écoles sont à visiter pour quiconque s'occupe d'apprentissage.

Des écoles de cette nature seront toujours relativement chères, bien que l'enseignement y soit réduit à une année. C'est néanmoins le type qui devrait être adopté par l'État si les industriels hésitaient à prendre la charge de l'apprentissage qui leur incombe. Il serait d'ailleurs utile que des écoles de cette espèce aient une autonomie suffisante pour pouvoir s'entendre avec des industriels, en vue d'exécuter quelques commandes pour leur compte, de façon à diminuer les frais de leur gestion. Une formation rapide de ce genre pourrait être également adoptée par des industriels, pour la formation des apprentis qui se destinent seulement aux fonctions de conducteurs de machines-outils.

La liaison entre l'industrie et l'école a été réalisée d'une façon fort intéressante au pensionnat de Saint-Nicolas (fermé depuis la guerre). Le pensionnat donne l'instruction générale et théorique et surveille la formation morale de ses internes. Ceux-ci travaillent manuellement dans des ateliers, créés en plein pensionnat par des industriels, qui y font exécuter des commandes, fournissent les instructeurs pratiques et les contremaîtres et prennent comme ouvriers les apprentis à la formation desquels ils ont ainsi collaboré. Cette formule concilie les desiderata moraux de l'école et, dans une large mesure, les avantages matériels et techniques de l'apprentissage à l'atelier. Elle paraît spécialement recommandable lorsqu'il s'agit d'orphelins et pourrait être développée pour les orphelins de la guerre.

L'abbé Rudynski a poussé la chose beaucoup plus loin ; persuadé de la nécessité de la formation à l'atelier, il s'est fait patron et a créé un atelier de serrurerie et mécanique, rue de la Chapelle (fermé depuis la guerre), dans lequel il n'admet que le nombre d'ouvriers strictement nécessaire pour encadrer les 50 à 100 apprentis qu'il forme. L'apprentissage manuel est complété par des cours théoriques. Un pareil exemple est fort intéressant, non pas qu'il soit susceptible d'être généralisé, car

[1] Librairie Hachette.

Digitized by Google

un tel atelier a besoin pour vivre d'être dirigé par un apôtre de l'apprentissage se faisant industriel, ce qui est rare; mais ceux qui l'ont visité ont pu voir ainsi combien un atelier industriel, monté presque totalement avec des gamins, se prête bien à un apprentissage sérieux et plein d'entrain.

Enfin, l'exemple de Tourcoing nous montre comment l'école peut justifier des frais généraux élevés, en utilisant ses locaux, son outillage et ses professeurs, à donner aux apprentis de la région l'enseignement complémentaire. L'Institut Colbert, créé par la municipalité, sous la direction de M. Labbé, inspecteur général de l'enseignement technique, renferme une école pratique de commerce et d'industrie, une école primaire supérieure, des cours de demi-temps pour les apprentis et des cours d'adultes. Il a, au total, 1 100 auditeurs pour 153 élèves proprement dits, passant trois années à l'école.

Le rapport de M. Verlot indique que le prix de revient serait de 40 fr par élève et par an; ce qui serait fort réduit. Les écoles d'apprentissage existantes pourraient utilement s'inspirer de cet exemple et utiliser leurs professeurs et leur outillage pour organiser des cours complémentaires à l'usage des apprentis des usines. Si, comme on peut le prévoir, la loi Astier est rapidement votée par la Chambre, l'enseignement complémentaire deviendra obligatoire et les écoles d'apprentissage seront tout indiquées pour distribuer cet enseignement. Ce sera pour elles un gros instrument d'influence, un moyen de répandre l'enseignement technique et d'entrer en contact avec les familles ouvrières et les industriels. Il va sans dire que ces derniers devront aider aux initiatives de ces écoles et leur en faciliter l'exécution.

Nous conclurons de ce qui précède que l'école peut aider l'atelier, soit en lui préparant des apprentis par un dégrossissage d'une année, soit en organisant des cours complémentaires ; qu'elle peut même former complètement des apprentis, mais que, dans ce cas, ceux-ci coûtent fort cher, même lorsque l'école diminue ses frais, en s'appuyant sur des industriels qui lui donnent des commandes et l'aident.

Sauf pour les cours complémentaires, pour lesquels elle peut jouer un rôle important en s'entendant avec les patrons, l'école d'apprentissage ne peut donc avoir qu'un rôle limité. Elle restera surtout un laboratoire servant à étudier les méthodes, à stimuler les industriels à maintenir la notion de l'apprentissage complet et soigné. C'est dans l'atelier que doit se former la masse de nos apprentis.

Le préapprentissage et la transition entre l'école primaire et l'atelier. — Si le rôle de l'école d'apprentissage est ainsi limité, que dirons-nous du rôle de l'école primaire et du préapprentissage ?

Ici il faut être fort prudent : nous touchons à des questions complexes, souvent mal posées et dont la solution n'est pas encore trouvée. Je n'en parlerai que brièvement.

L'école livre l'enfant vers treize ans, c'est-à-dire un peu trop tôt pour que l'industriel ait toujours intérêt à le prendre immédiatement en apprentissage. Dans la grosse mécanique, dans la chaudronnerie, il n'est pas possible de commencer normalement l'apprentissage à treize ans, et c'est vraisemblablement pour ce motif que beaucoup d'usines américaines n'acceptent pas d'apprentis de moins de seize ans.

Que faire de l'enfant, sortant de l'école, pour ne pas le laisser à la rue ou à des métiers fâcheux ? Il faut soit le garder plus longtemps à l'école et c'est là que peut se placer le préapprentissage, soit l'envoyer garder les vaches et cultiver la terre, ce qui serait excellent pour sa santé, mais exigerait une organisation délicate ; soit enfin le prendre immédiatement à l'usine.

Faire du préapprentissage, c'est utiliser la dernière année d'école ou une année supplémentaire à du travail manuel éducatif : apprendre à l'élève ce que sont le bois et le fer, la géométrie pratique, lui exercer l'œil et les doigts.

L'école primaire devrait contribuer au préapprentissage. Conformément à la loi du 1882, elle doit enseigner les travaux manuels et l'usage des outils des principaux métiers. Il n'y aurait donc pour faire du préapprentissage qu'à faire appliquer la loi ; mais pour cela il faudrait que l'instituteur fût lui-même ouvrier et qu'il eût le respect et la notion du travail manuel. C'est évidemment la plus belle, et aussi la plus difficile réforme à réaliser dans notre enseignement primaire. Mais nous en sommes très loin.

Le préapprentissage peut d'ailleurs être poussé plus avant, et l'un de ses promoteurs, M. Kula, du Syndicat du Bâtiment, l'a organisé dans l'école des Épinettes, en prenant pour base de cet enseignement éducatif un métier bien déterminé : la ferblanterie, « parce que le fer-blanc fait travailler l'œil, la main et est une sorte de géométrie en action. » L'avenir dira si un tel préapprentissage est nécessaire.

La prolongation de la scolarité est, d'ailleurs, une opération onéreuse, qui ne convient ni à la majorité des budgets ouvriers, ni à tous les enfants. Il est donc le plus souvent nécessaire que l'enfant puisse trouver un emploi rémunérateur, en attendant son apprentissage. Dans les grandes villes ce problème ne s'impose pas immédiatement aux patrons, parce qu'il ne les touche pas individuellement. Mais lorsqu'il s'agit d'usines isolées, dans des localités où toute la population vit par et pour l'usine, le patron se rend nettement compte de l'intérêt social, que présente l'utilisation des enfants dès la sortie de l'école, et c'est sur lui que toute la responsabilité en retombe.

La Compagnie du Nord, dans son dépôt de Tergnier, centre d'une agglomération toute spécialisée, avait élégamment résolu ce problème, en créant un atelier de boulonnerie occupant les gamins, avant l'apprentissage proprement dit. Cet exemple suffit à montrer dans quelle voie la solution du problème, fort variable suivant les cas, peut être cherchée. Je n'insisterai pas davantage sur ce point.

Digitized by Google

V. Les obstacles extérieurs.

Puisque la question de préapprentissage est encore loin d'être solutionnée, c'est donc sur l'apprentissage, proprement dit, que nous devons concentrer nos efforts. Mais il ne faut pas se dissimuler que si, ainsi que je l'ai bien spécifié dans ce qui précède, l'apprentissage n'offre pas en lui-même de grosses difficultés, s'il est même très simple à créer dans l'usine, par contre il se heurte à des obstacles, placés en dehors de l'atelier et qu'il faut faire disparaître, si l'on veut que l'ensemble des patrons fasse des apprentis. Ces obstacles sont au nombre de trois : la nécessité où se trouve la famille ouvrière de faire gagner l'enfant rapidement ; la concurrence déloyale des patrons et des services de l'État qui ne font pas d'apprentis et débauchent ceux de leurs voisins; enfin la réglementation légale du travail dans les ateliers. Nous les étudierons successivement.

La famille de l'apprenti. — Les parents sont souvent un obstacle au recrutement des apprentis. L'entretien de l'enfant leur coûte cher, ils ont le désir légitime d'en atténuer la charge. A la campagne, l'enfant est rapidement une aide, en tout cas on le place facilement. A la ville, il coûte plus cher, il devrait donc gagner plus et plus vite; et, malheureusement, beaucoup de familles trop pressées par la nécessité, ou peu soucieuses de l'intérêt de leurs enfants, les placent comme chasseurs, livreurs, cyclistes. Ils les exposent ainsi aux pires dangers et les condamnent à ne pas avoir de métier. Il faut donc, pour que l'apprentissage se développe, que l'apprenti soit rémunéré. L'évolution nécessaire à ce sujet s'est faite progressivement. L'apprenti, qui payait souvent au XIX^e siècle pour apprendre un métier, est actuellement très généralement payé dès le début ; dans la mécanique à Paris, il n'est guère d'apprenti qui ne gagne un franc par jour au début Cette pratique doit être généralisée. En organisant l'apprentissage à l'atelier, de façon que l'apprenti soit occupé pendant une partie bien délimitée de son temps à du travail utile, ainsi que je l'ai indiqué plus haut, on peut, sans dépense exagérée, augmenter rapidement son salaire et donner ainsi aux parents, et spécialement aux familles de la ville, le moyen d'avoir des enfants et de les élever. Il est inutile d'insister sur l'importance de la répercussion que l'apprentissage peut avoir ainsi sur la prospérité de la famille et la natalité.

La concurrence et l'insuffisance de l'organisation corporative. — Si ce premier obstacle est facile à écarter, il n'en est pas de même de la gène considérable qu'apporte au développement de l'apprentissage la concurrence déloyale des patrons. C'est là la vraie pierre d'achoppement, c'est là qu'une amélioration est indispensable si on veut aboutir.

L'industriel qui se donne la peine de former des ouvriers en est actuellement trop peu récompensé. Une partie de ses apprentis le quitte en cours d'apprentissage pour se placer comme ouvriers; ceux qu'il a formés jusqu'au bout n'alimentent pas seulement son usine mais celle des concurrents ou de voisins qui se moquent de lui. Le Code du travail prévoit bien que l'apprenti rompant son contrat est passible de dommages-intérêts, ainsi que le patron le débauchant, et les Conseils de Prud'hommes appliquent généralement la loi quand on a recours à eux; mais la loi ne peut que bien peu de chose quand les mœurs qu'elle doit sanctionner n'existent pas. Comment d'ailleurs empêcher un apprenti de quitter un patron après l'apprentissage. Une loi n'y peut rien. On ne retient pas l'ouvrier comme un liquide dans un réservoir fermé, il est mobile et libre. Pour que l'atelier formant des apprentis ne soit pas privé du résultat de son travail, il faut et il suffit que l'on forme partout des apprentis et que l'équilibre s'établisse entre les ateliers comme entre des vases communicants. Si le jeune ouvrier sortant d'apprentissage veut changer d'air et voyager, ce sera chose excellente et personne n'y perdra si chacun a formé des apprentis.

Mais pour obtenir ce résultat, il faut que l'apprentissage soit pris en main par la profession ; il faut que les industriels soient convaincus que l'apprentissage est une charge utile qu'ils auraient tort de ne pas assumer. Il faut qu'ils se réunissent pour s'aider dans cette tâche, qu'ils se défendent contre ceux qui s'y soustrairaient. Cela suppose que la profession est organisée et voilà pourquoi, depuis 1791, l'apprentissage ne peut pas, malgré tous les efforts de ses apôtres, trouver un terrain propice à son développement. Si on ne répand pas dans les intelligences, si on n'enracine pas dans les mœurs, si on n'inscrit pas dans la loi que l'apprentissage est une nécessité de la profession, et si la profession ne s'organise pas pour jouer son rôle, tous les efforts pour développer l'apprentissage seront vains.

Les associations professionnelles se sont heureusement développées et multipliées dans les dernières années et la guerre aura accéléré ce mouvement. Ces associations doivent prendre en main la cause de l'apprentissage. Elle doivent tout d'abord aider et protéger ceux de leurs membres qui veulent faire des apprentis ; elles peuvent à cet effet organiser des cours complémentaires ; mais avant tout elles doivent protéger la sécurité de l'apprentissage en inscrivant, dans les obligations de leurs adhérents, celle de faire des apprentis. Cette obligation aurait paru choquante il y a quelques années. Actuellement, bien des esprits en ont compris la nécessité et on s'y rallie dans les milieux industriels. M. Villemin, président de la Fédération nationale du Bâtiment l'a particulièrement soutenue et l'a inscrite dans son projet de loi sur l'apprentissage, où il propose l'imposition d'une taxe pour tout patron ayant formé une proportion d'apprentis, inférieure à la normale, dans sa profession.

Que la loi intervienne pour poser le principe de cette obligation et lui donner une sanction, ce n'est pas inutile, mais il serait désirable que la loi ne fît que régulariser une obligation imposée par la corporation elle-même. S'il en était ainsi, l'obligation pourrait être variable suivant la profession, s'adapter à ses besoins ; sinon elle sera uniforme, facilement vexatoire, elle risquera de

Digitized by Google

tomber entre les mains de politiciens et entraînera une extension du fonctionnarisme. Une corporation qui ferait accepter à ses adhérents le principe de l'obligation de l'apprentissage, et le ferait respecter par des sanctions se préparerait une prospérité durable, donnerait un exemple des plus salutaires et aiderait ainsi puissamment les efforts de ceux qui tentent d'obtenir pour la profession une représentation convenable dans les conseils et comités de l'enseignement technique.

La réglementation du travail. — J'ai indiqué plus haut que la loi avait plus nui à l'apprentissage qu'elle ne l'avait aidé. Actuellement la loi gêne encore l'apprentissage de deux façons.

Tout d'abord, la loi sur les accidents du travail du 9 avril 1898 stipule en faveur des apprentis des indemnités égales à celles des ouvriers valides ayant le salaire le plus bas ; il en résulte pour le patron une charge assez lourde et tout à fait injustifiée. La difficulté peut être en partie tournée en créant des Caisses d'assurance mutuelles corporatives ; je n'insisterai donc pas sur ce point qui est accessoire.

La loi du 30 mars 1900 qui interdit l'emploi de mineurs de moins de 18 ans dans les locaux où les ouvriers travaillent plus de 10 heures est au contraire un obstacle grave qui ne peut être écarté qu'en modifiant profondément cette loi. La mise en vigueur de cette prescription a, comme nous l'avons vu, fait abandonner l'apprentissage à de nombreux patrons, et on le comprend facilement. Il n'y a, en effet, guère d'industrie qui ne soit appelée à faire travailler de temps à autre une partie de son personnel plus de 10 heures ; sous peine de perdre cette faculté, il faut, dans le régime actuel, renoncer à avoir des apprentis, ou les installer dans un local spécial, ce qui, nous l'avons vu, ne permet pas de réaliser les meilleures conditions d'apprentissage. Bien plus, tout travail ne se prête pas à l'exécution en local séparé. Comment réparer des chaudières, entretenir des locomotives ou caréner des navires en local séparé ? Pour ces spécialités, et plus généralement pour toutes les industries nécessitant le montage de pièces lourdes, l'obligation du local séparé rend impossible l'initiation des apprentis à leur métier futur et pourtant ces ateliers de montage et de réparations ne sont-ils pas ceux où l'apprenti peut se former le mieux sans spécialisation exagérée ?

L'abrogation des prescriptions de la loi du 30 mars 1900 s'impose donc. Les pouvoirs publics semblent d'ailleurs peu éloignés de reconnaître leur erreur et récemment, dans une réunion de la Société des Ingénieurs civils, le ministre du Travail, M. Bourgeois, s'est engagé à proposer cette abrogation aux Chambres. Espérons qu'il tiendra sa promesse.

VI. Les projets de loi.

Cette question nous amène d'ailleurs à la dernière de celles que nous étudierons. Que peut-on demander à la loi pour favoriser l'apprentissage et que faut-il attendre à ce sujet de projets déposés ou en cours d'étude ?

Les projets de loi en discussion au début de la guerre et visant l'apprentissage étaient : le projet Astier, qui réglemente l'enseignement technique en général et en particulier, dans son titre V, l'enseignement théorique reçu par les apprentis ; et le projet Verlot du 5 juin 1914 concernant l'apprentissage proprement dit (1). Depuis la guerre nos législateurs ont voulu faire œuvre plus ample. Le projet Astier, voté par le Sénat sans discussion, doit être complété par le projet Viviani du 13 mars 1917 sur l'enseignement des adolescents après leur apprentissage et par deux projets concernant les apprentis. M. Verlot a déposé le 27 mars 1917 le premier d'entre eux relatif à la taxe d'apprentissage, il annonçait, en même temps, à bref délai, le dépôt du troisième sur l'apprentissage proprement dit.

Je ne m'occuperai pas du projet Viviani qui sort du cadre de cette étude. Quant aux deux autres, il ne me sera pas défendu, avant de passer à leur examen, de remarquer que le projet Astier a commencé par organiser le contrôle de l'enseignement des apprentis, que le projet Verlot du 27 mars 1917 s'occupe des subventions à donner aux cours complémentaires, mais que le projet concernant les apprentis eux-mêmes et leur formation à l'atelier n'est encore qu'à l'étude. C'est pourtant le plus important.

Cette méthode paraît singulière, et on serait porté à s'en étonner ; elle s'explique par des raisons pratiques : le législateur peut réglementer facilement l'enseignement des apprentis. En face de la question de leur recrutement et de leur formation professionnelle, il se trouve plus embarrassé ; il se rend compte que la loi n'est pas une baguette magique transformant les gamins en apprentis ; il se heurte à des difficultés pratiques et il hésite avant de déposer un projet : cette hésitation est déjà un progrès.

Le projet Astier tient d'ailleurs assez largement compte des besoins de l'industrie. Il impose aux enfants sortant de l'école primaire, donc aux apprentis, la fréquentation de cours complémentaires pendant trois ans. Les industriels sont libres de s'associer pour organiser ceux de ces cours qu'ils feront suivre à leurs apprentis ; ils sont soumis dans cette tâche au contrôle de Commissions locales et départementales et du Conseil supérieur de l'enseignement technique. Les cours doivent être pris sur la journée de travail, mais des dérogations sont prévues pour les industries auxquelles cette organisation n'est pas applicable, telles que celles où les apprentis sont obligatoirement versés dans des équipes d'ouvriers, par exemple la métallurgie.

(1) Le rapport Verlot qui constitue un très remarquable exposé des besoins de l'apprentissage et de son histoire, rappelle les dispositions des divers projets de loi déposés devant la Chambre avant la guerre, et propose de leur substituer une réglementation, dite projet Verlot, qui a essayé de tenir compte des desiderata présentés par les auteurs des projets ci-dessus et par les Congrès de l'apprentissage.

Digitized by Google

Par contre, l'organisation administrative projetée est moins heureuse. Elle a besoin de deux modifications consistant :

a) A maintenir dans les Comités et Conseils une majorité de professionnels ;

b) A restreindre l'autorité des Commissions locales au profit de Commissions départementales, de façon à éviter les querelles de clocher.

On pourrait aussi écarter les surcharges imposées aux villes de plus de 150 000 habitants.

Telles ont été les conclusions de l'Union minière et métallurgique ; espérons que la Chambre des Députés les fera siennes. Espérons surtout que l'obligation des cours complémentaires amènera les industriels à s'intéresser à l'organisation de ces cours et à l'apprentissage. C'est là, en ce qui concerne l'apprentissage, le plus heureux effet, à attendre de la loi Astier. L'enseignement complémentaire qu'elle organise sera d'ailleurs fructueux ou stérile, selon qu'il sera distribué. Il appartiendra aux industriels d'y veiller.

Le projet Verlot, du 17 mars 1917, qu'il faut distinguer du projet beaucoup plus complet et du rapport déposés par son auteur avant la guerre, ne s'occupe que de la taxe d'apprentissage. Tout industriel ou commerçant occupant des jeunes gens soumis à l'obligation des cours complémentaires du projet Astier doit participer à la dépense de ces cours en payant une taxe. Les industriels assurant eux-mêmes cet enseignement « peuvent » être dispensés de la taxe. Le produit des taxes est versé dans une caisse d'apprentissage locale qui subventionne les cours libres, syndicaux ou municipaux.

Sans m'attarder à des points de détail, notamment au fait que l'industriel a seulement la possibilité et non le droit de se faire décharger de la taxe et aux anomalies que peut présenter la répartition des taxes entre les patrons, je n'examinerai que le principe même de ce projet. En établissant une taxe d'apprentissage, il reprend en apparence la proposition du projet vigoureux de M. Villemin, mais en fait, il donne à cette taxe une signification tout autre. M. Villemin laissait à la charge de la profession non pas seulement les cours complémentaires, mais l'apprentissage lui-même, et imposait une taxe aux patrons ne formant pas d'apprentis. Le produit de cette taxe pouvait servir à donner des primes aux industriels formant des apprentis en surnombre à la place des abstentionnistes. Cette taxe était une véritable compensation et on peut supposer qu'elle aurait été assez lourde pour encourager les patrons à ne pas se désintéresser de l'apprentissage. La taxe du projet Verlot a perdu ce caractère ; elle sera vraisemblablement faible et n'aura pas d'effet.

Que dire du troisième projet, de celui qui n'est pas déposé? Je me bornerai à indiquer ce qu'il devrait contenir. Nous devrions y trouver : en premier lieu l'affirmation que la formation des apprentis est pour l'usine une fonction naturelle comme l'est pour l'être vivant la procréation; qu'elle constitue une obligation sociale incombant au patron et que les organisations professionnelles sont chargées de veiller, sous le contrôle de l'Etat, à ce que tous s'en acquittent ; que les industriels refusant de s'astreindre à former des apprentis, ou reconnus incapables d'en faire, sont tenus à une forte compensation dont la fixation et la répartition incombent aux organisations professionnelles.

En second lieu, l'abrogation des dispositions de la loi du 30 mars 1900, en limitant, au besoin, cette faveur aux industriels qui forment un nombre normal d'apprentis et les forment complètement.

Ainsi compris, ce projet de loi écarterait de l'apprentissage les difficultés extrinsèques qui s'opposent actuellement à son développement, malgré la bonne volonté des patrons.

Cette bonne volonté est d'ailleurs évidente. J'ai montré, au début de cette étude, comment la question de l'apprentissage avait attiré dans ces dernières années l'attention et l'intérêt des industriels; ils ont fait ou subventionné de nombreuses tentatives qui ont contribué à préparer le terrain. L'opinion patronale, autrefois très contraire à la création de cours complémentaires pris sur le temps de travail de l'apprenti, a résolument changé [1]. L'habitude de payer à l'apprenti un salaire très appréciable s'est répandue, tout particulièrement dans le domaine de la mécanique. Enfin l'idée que l'apprentissage est nécessaire à la prospérité de la profession s'est implantée peu à peu. Le Syndicat professionnel des industries électriques en a donné la manifestation la plus nette en créant ses cours complémentaires d'apprentis. Que reste-t-il donc à faire du côté des industriels? Rien de très difficile. Qu'ils examinent ce que certains d'entre eux ont déjà fait et se convainquent que l'apprentissage est chose facile et indispensable au progrès de l'industrie; qu'ils s'unissent pour affirmer le principe de l'obligation de l'apprentissage et s'en imposer mutuellement le respect ; qu'ils prennent des apprentis; qu'ils réclament enfin à l'Etat les pouvoirs nécessaires à la défense de ceux d'entre eux qui remplissent leurs devoirs d'éducateurs. Voici leur rôle. Il est prépondérant.

Mais il est nécessaire que, de leur côté, nos législateurs les aident en modifiant la loi du 30 mars 1900, de façon à laisser l'apprenti pénétrer et vivre à l'atelier, c'est l'essentiel ; que la loi proclame l'obligation de l'apprentissage et vérifie que les industriels la respectent, que la Chambre vote, en outre, le projet Astier en l'amendant sur les points où il ne fait pas à la profession la part qui lui revient. Tout cela sera utile. Mais tenons pour certain que toute obligation légale sera inefficace si le patron n'est pas convaincu qu'il a besoin de former des apprentis pour donner à son industrie une prospérité durable et qu'il le peut faire sans grands frais. Voilà l'idée fondamentale qu'il est nécessaire de répandre et de prouver par l'exemple.

Maurice Lacoin,
Ingénieur de la Marine, C. R.

[1] L'évolution de la Chambre de Commerce de Paris, sur ce point, a été particulièrement intéressante.

Digitized by Google

Assemblées générales

Compagnie Centrale de Chemins de fer, de Tramways et d'Electricité.

Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917.

La situation des différentes entreprises dans lesquelles est intéressée la Compagnie et qui comportent principalement des réseaux de transports par voies ferrées, s'étendant sur 1696 km, ne s'est guère modifiée au cours de l'exercice : les recettes totales de ces entreprises ont été de 8941736 fr, mais les revenus du portefeuille de la Compagnie se trouvent en diminution par suite des suppressions de dividende de certaines sociétés.

Le solde du compte Profits et pertes, comprenant le report de l'exercice précédent, se monte à 457541 fr sur lesquels, après prélèvement du montant de la réserve légale, il a été attribué 232362 fr à l'amortissement du compte Prime de remboursement des obligations ; 200000 fr au fonds de prévision et le solde nouveau, soit 20530 fr, a été reporté à l'exercice suivant.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Portefeuille	7 142 327,11
Banquiers, comptes débiteurs et comptes d'ordre	4 717 257,26
Cautionnements de gestion	40 000 »
Prime de remboursement des obligations	232 362,15
	12 131 946,52

Passif.

	fr
Capital actions	2 500 000 »
Obligations	3 899 500 »
Fonds d'amortissement des obligations	41 100 »
Fonds de réserve statutaire	770 643,66
Fonds de prévision	800 000 »
Banquiers et comptes créditeurs	3 650 161,26
Déposants de cautionnements (administration)	40 000 »
Profits et pertes :	
Solde exercice 1916	92 931,41
Solde exercice 1915	364 560,19
	12 131 946,52

Electricité du Nord-Est Parisien.

Assemblée générale ordinaire du 26 juin 1917.

La Société venait à peine d'être constituée à la déclaration de guerre et il n'avait pas été possible de convoquer dans les délais statutaires l'assemblée destinée à examiner le bilan de l'exercice 1914-1915. Aussi l'assemblée du 26 juin dernier a-t-elle eu à statuer sur les comptes des deux exercices 1914-1915 et 1915-1916, ceux-ci se sont soldés par un déficit de 24940 fr dont 13468 fr pour 1914-1915.

L'exploitation est encore limitée à la fourniture de courant au seul réseau du Raincy ; l'alimentation a été primitivement assurée par une usine provisoire établie antérieurement par le Sud-Lumière dans l'usine à gaz du Raincy. Actuellement tout le courant provient de l'usine de Vitry.

Nous donnons ci-dessous les bilans résumés des deux exercices 1914-1915 et 1915-1916.

Bilan au 31 décembre 1915.

Actif.

	fr
Frais de constitution et premier établissement	11 823,55
Réseau	12 954,57
Actionnaires	750 000 »
Caisse, banquiers	108 592,36
Débiteurs divers	116 373,59
Pertes et profits	13 468,99
	1 013 213,06

Passif.

	fr
Capital	1 000 000 »
Créditeurs divers	13 213,06
	1 013 213,06

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Frais de constitution et de premier établissement	14 705,50
Réseau	16 054,80
Actionnaires	750 000 »
Caisse et banquiers	90 278,62
Débiteurs divers	122 503,10
Pertes et profits	24 940,69
	1 018 482,71

Passif.

	fr
Capital	1 000 000 »
Créditeurs divers	18 482,71
	1 018 482,71

Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière).

Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917.

L'exercice, dont il a été rendu compte à l'assemblée des actionnaires, comprend 18 mois comptant du 1er juillet 1915 au 31 décembre 1916, conformément à la décision de l'assemblée générale extraordinaire du 14 septembre 1915.

Les recettes totales de l'exercice ont été de 22150308 fr contre 6015749 fr pour l'exercice 1915 (12 mois) ; le nombre des abonnés est passé de 46401 pour le précédent exercice à 49455, et la puissance installée en service de 22536 kw à 24206 kw pour l'éclairage et de 32378 kw à 52022 kw pour la force motrice sans tramways.

Mais pendant cette période les dépenses d'exploitation ont augmenté en proportion de la hausse des prix du combustible, des matières premières et de la main-d'œuvre, et les bénéfices n'ont atteint que 483404 fr contre 1640020 fr en 1915.

Aussi, bien que l'exercice en cours se présente sous un jour plus favorable, aucun dividende n'a été distribué : après avoir porté à la réserve légale une somme de 24170 fr, le solde du compte Profits et pertes s'élevant à 1091723 fr et comprenant le report de 1914-1915, a été reporté à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Terrains et constructions	8 001 290,96
Matériel et installations	34 947 707,91
A reporter	42 948 998,87

Digitized by Google

Report	42 948 998,87
Entrepreneurs et constructeurs	839 157,08
Petit matériel et outillage	1 »
Mobilier et agencement	1 »
Frais de constitution et premier établissement	1 »
Fonds de commerce	1 »
Approvisionnements généraux	1 321 157,01
Cautionnements	174 059,80
Titres et valeurs	3 164 696,15
Caisses et banques	1 582 320,24
Effets à recevoir	9 963,65
Abonnés	3 623 042,07
Débiteurs divers	648 559,77
Avances sur commandes charbon	709 618,45
Frais d'émission des obligations	1 »
Frais d'émission des bons décennaux (5 1/2 pour 100)	127 192,65
Prime de remboursement sur obligations	347 595 »
	55 496 365,74

Passif.

	fr
Capital actions	25 000 000 »
Réserve légale	564 072,70
Compte général d'amortissements	7 913 542,01
Provision pour risques en cours	1 000 000 »
Capital obligations (moins obligations sorties aux tirages)	9 593 000 »
Bons obligataires décennaux 5 1/2 pour 100	3 000 000 »
Dépôts de garantie	1 292 103,85
Fournisseurs	707 232,50
Créditeurs divers	4 271 837,64
Actions. Coupons échus restant à payer	80 057 »
Obligations. Coupon n° 48	158 840 »
Obligations. Coupons échus restant à payer	27 541,66
Obligations sorties à rembourser	748 662,24
Bons obligataires décennaux 5 1/2 pour 100 :	
Coupon n° 3	82 500 »
Coupons échus restant à payer	82,50
Profits et pertes :	
Solde bénéficiaire de l'exercice	483 404,28
Report de l'exercice 1914-1915	632 489,36
	55 496 365,74

Compagnie des Tramways de l'Ouest-Parisien.

Assemblée générale ordinaire du 27 juin 1917.

Les résultats d'exploitation de la Compagnie se sont ressentis de la hausse de toutes les matières premières d'entretien, des indemnités à allouer au personnel et de l'arrêt de certaines lignes nécessaire pour réduire la consommation du charbon.

Les recettes d'exploitation ont été de 1026215 fr contre 872645 fr en 1915, mais en raison de l'augmentation des dépenses qui ont passé de 723979 fr à 982768 fr, les bénéfices d'exploitation de l'exercice n'ont été que de 43446 fr contre 148666 fr.

Le compte Profits et pertes qui est chargé à son débit des intérêts dus à la Compagnie générale de Traction, soit 163162 fr, se solde donc par une perte de 121715 fr contre 16496 fr précédemment.

La déclaration de guerre ayant arrêté les pourparlers engagés par la Compagnie en vue du renouvellement de son traité de concession et de la réorganisation de son réseau, il n'a pu être procédé aux réfections prévues du matériel, et la situation du réseau et de l'exploitation de la Compagnie présente-t-elle un caractère de gravité inquiétant.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Frais de constitution et d'augmentation du capital	36 738,09
Premier établissement :	
Travaux divers et charges d'installations	48 142,12
Sous-stations	767 925,16
Voies de terre	4 416 002,59
Lignes électriques	720 775,50
Matériel roulant	1 015 242,22
Dépôt et atelier	1 222 125,05
Matériel et outillage	60 569,04
Mobilier et installations	18 214,90
Travaux neufs :	
Travaux sur voitures :	
Compagnie générale de traction	19 350,26
Substitution du trolley au diatto	83 774,42
Prolongement des voies jusqu'à la gare d'Auteuil	61 246,66
Installation du trolley et modification des voies entre la rue de Vouillé et l'avenue Duquesne	129 360,51
Construction d'un garage et modification des voies	6 270,43
Dédoublement de la voie rue de Vaugirard	15 707,58
Installation d'un bureau-abri au terminus d'Auteuil	3 415,89
Installation du terminus Brune	44 897,44
Garages pour intensification du service Renault	33 173,91
Frais à amortir :	
Frais d'études	47 601,54
Mise en valeur des réseaux	207 357,15
Dépréciations, suppressions de voies et matériel	1 516 582,94
Grosses réfections du matériel roulant et des voies	496 254,02
Transfert des ateliers de Bagneux à Issy	4 600 »
Droits de transmission	59 818,52
Caisses et banques	170 239,16
Cautionnements de concession	58 000 »
Versements de garantie	2 642 »
Dépenses d'exploitation amortissables en 1917	10 794,14
Approvisionnements	98 445,20
Débiteurs divers	87 168,10
Compte d'ordre	250 »
Profits et pertes :	
Solde au 31 décembre 1915	3 216 054,62
Perte de l'exercice 1916	121 715,75
	14 809 454,93

Passif.

	fr
Capital :	
Compagnie générale de traction :	
Principal	8 000 000 »
Intérêts	3 000 000 »
Courant et diatto 1er janvier 1913	2 100 000 »
Au 18 mars 1913	54 241,39
Compte courant à partir du 19 mars 1913	587 081,34
Compte avance « Molitor Duquesne »	140 025,34
Compte avance « Garantie »	154 500 »
Fournisseurs et créanciers divers	552 395,89
Provisions diverses	191 831,98
Dépenses afférentes à 1917 restant à payer	20 128,99
Compte d'ordre	250 »
	14 809 454,93

SECTION DE LÉGISLATION

Remarques sur l'ordonnance fédérale du 9 décembre 1916 concernant la vérification et le poinçonnage officiels des compteurs d'électricité [1]

Une ordonnance du Conseil fédéral suisse a, en application de l'article 25 de la loi suisse du 24 juin 1909 sur les poids et mesures, introduit l'obligation de la vérification et du poinçonnage officiels des compteurs d'électricité. L'auteur résume brièvement la genèse de cette nouvelle réglementation, nous n'insisterons pas autrement sur cette genèse. Nous nous contenterons de dire que le règlement que nous allons commenter est l'œuvre d'une Commission technique qui en a pesé tous les termes.

Objet de la réglementation officielle. — Pour éviter les complications auxquelles aurait conduit l'élaboration d'un règlement général applicable aux diverses catégories d'instruments qui peuvent être employés pour le contrôle de l'énergie électrique vendue, l'ordonnance limite ses effets aux compteurs et aux transformateurs qui les accompagnent. Les mouvements d'horlogerie et les dispositifs destinés à l'application de tarifs spéciaux ne sont pas soumis à la vérification.

Le règlement pose en principe que seuls doivent être vérifiés et poinçonnés officiellement les compteurs servant à la vente du courant. Les compteurs installés dans des buts de statistique ne sont pas obligatoirement contrôlés.

Le nombre des compteurs soumis à la vérification sera fixé par des registres établis et constamment tenus à jour par les centrales. Ces registres devront faire mention de tous les compteurs n'appartenant pas à la centrale qui servent cependant à la mesure de l'énergie vendue par elle.

Essais des systèmes. — Tous les systèmes de compteurs devront être vérifiés et admis par le Bureau des Poids et Mesures. L'essai se fera sur la demande et aux frais du fabricant de compteurs. Les articles 14 à 28 de l'ordonnance exposent les essais auxquels les compteurs et les transformateurs seront soumis et fixent les limites d'erreurs admissibles aux divers régimes. Les appareils soumis aux essais doivent être de même construction que les appareils du commerce, mais réglés de façon à prouver tout ce que le constructeur peut en obtenir.

Les pourcentages de charge de la tabelle des erreurs admises paraissent un peu étranges à première vue, mais ils ont été choisis de façon que, pour tous les cas d'essais prévus par le règlement, l'erreur admissible soit indiquée par un chiffre précis.

Les systèmes admis à la suite des essais sont désignés par la lettre S et un numéro d'ordre qui doivent être reproduits sur tous les appareils fabriqués d'après le système autorisé.

En principe, les indications du compteur doivent être basées sur les unités de mesure légales; cependant l'emploi des compteurs indiquant la somme à payer en francs et en centimes est autorisé, à la condition que le rapport entre les indications du cadran et la quantité d'énergie enregistrée soit nettement établi. Les compteurs d'ampères-heures sont admis comme compteurs de watt-heures sous réserve d'indication de la tension à laquelle la mesure est exacte.

Bureaux de vérification. — Si l'essai des systèmes est réservé uniquement au Bureau des Poids et Mesures, la vérification individuelle des compteurs et leur poinçonnage sont confiés à des bureaux de vérification.

Ces bureaux peuvent être établis, soit par les centrales, soit par les fabriques de compteurs, soit par d'autres administrations qualifiées. L'autorisation d'ouvrir des bureaux de vérification est donnée par le département suisse des finances sur le rapport de la Commission des Poids et Mesures aux personnes et sociétés présentant des garanties suffisantes.

La Commission des Poids et Mesures fixera ultérieurement les conditions que devra remplir le matériel d'étalonnage.

Le vérificateur pourra être un employé de la centrale ou de la fabrique de compteurs, mais il devra justifier de capacités techniques suffisantes et être assermenté par le Bureau des Poids et Mesures. Ce dernier, d'ailleurs, vérifiera périodiquement les appareils d'étalonnage employés et s'assurera de la bonne marche des services par des inspections.

Les bureaux de vérification devront enregistrer d'une façon uniforme et précise les résultats des mesures effectuées afin de permettre le contrôle en tout temps. Le système adopté est donc très libéral tout en assurant les garanties nécessaires.

Etendue des vérifications officielles. — Les schémas de montage imposés pour les vérifications officielles des compteurs sont sensiblement les mêmes que ceux admis par la station d'étalonnage de l'Association suisse des Electriciens. Pour les essais ordinaires, on devra faire l'étalonnage pour 10 pour 100, 50 pour 100 et 100 pour 100 de la charge avec un $\cos \varphi = 0.5$. Pour les compteurs compliqués, on a prévu des essais plus étendus. Le règlement fixe la limite des erreurs admissibles; elles atteignent, par exemple, ± 3 pour 100 à pleine charge, $\cos \varphi = 1$, pour un compteur neuf ou fraîchement réparé.

En ce qui concerne les transformateurs de mesure, le règlement distingue trois cas, suivant le mode d'emploi de ces appareils.

Premier cas. — Le compteur et ses transformateurs de

(1) A. Filliol. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, février 1917, t. VIII, p. 56-65.

Digitized by Google

mesure constituent un tout indissolublement lié; dans ce cas, on opère comme pour un compteur seul ayant l'étendue de mesure fixée par les constantes primaires des transformateurs.

Deuxième cas. — Le compteur et ses transformateurs de mesure, tout en constituant des appareils distincts, sont déclarés devoir fonctionner ensemble. On opère comme dans le premier cas, mais le compteur doit en plus être vérifié seul pour faciliter les contrôles périodiques ultérieurs.

Troisième cas. — Le compteur et ses transformateurs de mesure sont interchangeables l'un et l'autre avec des appareils de même calibre. On vérifie séparément le compteur et les transformateurs de mesure.

Les appareils reconnus exacts sont munis d'un poinçon indiquant le numéro du bureau ayant effectué l'étalonnage et la date de cet étalonnage.

Revisions périodiques. — La durée de validité du poinçonnage d'un compteur d'électricité est fixée à dix ans. Les compteurs soumis à la revision doivent être remis à l'état neuf et satisfaire aux mêmes conditions que les compteurs neufs. La durée de validité d'un poinçonnage d'un compteur réparé est la même que pour un compteur neuf.

Cette durée de validité de dix ans pour le poinçonnage d'un compteur serait beaucoup trop longue si le compteur n'était pas vérifié pendant cette période; aussi le règlement nouveau rend obligatoire le contrôle de la marche des compteurs et crée une catégorie spéciale d'essais dits : « contrôles intercalaires simplifiés ». Aucune méthode officielle n'est imposée pour ce contrôle; cependant, les centrales devront soumettre les procédés qu'elles emploieront au Bureau des Poids et Mesures.

Certains compteurs exigent d'être ouverts, soit pour l'entretien, soit pour la surveillance de leur marche; le règlement permet alors l'ouverture de ces compteurs par les agents des centrales, sous certaines réserves, et dans des conditions déterminées. Le droit d'ouverture sera accordé par le Bureau des Poids et Mesures. Les compteurs ouverts dans ces conditions seront refermés à l'aide d'un plomb spécial portant un signe distinctif de la centrale et le millésime. Les opérations effectuées lors de l'ouverture devront être notées dans les registres de contrôle. Les centrales qui ne posséderont pas de service de surveillance à domicile pourront faire exercer cette surveillance par un bureau de vérification. Les compteurs trouvés douteux lors des vérifications de surveillance, et les compteurs rentrant d'installations par suite de cessation d'abonnements devront être soumis à un bureau de vérification et subir un réétalonnage officiel, même si leurs poinçons sont encore valables. Si les erreurs constatées dans ce cas ne dépassent pas le double des erreurs admises pour l'essai de système, le compteur sera laissé en service jusqu'à la fin de la période de dix ans et muni d'un poinçon spécial, sinon il devra subir toutes les opérations prescrites pour un compteur arrivé à la fin de sa période de dix ans.

L'auteur examine ensuite les dispositions transitoires adoptées pour passer au nouveau régime dont l'entrée en vigueur est fixée au 1er janvier 1918; nous n'insisterons pas sur cette question qui intéresse beaucoup plus les Suisses que nous. Il termine son article en examinant les conséquences financières de la réglementation officielle et les dispositions prises pour ne pas trop charger le budget des entreprises de distribution d'électricité, tout en assurant au Bureau des Poids et Mesures le moyen d'assurer un contrôle sérieux et efficace.

Comme conclusion, nous pouvons dire que le nouveau règlement à suivre concernant la vérification et le poinçonnage officiel des compteurs d'électricité est conçu dans un esprit très libéral et qu'il assure aux abonnés et aux centrales une garantie qu'ils ne connaissaient pas jusqu'ici. Nous croyons que son application donnera entière satisfaction à tous, vendeurs et acheteurs d'énergie électrique.

H. C.

Législation, jurisprudence, réglementation

Proposition de loi tendant à la résolution facultative, pour les communes, des contrats passés par elles dans le cas où l'augmentation du prix aurait été prononcée par décision de justice [1].

La proposition de loi de MM. Delaroue et Maurice Viollette réglait trois situations :

1° Elle établissait pour les communes la faculté de demander reconventionnellement la résiliation du contrat, lorsque le concessionnaire demandait le relèvement des prix et que le travail public n'était pas terminé, ni l'exécution du service public commencée ;

2° Elle réglait aussi le cas où le concessionnaire aurait abandonné sa concession sans autorisation du pouvoir concédant : la résiliation était de plein droit, aux torts du concessionnaire, sur la demande de la commune.

3° Elle réglait enfin le cas où le concessionnaire demandait et obtenait en justice l'assistance, le concours du pouvoir concédant à l'entreprise; elle organisait un système d'avances par la commune et par les consommateurs, avances qui leur seraient remboursables sur les bénéfices du concessionnaire, une fois l'équilibre rétabli entre les dépenses et les recettes.

Le gouvernement a pensé, d'accord avec la Commission de l'administration générale, départementale et communale, que les deux premières hypothèses trouvaient leurs solutions dans la législation actuelle ; en effet, l'article 1184 du Code civil dispose : « La condition résolutoire est toujours sous-entendue dans les contrats synallagmatiques pour le cas où l'une des deux parties ne satisfera pas à son engagement. Dans ce cas, le contrat n'est pas résolu de plein droit. La partie envers laquelle l'engagement n'a point été exécuté a le choix ou de forcer l'autre à l'exécution de la convention, lorsqu'elle est possible, ou d'en demander la résolution avec dommages et intérêts » et le juge n'aura qu'à appliquer cet article dans le cas prévu au 1°.

Dans le cas prévu au 2°, on pourra appliquer les articles 1142 et 1148 du Code civil qui régleront la situation, étant donné que, même dans l'arrêt du Conseil d'État, en date du 30 mars 1916, la guerre ne constitue pas par elle-même le cas de force majeure. L'article 1142 dispose : « Toute obli-

[1] *Journal officiel*, 1917, documents parlementaires de la Chambre, annexes nos 2 300, 2 938, 3 038, 3 346, 3 399 et 3 564.

Digitized by Google

gation de faire ou de ne pas faire se résout en dommages-intérêts, en cas d'inexécution de la part du débiteur ». Et l'article 1148 est le suivant : « Il n'y a lieu à aucun dommages intérêts lorsque, par suite d'une force majeure ou d'un cas fortuit, le débiteur a été empêché de donner ou de faire ce à quoi il était obligé, ou a fait ce qui lui était interdit. »

Le Conseil d'État a en outre prononcé que le concédant devait secourir le concessionnaire quand celui-ci demande un relèvement de prix, et cela parce que les prix de la matière première se sont accrus au delà des prévisions, mais par contre l'esprit de son arrêt indique qu'il est inadmissible que le concessionnaire puisse quitter son service, s'il n'a pas au préalable demandé l'assistance de la commune; s'il n'a pas fait cette demande d'assistance, il ne peut invoquer la majoration imprévue des prix pour demander la résiliation, car la résiliation ne peut être demandée, la guerre n'étant pas un cas de force majeure.

Il ne restait donc à solutionner légalement que ce litige : « Quand le juge compétent aura prononcé qu'il y aura lieu pour le concédant d'accorder son concours au concessionnaire, quel sera le caractère de ce concours ? Comment sera-t-il organisé ? »

Le gouvernement, d'accord avec la Commission de l'administration générale, départementale et communale, a décidé que le concours du concédant aura lieu sous forme d'avances remboursables, et non sous forme de relèvements de prix, et qu'on tiendrait compte de la durée totale du contrat et non de la tranche extracontractuelle que constituerait la durée de la guerre. Le gouvernement, toutefois, a pensé qu'il fallait excepter de l'application de la nouvelle loi les ententes amiables déjà conclues depuis la guerre, jugeant qu'elles constituent des contrats nouveaux, des accords de volontés qui ne peuvent se réclamer de la théorie de l'imprévision ni d'une part, ni de l'autre.

Nous donnons ci-dessous le texte de la loi qui a été votée par la Chambre, mais pas encore par le Sénat où elle rencontrera une certaine opposition. En effet, il semble inadmissible que seul le concessionnaire ait à supporter toutes les charges supplémentaires causées par l'état de guerre. D'après le projet de loi, la commune lui prêtera bien aide pour la durée de la guerre, mais il faudra dans la suite qu'il la rembourse intégralement, en lui versant chaque année une somme atteignant les quatre cinquièmes des bénéfices de l'année dès que les recettes équilibreront les dépenses. Il est donc à espérer que le Sénat modifiera le texte qui suit :

Article premier. — Lorsqu'il s'agira d'un contrat de concession d'un travail public communal, ou de tout autre contrat d'une durée supérieure à neuf ans, ayant pour objet la concession d'un service public d'une commune, aucune demande en justice, à raison de l'état de guerre, qui aurait rendu plus lourde l'exécution des charges du demandeur, ne pourra être introduite sans une tentative de conciliation préalable et obligatoire.

Cette tentative de conciliation aura lieu devant le président du tribunal compétent : elle sera soumise aux règles édictées par le titre premier du livre deuxième du Code de procédure civile.

Au cas de conciliation, il sera dressé procès-verbal de l'accord intervenu, qui ne deviendra définitif qu'après approbation du conseil municipal et du préfet.

Art. 2. — Au cas de non-conciliation, la demande devra être accompagnée d'un compte général, si possible, établissant la situation financière depuis le début de la concession, et, en cas de renouvellements successifs, depuis le début de la concession primitive, jusqu'au jour de la demande.

Art. 3. — Dans le cas où le tribunal aurait prononcé qu'il y a lieu d'accorder un concours financier au concessionnaire, celui-ci sera tenu de dresser chaque année le compte de l'exploitation et d'en donner communication au concédant. Ce compte partira du jour de la demande en justice.

Il comprendra, au débit, en outre des dépenses normales de l'entreprise, le montant des intérêts à 5 pour 100 du capital-actions réellement versé.

Il ne comprendra aucune somme, ni pour la rémunération des parts d'intérêts, ni pour une réserve quelconque.

Art. 4. — Dès qu'il sera établi que les recettes équilibrent les dépenses, le concessionnaire aura l'obligation, sur les bénéfices de chaque année, de restituer le montant des sommes avancées par la commune ou par les consommateurs pendant la période déficitaire, dans la limite des quatre cinquièmes desdits bénéfices.

Le droit de récupération des particuliers s'éteindra par une prescription d'un an, à partir du jour où le public aura été informé, par les moyens habituels de publicité, de la compensation établie entre les recettes et les dépenses.

Les sommes non réclamées par les particuliers feront retour à la commune.

A la fin de la concession, si les avances n'ont pas été complètement remboursées par le concessionnaire, elles ne constitueront pas une créance contre lui.

Art. 5. — Les procédures engagées et les décisions de justice n'ayant pas force de chose jugée sont annulées.

Loi portant ouverture au ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, de crédits additionnels aux crédits provisoires de l'exercice 1917, pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion.

Nous avons, à plusieurs reprises, signalé dans la « R. G. E. » 26 mai 1917, t. I, p. 839, 21 juillet 1917, t. II, p. 119, 11 août 1917, t. II, p. 240, le projet de loi déposé par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et relatif à la reconstitution industrielle des régions envahies, ainsi que les rapports faits au nom de la Commission du budget par M. Louis Dubois, député, et au nom de la Commission des dommages de guerre par M. A. Lebrun, député, concernant ce projet de loi.

Le projet ayant été adopté par la Chambre des Députés et par le Sénat, le président de la République a promulgué le 6 août 1917 et le « Journal officiel » a publié, le 7 août, p. 6116, la loi dont la teneur suit :

Article premier. — Le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes est chargé d'effectuer, dans la limite d'un crédit d'engagement de deux cent cinquante millions de francs (250 000 000 fr) et dans les conditions précisées aux articles ci-après, des achats de matières premières, d'outillage, d'articles et produits d'entretien nécessaires à la remise en marche des exploitations et établissements industriels des départements victimes de l'invasion, et de procéder à la distribution, par voie de cession, des marchandises ainsi achetées.

Il peut de même être chargé d'effectuer, sur la demande des ministres intéressés, et pour leur compte, tous autres achats destinés aux départements victimes de l'invasion.

Art. 2. — Il est créé, au ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, un Office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion, chargé d'effectuer, sous l'autorité du ministre, les opérations prévues par la présente loi.

L'Office est composé de huit délégués des départements ministériels intéressés et de huit représentants du commerce et de l'industrie, dont la moitié appartenant aux départements victimes de l'invasion.

Les membres de l'Office et son président sont nommés par un décret contresigné par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et le ministre des Finances. Un autre décret contresigné par les mêmes ministres déterminera les conditions de fonctionnement de l'Office.

Digitized by Google

Il est interdit aux membres de l'Office de prendre ou de conserver un intérêt direct ou indirect à l'occasion d'un marché passé en exécution de la présente loi.

ART. 3. — Les règles générales relatives à la fixation des prix de cession, à la distribution et à la délivrance des approvisionnements constitués ainsi qu'au mode de réalisation des achats sont arrêtées de concert entre le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et le ministre des Finances.

Les cessions sont effectuées, soit au comptant, soit sur délégation par le cessionnaire d'une fraction de l'indemnité susceptible de lui être allouée pour dommages de guerre égale au prix de la cession augmenté des frais accessoires.

Dans ce cas, le montant de la somme déléguée peut être rétabli au crédit du compte spécial dont il sera parlé ci-après, par imputation sur les crédits inscrits au budget du ministère de l'Intérieur.

ART. 4. — Des conventions pourront être passées, pour l'exécution des opérations prévues par la présente loi, par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, sur la proposition de l'Office, dans les conditions spécifiées aux articles 5 à 10 ci-après, avec des tiers agissant pour le compte de l'Etat. Ces conventions devront être soumises à l'approbation du ministre des Finances.

ART. 5. — Les programmes des achats confiés aux tiers mandataires sont établis par l'Office. Ils précisent la nature et les quantités des divers objets ou marchandises, indiquent les régions ou pays d'origine dans lesquels seront passées les commandes et comportent des évaluations approximatives de la dépense.

Ils déterminent également les contrats qui, en raison de leur nature ou de leur importance, devront être soumis à une autorisation ministérielle spéciale avant leur conclusion.

Cette autorisation est obligatoire pour tout contrat passé avec une personne intéressée, soit comme administrateur, soit comme actionnaire, dans les sociétés qui pourraient être chargées des achats, ou faisant partie du personnel dirigeant de ces sociétés.

Les programmes sont approuvés par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

Nonobstant cette approbation, le ministre conserve la faculté de demander communication de tout projet de contrat d'achat et de subordonner sa conclusion à une autorisation spéciale.

ART. 6. — Les dispositions spéciales édictées par les tiers mandataires en conformité de la réglementation prévue à l'article 3 de la présente loi et relatives aux opérations effectuées pour le compte de l'Etat sont soumises à l'approbation du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, qui statue après avis de l'Office.

ART. 7. — Les tiers mandataires reçoivent de l'Etat, sur le montant des opérations effectuées pour son compte, une commission fixée, sur la proposition de l'Office, par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, après avis du ministre des Finances; cette commission est destinée à faire face aux frais généraux et d'administration afférents à ces opérations et à rémunérer, à concurrence d'un intérêt de cinq pour cent (5 pour 100) au maximum sur les sommes réellement versées, le capital jugé nécessaire pour rendre effective la responsabilité du tiers mandataire et lui permettre d'exécuter son mandat.

Le montant des sommes dues par l'Etat aux tiers mandataires est arrêté à la fin de chaque exercice, sur la proposition de l'Office, par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

Les tiers mandataires s'interdisent, sur les opérations effectuées pour le compte de l'Etat, tout bénéfice excédant cette rémunération, et le boni susceptible d'être réalisé est obligatoirement reversé à l'Etat lors du règlement définitif des opérations.

ART. 8. — Les opérations matérielles de dépense et de recette afférentes aux achats et cessions confiés aux tiers mandataires sont effectuées par les comptables du Trésor, sur ordre de payement et en vertu de titres de perception établis par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes ou par son délégué.

Les tiers mandataires peuvent toutefois être constitués régisseurs pour le payement des dépenses et l'encaissement des recettes. Dans ce cas, le montant des avances à consentir et le délai dans lequel il est rendu compte de leur emploi sont fixés par décrets contresignés par le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et le ministre des Finances.

ART. 9. — Les tiers mandataires sont responsables de leur mandat vis-à-vis de l'État conformément aux articles 1 984 à 2 010 du Code civil.

ART. 10. — Les opérations des tiers mandataires sont soumises au contrôle du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes. Ce contrôle, exercé par l'Office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion, constate si les opérations sont conformes aux programmes approuvés. Il veille à ce que la cession et la distribution des marchandises soient effectuées en conformité des règlements.

Au cas où le tiers est une société, les décisions du conseil d'administration et des assemblées générales sont soumises au ministère pour approbation, et tous documents administratifs et pièces justificatives sont tenus à sa disposition.

La comptabilité générale des tiers mandataires est soumise au contrôle de l'inspection générale des finances.

ART. 11. — Sont dispensés des formalités de timbre et d'enregistrement les conventions passées par l'État avec des tiers en exécution de l'article 4 de la présente loi, ainsi que tous actes de marchés, d'achats ou de cessions passés par l'État ou pour son compte et ayant exclusivement pour objet les opérations prévues par la présente loi.

ART. 12. — Il est ouvert au ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, sur l'exercice 1917, en addition aux crédits provisoires ouverts par la loi du 30 décembre 1916 et les lois spéciales, des crédits s'élevant à la somme de cent millions soixante mille francs (100 060 000 fr) applicables aux chapitres nouveaux ci-après :

Ministère du Commerce et de l'Industrie (1re section). — Chap. 46. — Office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion. — Personnel. 30 000 fr.

Chap. 47. — Office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion. — Matériel. 30 000 fr.

Chap. 48. — Reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion. — Fonds de roulement. 100 000 000 fr.

ART. 13. — Les opérations de dépense et de recette effectuées en conformité de la présente loi sont constatées à un compte spécial intitulé : « Reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion ».

Il en est justifié à la Cour des comptes par un agent comptable, responsable desdites opérations.

Sont portés au crédit de ce compte les crédits budgétaires ouverts au ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes à titre de fonds de roulement, le produit des cessions consenties au comptant et le montant des ordonnances émises par le ministre de l'Intérieur dans les conditions prévues à l'article 3 de la présente loi.

Sont inscrits au débit le montant des acquisitions et les frais accessoires de transport, chargement, déchargement, réception, manutention, magasinage, conservation et distribution des marchandises, la rémunération des tiers mandataires, ainsi que les dépenses de toute nature relatives au fonctionnement de l'Office, à l'exception des dépenses de personnel et de matériel afférentes au service central chargé de la direction et du contrôle des opérations.

Une situation du compte est établie à la fin de chaque année et communiquée au ministre des Finances.

ART. 14. — Les dispositions législatives et réglementaires concernant le contrôle des dépenses engagées sont applicables aux dépenses à porter au compte spécial.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 15. — 13 OCTOBRE 1917.

Chronique. — Projet d'agrandissement de l'Ecole centrale lyonnaise. — Bibliographie : Notions pratiques d'électricité. Applications au matériel d'aviation, p. 561 et 562.

Section scientifique et technique. — Sur le calcul symbolique et ses applications à l'intégration des équations différentielles de l'électrotechnique (*suite et fin*), par H. VOGT, p. 563. — Revues, analyses et informations : Nouvelles installations de transformation à redresseurs à vapeur de mercure de grande puissance, p. 571 ; Retard dans l'aimantation, p. 575 ; Remarques sur la corrosion des tubes de condenseurs, p. 576.

Section industrielle. — La technique des procédés actuels de fabrication de l'aluminium, par Jean ESCARD, p. 577. — Revues, analyses et informations : Sous-station réceptrice de Canton, p. 586 ; Les lampes électriques modernes et leurs applications industrielles, p. 587 ; Utilisation des combustibles pauvres, p. 589.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Société anonyme d'Eclairage électrique du Secteur de la Place Clichy, p. 591 ; Le Triphasé (Nord-Lumière), p. 591 ; Compagnie des Chemins de fer du Beaujolais, p. 591 ; Société d'Eclairage, Chauffage et Force motrice, p. 592.

Section de législation. — Le régime légal des chutes d'eau en Italie, G. TOCHON, p. 593. — Législation, jurisprudence, réglementation, p. 597 : La reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion, p. 598 ; Les bénéfices de guerre, p. 599 ; La reconstitution des régions envahies, p. 600 ; Arrêté nommant un membre de la Commission des Distributions d'énergie électrique, p. 600.

Projet d'agrandissement de l'École centrale lyonnaise. - Bien que la ville de Lyon possédât avant la guerre un enseignement technique que beaucoup d'autres centres industriels eussent envié, le Conseil municipal a pensé qu'il convenait de s'occuper dès maintenant des mesures à prendre pour donner à cet enseignement toute l'ampleur compatible avec le développement actuel et futur de l'industrie dans la région lyonnaise. Dès le mois de novembre 1916, il demandait au recteur de l'Académie de Lyon si l'Université s'intéressait à cette œuvre dont l'importance pour la ville et pour le pays était de toute évidence. Moins de deux mois après, le 4 décembre, le recteur exposait, dans une réunion à laquelle avaient été convoqués des représentants du département, des Facultés, de la Chambre de Commerce, de l'industrie lyonnaise, etc., les grandes lignes d'un programme paraissant de nature à faire de Lyon un grand centre d'enseignement technique ; une commission mixte, à la fois municipale, industrielle et universitaire, fut immédiatement nommée en vue de rechercher les voies et moyens les plus propres et les plus rapides pour en assurer la réalisation ; une de ces Commissions fut particulièrement chargée de l'enseignement technique proprement dit.

Le 7 juin dernier, cette Commission déposait un volumineux rapport où, après examen des divers moyens qui lui paraissent propres à assurer par l'enseignement primaire et par l'enseignement secondaire le recrutement des écoles techniques supérieures qu'il est question de créer dans les centres industriels, la Sous-Commission expose les modifications et améliorations qu'il conviendrait d'apporter au fonctionnement de l'École centrale lyonnaise afin de lui permettre de satisfaire aux nouveaux besoins de l'industrie et particulièrement de l'industrie électrique.

Suivant la Commission, il importerait en premier lieu de prendre les dispositions nécessaires pour que, aussitôt après la cessation des hostilités, l'École puisse recevoir 500 élèves. Les constructions actuelles, inaugurées en 1901, avaient été prévues pour 150 élèves ; en 1907, des acquisitions nouvelles permirent d'augmenter quelque peu le nombre des élèves qui, en 1914, atteignait 230. Pour arriver au nombre de 500, il faudrait de nouveaux locaux qu'il semble bien difficile de réaliser sur l'emplacement actuel de l'École. Aussi la Commission propose-t-elle de transférer l'École sur un autre terrain, situé près de l'Université, ce qui entraînerait une dépense d'environ 3 000 000 fr.

Un second point soulevé par la Commission est celui de l'enseignement qui doit être donné à l'École. Tout en insistant sur ce que, seul, le Conseil d'administration de cet établissement a qualité pour examiner la réforme de l'enseignement, la Commission exprime toutefois l'avis qu'il serait désirable d'élever le niveau des études

Digitized by Google

faites à l'École en relevant le niveau des connaissances exigées à son entrée; elle désirerait aussi qu'aux deux sections de spécialisation existant actuellement pour les élèves qui se destinent aux travaux publics et à l'électrotechnique fût ajoutée une nouvelle section pour ceux qui veulent entrer dans l'industrie textile; elle prévoit, en outre, que quelques-uns des ingénieurs sortant de l'École pourraient compléter leurs connaissances en entrant à l'Institut de Recherches techniques qui, créé par l'Université, serait doté de laboratoires spécialisés et pourvu de moyens de travail perfectionnés.

Faisons observer que l'idée de relever le niveau des études à l'École en exigeant des candidats des connaissances plus élevées, soulève à nouveau une des questions récemment discutées par la Société des Ingénieurs civils à propos de la réorganisation de notre enseignement supérieur, question qui se pose comme il suit : le recrutement des élèves des écoles techniques doit-il se faire par voie de concours sur le programme des mathématiques spéciales ainsi que cela a lieu actuellement pour ce qu'on est convenu d'appeler les grandes écoles ou, au contraire, doit-il se faire sur le programme du baccalauréat en reportant l'étude des matières des classes de mathématiques spéciales à l'école même?

L'École centrale lyonnaise a, en effet, adopté jusqu'ici ce dernier mode de recrutement : le concours d'entrée porte sur les connaissances du baccalauréat sciences-langues vivantes ou latin-sciences. Le projet de réforme le ferait porter sur celles d'une classe préparatoire spéciale analogue à celles qui préparent les candidats à l'École polytechnique, l'École centrale de Paris, l'Institut agronomique, etc.

On peut dès lors se demander, surtout à la suite de quelques-unes des opinions émises dans la discussion qui a eu lieu à la Société des Ingénieurs civils, s'il ne serait pas possible d'élever le niveau des études faites à l'École centrale lyonnaise par d'autres moyens et sans modifier le système du recrutement actuel. C'est la question que s'est posée l'Association des anciens élèves de l'École centrale lyonnaise. Bien qu'elle n'ait pas été encore résolue définitivement, il semble cependant résulter des avis déjà exprimés que beaucoup d'anciens élèves préconiseraient la conservation du mode actuel de recrutement et le relèvement du niveau des connaissances des élèves sortants par la création d'une quatrième année d'études à la fin de laquelle serait reportée la délivrance du diplôme d'ingénieur actuellement délivré à la fin de la troisième année : dans ce cycle de quatre années, les deux premières seraient consacrées à l'étude des matières communes à toutes les branches de l'art de l'ingénieur, les deux dernières aux matières spéciales à quelques-unes de ces branches. Nous tiendrons nos lecteurs au courant de la solution qui sera définitivement adoptée.

Bibliographie : Notions pratiques d'électricité. Applications au matériel d'aviation. par le lieutenant C. Gourdou [1]. — Ce petit volume est la reproduction des conférences faites par le lieutenant C. Gourdou à la deuxième Réserve aéronautique. Il s'adresse, non pas à des personnes n'ayant jamais fait d'électricité, mais à des hommes qui ont eu autrefois certaines notions d'électricité telles que celles que l'on donne dans les lycées et collèges aux candidats au baccalauréat, et est destiné à leur remettre rapidement en mémoire ces notions indispensables pour pouvoir bien comprendre le fonctionnement des appareils électriques employés par l'armée : télégraphes, téléphones, télégraphie sans fil, magnétos, dynamos, projecteurs, etc.

La lecture de ce petit volume exige du lecteur quelques connaissances mathématiques et entre autres celle de la notation différentielle, mais ces connaissances ne dépassent pas celles d'un bachelier de mathématiques, le livre du lieutenant C. Gourdou s'adresse donc à un grand nombre de personnes.

Le texte est court et précis; les théories et lois sont rappelées sans démonstrations, mais quelques comparaisons avec des phénomènes mécaniques ou hydrauliques sont faites pour « faire voir » les phénomènes électriques. Des exemples numériques accompagnent le texte pour donner l'habitude du maniement des unités. (Le système d'unités adopté dans le texte par l'auteur est le système pratique.)

L'auteur rappelle tout d'abord quelques principes fondamentaux de mécanique, il étudie ensuite très rapidement l'électricité statique, le magnétisme, les lois du courant électrique, l'électromagnétisme.

Dans un chapitre suivant, il fait une théorie très sommaire des machines dynamo-électriques à courant continu, et décrit en passant quelques appareils employés par l'armée, et examine les différents accidents qui peuvent arriver à ces machines. L'auteur donne également des notions sommaires sur les mouvements périodiques, les courants alternatifs, les alternateurs, les transformateurs et, en particulier, sur celles de ces machines employées en télégraphie sans fil et à bord des avions. L'auteur termine ses conférences par des descriptions sommaires des magnétos, du téléphone, par une note sur le fonctionnement, la charge et l'entretien des accumulateurs et enfin par des notes sur les tubes à vide. Une conférence faite par le commandant Bochet sur les projecteurs est intercalée dans le texte.

Le petit livre du lieutenant C. Gourdou est clair et précis et est destiné à rendre de grands services à tous les gradés et soldats ayant entre les mains du matériel électrique et qui ont besoin de rafraîchir leur mémoire sur les notions d'électricité qu'ils ont connues autrefois mais qu'ils ont oubliées.

[1] Un volume in-8° de 139 pages avec 83 figures, édité par H. Dunod et E. Pinat, 47 et 48 quai des Grands-Augustins, Paris, VI°, prix 4,50 fr (majoration temporaire de 10 pour 100 en sus).

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur le calcul symbolique et ses applications à l'intégration des équations différentielles de l'électrotechnique (*Suite et fin.*)

L'auteur applique les principes exposés précédemment à l'intégration des équations différentielles, en particulier, à celle de certaines équations relatives aux courants alternatifs.

7. **Intégration des équations différentielles linéaires à coefficients constants.** — Considérons d'abord l'équation différentielle linéaire et homogène d'ordre n à coefficients constants

$$f(D)y = \left(a_0 \frac{d^n}{dx^n} + a_1 \frac{d^{n-1}}{dx^{n-1}} + \ldots + a_n\right) y = 0;$$

la méthode classique d'intégration de cette équation consiste à remplacer y par $C\,e^{rx}$, ce qui donne

$$f(D)y = C\,f(r)\,e^{rx},$$

et à prendre pour r une racine de l'*équation caractéristique* $f(r) = 0$; si cette équation a ses n racines distinctes, représentées par $r_1, r_2, \ldots, r_n$, la solution générale de l'équation $f(D)\,y = 0$ est

$$C_1 e^{r_1 x} + C_2 e^{r_2 x} + \ldots + C_n e^{r_n x},$$

où $C_1, C_2, \ldots C_n$ sont des constantes arbitraires.

Si l'équation caractéristique a des racines multiples, par exemple si r_1 est racine multiple d'ordre p_1, on vérifie que $y = P_1(x)\,e^{r_1 x}$, où $P_1(x)$ est un polynôme de degré $p_1 - 1$ à coefficients arbitraires, est solution de l'équation différentielle ; il suffit pour cela d'appliquer la formule (3), donnant la valeur de $f(D)\,u\,v$, au cas particulier où u est un polynôme $P(x)$ et v une exponentielle $e^{\rho x}$: on obtient la formule

$$f(D)\,[P(x)\,e^{\rho x}] = e^{\rho x}\left[P(x)\,f(\rho) + \frac{D\,P(x)}{1}\,f'(\rho) + \right.$$

$$(20) \qquad \left.\frac{D^2 P(x)}{2!}\,f''(\rho) + \ldots + \frac{D^p P(x)}{p!}\,f^{(p)}(\rho) + \ldots\right],$$

qu'on peut écrire d'une manière symbolique

$$(21) \qquad f(D)\,[P(x)\,e^{\rho x}] = e^{\rho x} f(\rho + D)\,P(x);$$

si l'on y remplace ρ par r_1, $P(x)$ par $P_1(x)$ et p par p_1, on constate bien que le second membre est nul quels que soient les coefficients de $P_1(x)$ et que $y = P_1(x)\,e^{r_1 x}$ est solution de l'équation différentielle $f(D)\,y = 0$.

On déduit de là que la solution générale de cette équation différentielle est

$$y = P_1(x)\,e^{r_1 x} + P_2(x)\,e^{r_2 x} + \ldots,$$

$r_1, r_2, \ldots$ étant les racines de l'équation caractéristique et $P_1, P_2, \ldots$, des polynômes à coefficients arbitraires, de degrés respectivement inférieurs d'une unité aux ordres de multiplicité de ces racines.

Considérons maintenant une équation différentielle linéaire à coefficients constants et à second membre, de la forme

$$f(D)\,y = u(x);$$

sa solution est représentée par la formule

$$y = \frac{u}{f(D)} + \frac{0}{f(D)},$$

et elle s'obtient en ajoutant à l'une des déterminations du symbole $f(D)^{-1}\,u$ la solution générale de l'équation sans second membre. On peut toujours supposer que la détermination choisie est distributive ; si donc u est la somme de plusieurs fonctions telles que $u_1, u_2, \ldots$, il suffit de faire la somme des déterminations choisies pour $f(D)^{-1}\,u_1$, $f(D)^{-1}\,u_2, \ldots$

L'opération $f(D)^{-1}$ n'est pas toujours susceptible d'une détermination principale ; pour que cela ait lieu, il est nécessaire que les fonctions u auxquelles elle s'applique soient telles que l'on n'ait jamais $f(D)\,u = 0$, c'est-à-dire que u ne soit pas une solution de l'équation sans second membre. Cette condition n'est pas toujours suffisante ; on peut cependant affirmer qu'il existe une détermination principale dans les deux cas fondamentaux suivants qui se présentent le plus souvent :

1° *Le second membre est un polynôme* $P(x)$, *et la fonction symbolique* $f(D)$ *n'a pas de racine nulle.*

2° *Le second membre est une exponentielle* $e^{\rho x}$ *ou le produit d'une telle exponentielle par un polynôme* $P(x)$, *et la fonction symbolique* $f(D)$ *n'a pas de racine égale à* ρ ; ce deuxième cas comprend comme cas particuliers le précédent et celui où l'exponentielle est remplacée par un sinus ou un cosinus.

Digitized by Google

Je vais calculer, en supposant ces conditions remplies, une détermination particulière de $f(D)^{-1}$ et montrer qu'elle satisfait à la condition $f(D)^{-1} f(D) = 1$, qui caractérise la détermination principale. Je cherche pour cela une solution y de la forme $Q(x) e^{\rho x}$, où Q est un polynôme et $e^{\rho x}$ l'exponentielle figurant dans u ; ρ peut être nul, mais $f(\rho)$ est supposé différent de zéro. La formule (20) appliquée à cette fonction y donne la valeur de

$$f(D)[Q(x) e^{\rho x}],$$

et en l'égalant à u, on doit avoir l'identité

$$(22) \qquad Q(x) f(\rho) + \frac{D\,Q(x)}{1} f'(\rho) + \dots\dots = P(x).$$

Cette identité permet de calculer d'une manière unique les coefficients du polynôme cherché $Q(x)$; il doit être du même degré que $P(x)$ puisque $f(\rho)$ n'est pas nul, et les relations d'identification fournissent une seule valeur pour les coefficients successifs.

Je vais montrer que la détermination unique ainsi choisie est *principale*, c'est-à-dire satisfait à la condition $f(D)^{-1} f(D) = 1$. En effet, si l'on applique à $u = P(x) e^{\rho x}$ l'opération $f(D)$, elle donne comme résultat, d'après la formule (20), $v = R(x) e^{\rho x}$, où $R(x)$ est le polynôme

$$(23) \qquad R(x) = P(x) f(\rho) + \frac{DP(x)}{1} f'(\rho) + \dots ;$$

si l'on applique ensuite à v l'opération $f(D)^{-1}$, la détermination, choisie comme nous l'avons dit, est égale au produit d'un certain polynôme $Q(x)$ par l'exponentielle $e^{\rho x}$, et l'on calcule ce polynôme $Q(x)$ d'après l'identité (22) après avoir remplacé $P(x)$ au second membre par $R(x)$; mais, d'après la formule (23), $Q(x)$ est identique à $P(x)$, par conséquent la proposition est démontrée.

La détermination principale dont nous venons de démontrer l'existence peut être représentée par

$$y = e^{\rho x} \frac{P(x)}{f(\rho + D)}.$$

Lorsque le second membre $u(x)$ de l'équation différentielle remplit les conditions d'existence d'une détermination principale pour une fonction rationnelle symbolique $\frac{f_1(D)}{f_2(D)}$ du symbole D, cette détermination est une solution particulière de l'équation différentielle

$$f_2(D)\, y = f_1(D)\, u ;$$

on peut effectuer sur la fraction symbolique tous les calculs de l'algèbre et la remplacer par d'autres fonctions équivalentes.

Lorsque $u(x)$ a la forme $P(x) e^{\rho x}$, l'application de la formule (21) à $f_1(D)$ et à $f_2(D)$ donne la formule générale

$$(24) \qquad \frac{f_1(D)}{f_2(D)} [P(x) e^{\rho x}] = e^{\rho x} \left[\frac{f_1(\rho + D)}{f_2(\rho + D)} P(x) \right],$$

et le second membre de cette dernière équation fournit pratiquement la détermination principale de y.

Un procédé commode pour calculer cette valeur consiste à remplacer la fraction $\frac{f_1(\rho + D)}{f_2(\rho + D)}$ par une série entière, en effectuant le quotient du numérateur par le dénominateur après les avoir ordonnés suivant les puissances de D ; il n'est pas nécessaire d'obtenir tous les termes de la série, et il suffit de s'arrêter quand le degré de D atteint celui du polynôme $P(x)$, car les termes de degré supérieur donnent un résultat nul.

On peut aussi, ce qui revient au même, calculer par la méthode des coefficients indéterminés les coefficients d'un polynôme :

$$f_3(D) = C_0 + C_1 D + C_2 D^2 + \cdots + C_p D^p ,$$

tel que la différence

$$f_1(D) - f_2(D)\, f_3(D)$$

contienne D^{p+1} en facteur, p étant le degré de $P(x)$. Vaschy a déjà mentionné [1] une méthode au fond identique à cette dernière pour l'intégration des équations différentielles linéaires.

Enfin, on peut décomposer la fraction symboliqu $\frac{f_1(D)}{f_2(D)}$ en éléments simples, de la forme $\frac{C_1}{(D - r_1)^{p_1}}$, puis remplacer D par $D + \rho$; il suffit alors de développer chaque fraction telle que $\frac{C_1}{(D + \rho - r_1)^{p_1}}$, suivant les puissances croissantes de D, en utilisant le procédé qui nous a donné les formules (18) et (19), et limitant la série au terme de degré égal à celui de $P(x)$.

Exemple : soit à calculer la solution y de l'équation :

$$\frac{dy}{dx} + y - 2\int y\,dx = u + 5\int u\,dx ;$$

en employant la notation symbolique, on doit résoudre l'équation

$$\left(D + 1 - \frac{2}{D}\right) y = \left(1 + \frac{5}{D}\right) u,$$

qui donne

$$y = \frac{D + 5}{D^2 + D - 2}\, u = \left(\frac{2}{D - 1} - \frac{1}{D + 2}\right) u.$$

Supposons que l'on donne $u = P(x)\, e^{2x}$, P étant un polynôme du troisième degré ; il existe une détermination principale de y fournie par la formule (24) et égale à

$$e^{2x} \left[\frac{D + 7}{D^2 + 5D + 4} P(x) \right] = e^{2x} \left[\left(\frac{2}{D + 1} - \frac{1}{D + 4} \right) P(x) \right].$$

[1] A. VASCHY. Sur l'intégration des équations différentielles linéaires à coefficients constants. *Journal de l'Ecole polytechnique*, 63e cahier (1893), p. 39.

Digitized by Google

Le quotient de $7 + D$ par $4 + 5D + D^2$ est

$$\frac{7}{4} - \frac{31}{16} D + \frac{127}{64} D^2 + \ldots,$$

et il suffit d'en conserver les trois premiers termes pour les appliquer au polynôme $P(x)$. Si l'on utilise la décomposition en éléments simples, on a

$$\frac{2}{D+1} = 2(1 - D + D^2 - \ldots)$$

$$\frac{1}{D+4} = \frac{1}{4}\,\frac{1}{1+\frac{D}{4}} = \frac{1}{4} - \frac{D}{16} + \frac{D^2}{64} - \ldots$$

et l'application de ces opérations à $P(x)$ donne lieu au même résultat que celui que nous venons d'indiquer. On obtient la solution générale de l'équation en ajoutant à la détermination principale obtenue la valeur

$$\frac{0}{D^2 + D - 2} = \frac{0}{D-1} + \frac{0}{D+2} = C_1 e^x + C_2 e^{-2x}.$$

Lorsque les conditions que nous avons mentionnées ne sont pas remplies par le symbole $\frac{f_1(D)}{f_2(D)}$ et qu'il n'est pas susceptible d'une détermination principale, les calculs effectués pour les transformations de ce symbole peuvent être conservés à la condition, comme nous l'avons dit, que l'on envisage les opérations représentées par les dénominateurs avant celles qui sont indiquées par les numérateurs. C'est ce qui a lieu précisément lorsque u est de la forme $P(x)\, e^{\rho x}$ et que $f_2(\rho)$ est nul; la formule (24) est toujours valable, mais si ρ est racine d'ordre p de l'équation caractéristique, la parenthèse qui entre au second membre est égale à

$$\frac{f_1(\rho + D)}{D^p\left[\frac{1}{p!} f_2^{(p)}(\rho) + \frac{D}{(p+1)!} f_2^{(p+1)}(\rho) + \ldots\right]} P(x).$$

L'opération représentée par ce symbole n'a pas de détermination principale parce que $D^{-p} P(x)$ n'en possède pas; on peut cependant utiliser le résultat précédent pour le calcul d'une détermination particulière de y, en remarquant qu'il est de la forme

$$\frac{f_1(\rho + D)}{f_3(D)} [D^{-p} P(x)],$$

et que le quotient de f_1 par f_3 est susceptible d'une détermination principale; on commencera par calculer $D^{-p} P(x)$, soit par intégrations successives, soit par application des formules (16) ou (17) et on achèvera le calcul comme dans le cas examiné précédemment.

8. — Cas de fonctions trigonométriques. Analogie entre le calcul symbolique et le calcul par imaginaires. — Les résultats qui précèdent sont valables quelles que soient les valeurs réelles ou imaginaires des coefficients entrant dans les fonctions $f(D)$, $P(x)$ et $e^{\rho x}$; il y a intérêt cependant à n'introduire dans les résultats que des fonctions réelles à coefficients réels. Nous nous placerons toujours dans le cas où les coefficients des fonctions symboliques $f(D)$ sont réels, de telle sorte que les racines de l'équation caractéristique sont réelles ou se répartissent en couples de racines imaginaires conjuguées.

Considérons d'abord, comme dans le paragraphe précédent, l'équation homogène de degré n

$$f(D)\, y = 0,$$

à coefficients constants réels; si r_1 et r_2 sont deux racines imaginaires conjuguées de l'équation caractéristique $f(r) = 0$, égales à $\lambda_1 \pm \omega_1 i$ et d'ordre de multiplicité p_1, la partie de la solution générale y relative à ces deux racines est de la forme :

$$P_1(x)\, e^{r_1 x} + P_2(x)\, e^{r_2 x},$$

où P_1 et P_2 sont deux polynômes de degré $p_1 - 1$ à coefficients arbitraires; en remplaçant

$$e^{r_1 x} \text{ par } e^{\lambda_1 x} (\cos \omega_1 x + i \sin \omega_1 x)$$

et $e^{r_2 x}$ par la valeur imaginaire conjuguée, on met la somme précédente sous la forme

$$e^{\lambda_1 x} [Q_1(x) \cos \omega_1 x + Q_2(x) \sin \omega_1 x],$$

Q_1 et Q_2 étant, comme P_1 et P_2, des polynômes de degré $p_1 - 1$ à coefficients arbitraires. En réunissant les termes de même degré dans ces polynômes, on peut encore écrire cette somme sous la forme

$$e^{\lambda_1 x} [C_0 \sin(\omega_1 x + \alpha_0) + C_1 x \sin(\omega_1 x + \alpha_1) + \ldots$$
$$\ldots + C^{p_1 - 1} x_{p_1 - 1} \sin(\omega_1 x + \alpha_{p_1 - 1})],$$

$C_0, C_1, \ldots C_{p_1-1}, 1, \alpha_0, \alpha_1, \ldots \alpha_{p_1-1} \ldots$, étant des constantes arbitraires.

Considérons maintenant une équation différentielle avec second membre, de la forme

$$f(D)\, y = u(x),$$

ou plus généralement une équation de la forme

$$f_2(D)\, y = f_1(D)\, u,$$

dont la solution s'exprime par l'égalité symbolique

$$y = \frac{f_1(D)}{f_2(D)} u;$$

nous nous limiterons au cas où u est de la forme $k e^{\rho x}$, les nombres k et ρ étant des constantes réelles ou imaginaires, et où la fraction symbolique est susceptible d'une détermination principale; il faut et il suffit pour cela que $f_2(\rho)$ ne soit pas nul.

Digitized by Google

Le cas où u est de la forme $P(x)\, e^{\rho x}$ et celui où $f_2(\rho)$ est nul donneraient lieu à des conclusions faciles à énoncer d'après ce que nous avons dit au paragraphe précédent.

Dans le cas qui nous occupe, y a une détermination principale fournie par la formule (24) dans laquelle $P(x)$ est réduit à la constante k; il suffit de réduire $\frac{f_1(\rho + D)}{f_2(\rho + D)}$ à son terme indépendant de D, et l'on a la formule simple suivante, qu'il serait du reste très facile de démontrer directement

$$(25)\qquad y = \frac{f_1(\rho)}{f_2(\rho)}\, k e^{\rho x} = \frac{f_1(\rho)}{f_2(\rho)}\, u.$$

Si la fonction u se met sous la forme $u_1 + i\, u_2$, les deux fonctions u_1 et u_2 étant réelles, et si la détermination principale y se met de même sous la forme $y_1 + i y_2$, où y_1 et y_2 sont réelles, y_1 et y_2 sont respectivement les déterminations principales de u_1 et u_2; cela résulte de la propriété distributive de la détermination principale, et de ce fait que la fonction symbolique $\frac{f_1(D)}{f_2(D)}$ à coefficients réels donne un résultat réel lorsqu'on l'applique aux fonctions réelles u_1 ou u_2 que nous considérons ici. Si donc on pose

$$k = k_0 e^{i\alpha}, \quad \rho = \lambda + \omega i,$$

k_0 étant réel, la fonction u est égale à

$$u = k_0 e^{\lambda x}\left[\cos(\omega x + \alpha) + i \sin(\omega x + \alpha)\right]$$

et la détermination principale de y est

$$(26)\quad y = \frac{f_1(\lambda+\omega i)}{f_2(\lambda+\omega i)}\, u = \frac{f_1(\lambda+\omega i)}{f_2(\lambda+\omega i)}\, k_0 e^{\lambda x}[\cos(\omega x+\alpha) + i\sin(\omega x+\alpha)].$$

Si l'on met le quotient de f_1 par f_2 sous la forme

$$\frac{f_1(\lambda + \omega i)}{f_2(\lambda + \omega i)} = A + Bi,$$

et si l'on sépare y dans ses parties réelles et imaginaires, on obtiendra les déterminations principales de u_1 et u_2, d'après les formules

$$(27)\quad \begin{cases} \dfrac{f_1(D)}{f_2(D)} k_0 e^{\lambda x}\cos(\omega x+\alpha) = k_0 e^{\lambda x}[A\cos(\omega x+\alpha) - B\sin(\omega x+\alpha)], \\ \dfrac{f_1(D)}{f_2(D)} k_0 e^{\lambda x}\sin(\omega x+\alpha) = k_0 e^{\lambda x}[A\sin(\omega x+\alpha) + B\cos(\omega x+\alpha)]. \end{cases}$$

Nous introduirons le module $\sqrt{A^2 + B^2}$ de la quantité $A + Bi$, et son argument φ défini par les équations

$$(28)\quad \cos\varphi = \frac{A}{\sqrt{A^2+B^2}}, \quad \sin\varphi = \frac{B}{\sqrt{A^2+B^2}}, \quad \varphi = \operatorname{arc\,tg}\frac{B}{A},$$

où cependant l'arc tg a une valeur bien déterminée entre o et 2π fournie par le sinus et le cosinus; nous dirons encore que ce sont le module et l'argument de l'opération $\frac{f_1(D)}{f_2(D)}$. Nous pourrons alors écrire pour valeurs des seconds membres des équations (27) les expressions

$$(29)\quad \begin{cases} k_0\sqrt{A^2 + B^2}\, e^{\lambda x}\cos(\omega x + \alpha + \varphi), \\ k_0\sqrt{A^2 + B^2}\, e^{\lambda x}\sin(\omega x + \alpha + \varphi). \end{cases}$$

Les formules (11), (12) et (13), sont des cas particuliers des précédentes.

Si l'on représente l'ensemble des deux fonctions u_1 et u_2 par le point représentatif de l'imaginaire $k_0\, e^{i\alpha}$ ou par le vecteur joignant l'origine à ce point, on voit que l'ensemble des deux fonctions y_1, y_2 est représenté par le vecteur deduit du précédent en le multipliant par $\frac{f_1(\lambda + \omega i)}{f_2(\lambda + \omega i)}$; c'est précisément dans cette remarque que consiste l'avantage de la représentation des fonctions trigonométriques par des imaginaires ou par des vecteurs représentatifs de ces imaginaires; c'est généralement dans le cas ou λ est nul que cette représentation est utilisée.

On constate donc l'identité qui existe entre les méthodes du calcul symbolique et les méthodes fondées sur l'emploi des imaginaires, particulièrement dans l'étude des courants alternatifs sinusoïdaux. C'est alors la fonction u_2, renfermant $\sin(\omega x + \alpha)$, que l'on envisage, ainsi que la fonction y_2 correspondante mais, rien n'empêche de les considérer comme faisant partie des groupes (u_1, u_2) et (y_1, y_2) ou des fonctions complexes $u_1 + i\, u_2$, $y_1 + i\, y_2$.

Dans les exemples que nous allons donner, nous supposerons λ nul, de sorte que ρ se réduit à ωi; considérons d'abord le cas où le symbole de l'opération se réduit à

$$f(D) = a_0 D + a_1;$$

on a

$$y = f(D)\, e^{i(\omega x+\alpha)} = (a_0\omega i + a_1)\, e^{i(\omega x+\alpha)};$$

le module de l'opération $f_1(D)$ est égal à $\sqrt{a_0^2\omega^2 + a_1^2}$ et son argument φ est donné par les équations

$$\sin\varphi = \frac{a_0\omega}{\sqrt{a_0^2\omega^2+a_1^2}}, \quad \cos\varphi = \frac{a_1}{\sqrt{a_0^2\omega^2+a_1^2}}, \quad \varphi = \operatorname{arc\,tg}\frac{a_0\omega}{a_1},$$

et l'on peut écrire, en se limitant à la fonction u_2,

$$(a_0 D + a_1)\sin(\omega x + \alpha) = \sqrt{a_0^2\omega^2 + a_1^2}\,\sin(\omega x + \alpha + \varphi);$$

l'opération inverse $f(D)^{-1}$ a un module inverse du précédent et un argument égal et opposé à φ; on aura donc

$$\frac{\sin(\omega x + \alpha)}{a_0 D + a_1} = \frac{1}{\sqrt{a_0^2\omega^2 + a_1^2}}\sin(\omega x + \alpha - \varphi).$$

Digitized by Google

Cherchons en second lieu la détermination principale de la solution y de l'équation

$$\mathrm{f}(\mathrm{D})y = (a_0\mathrm{D}^2 + a_1\mathrm{D} + a_2)\, y = u = k_0 e^{i(\omega x + \alpha)},$$

elle est égale à

$$y = \frac{u}{(-a_0\omega^2 + a_2) + a_1\omega i} = \frac{[(-a_0\omega^2 + a_2) - a_1\omega i]\, u}{(-a_0\omega^2 + a_2)^2 + a_1^2\omega^2},$$

le module de l'opération f (D) est

$$\mathrm{M} = \sqrt{(-a_0\omega^2 + a_1)^2 + a_1^2\omega^2},$$

et son argument φ est donné par

$$\cos\varphi = \frac{-a_0\omega^2 + a_2}{\mathrm{M}}, \quad \sin\varphi = \frac{a_1\omega}{\mathrm{M}}, \quad \varphi = \mathrm{arc\,tg}\frac{a_1\omega}{-a_0\omega^2 + a_2};$$

on a alors, en se limitant à la fonction u_2,

$$\mathrm{f}(\mathrm{D})^{-1} \sin(\omega x + \alpha) = \frac{1}{\mathrm{M}} \sin(\omega x + \alpha - \varphi).$$

Il serait facile de multiplier ces exemples que nous retrouverons d'ailleurs en étudiant les équations relatives aux courants alternatifs.

9. Application aux équations de l'électrotechnique. — Nous allons montrer l'avantage du calcul symbolique pour l'intégration et la discussion des équations différentielles qui se rencontrent ordinairement dans l'étude des courants; nous examinerons d'abord le cas d'un seul circuit avec ou sans dérivation; nous désignerons d'une manière générale par E la force électromotrice, par R la résistance, par L le coefficient de self-induction, par C la capacité d'un condensateur; nous représenterons par I l'intensité du courant en réservant comme précédemment la lettre i pour le symbole imaginaire $\sqrt{-1}$.

L'intensité d'un courant dans un circuit simple sans capacité est liée à la force électromotrice par l'équation différentielle

$$L\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t} + E\,I = E,$$

qui donne, avec la notation symbolique

$$(R + L\mathrm{D})\, I = E, \quad I = (L + R\,\mathrm{D})^{-1} E.$$

On suppose ordinairement que L et R sont des constantes et, dans les applications, la force électromotrice E est telle que le symbole $(R + L\,\mathrm{D})^{-1}$ soit susceptible d'une détermination principale; c'est cette détermination que l'on se contente de calculer, en négligeant la solution de l'équation sans second membre; on dit encore que le circuit a une résistance égale à $R + L\mathrm{D}$.

Si E est constant, la détermination principale est égale à $I = \frac{E}{R}$; dans l'étude des courants alternatifs, E est une fonction sinusoïdale du temps, de la forme

$$E = E_m \sin(\omega t + \alpha),$$

où E_m est une constante et α un argument généralement pris égal à zéro.

Le module et l'argument de l'opération $R + L\,\mathrm{D}$ sont ceux de l'imaginaire $R + L\omega i$ et ont pour valeur l'un $M = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}$, c'est-à-dire l'impédance du circuit, et l'autre l'angle φ donné par les équations

$$\cos\varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}}, \quad \sin\varphi = \frac{L\omega}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}}, \quad \varphi = \mathrm{arc\,tg}\frac{L\omega}{R};$$

l'opération inverse $(R + L\,\mathrm{D})^{-1}$ a pour module $\frac{1}{M}$ et pour argument $-\varphi$, de sorte que l'on a

$$I = \frac{E_m}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}} \sin(\omega t + \alpha - \varphi).$$

Ces résultats sont, du reste, conformes à ceux que donne le calcul par imaginaires ou par vecteurs, où l'on introduit la résistance imaginaire $R + L\omega i$.

Le calcul précédent suppose que les variations du courant n'ont pas d'influence sur le coefficient de self-induction L; en réalité, celui-ci varie et la solution précédente n'est qu'une première approximation; Vaschy [1] a traité la question d'une manière complète et nous allons donner un aperçu des résultats de son calcul en employant la notation symbolique. La densité de courant u n'est pas la même à chaque instant dans toute la section du fil supposé cylindrique, et varie avec la distance au centre de cette section; si u_0 est la densité de courant sur l'axe du conducteur, I est donné par un développement en série de la forme

$$I = a_0 u_0 + a_1\frac{\mathrm{d}u_0}{\mathrm{d}t} + a_2\frac{\mathrm{d}^2 u_0}{\mathrm{d}t^2} + \ldots = \mathrm{f}(\mathrm{D})\, u_0;$$

on en déduit inversement $u_0 = \mathrm{f}(\mathrm{D})^{-1} I$; quant à la chute de potentiel E, elle est liée à u_0 et à ses dérivées par une relation de la forme

$$E = \varphi(\mathrm{D})\, u_0 + \lambda\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t},$$

ce qui donne l'équation

$$E = \frac{\varphi(\mathrm{D})}{\mathrm{f}(\mathrm{D})}\, I + \lambda\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}.$$

Si I est une fonction sinusoïdale du temps, permettant une détermination principale des symboles d'opération et a la valeur $I_m \sin(\omega t + \alpha)$, on met le quotient $\frac{\varphi(\omega i)}{\mathrm{f}(\omega i)}$ sous la forme $R' + \lambda'\omega i$, de telle sorte qu'on a

[1] A. Vaschy. *Traité d'électricité et de magnétisme*, t. 1, 1890, p. 369.

Digitized by Google

pour la détermination principale du symbole $\frac{\varphi(D)}{f(D)} I$ la valeur $(R' + \lambda' D) I$; on trouve ainsi

$$E = R' I + (\lambda + \lambda') \frac{dI}{dt}$$

et tout se passe dans ce cas comme si le conducteur avait une résistance constante R' et une self-induction constante $L' = \lambda + \lambda'$.

Supposons que l'on introduise dans le circuit un condensateur de capacité C; si Q est sa charge, V la différence de potentiel entre ses armatures, on a les relations

$$Q = C V, \quad I = \frac{dQ}{dt} = DQ = C D V$$

$$E = R I + L \frac{dI}{dt} + V = (R + L D) I + V.$$

Si l'on élimine I, on a entre E et V l'équation symbolique

$$E = (C L D^2 + C R D + 1) V;$$

Si, au contraire, on élimine V, on a pour déterminer I l'équation symbolique

$$E = \left(R + L D + \frac{1}{CD}\right) I.$$

Lorsque E est susceptible de fournir une détermination principale pour le symbole $(C L D^2 + C R D + 1)^{-1}$, on se contente dans les applications de calculer cette détermination principale lorsqu'on veut connaître I ou V; si E est une fonction sinusoïdale du temps, de la forme

$$E = E_m \sin(\omega t + \alpha)$$

où E_m est une constante, on est amené à déterminer le module et l'argument de l'opération $R + LD + \frac{1}{CD}$, ce sont ceux de l'imaginaire

$$R + \omega L i + \frac{1}{C\omega i} = R + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right) i,$$

et ils ont pour valeur le module M' donné par

$$M' = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

et l'angle φ donné par

$$\cos\varphi = \frac{R}{M'}, \quad \sin\varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{M'}, \quad \varphi = \text{arc tg} \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R};$$

on obtient ainsi pour l'intensité la valeur

$$I = \frac{1}{M'} E_m \sin(\omega t + \alpha - \varphi);$$

quant à V, il est égal à $\frac{1}{CD} I$; il se déduit de I pour l'opération $\frac{1}{CD}$ de module $\frac{1}{C\omega}$ et d'argument $-\frac{\pi}{2}$; le calcul par imaginaires ou par vecteurs fournit les mêmes résultats [1].

On peut se poser la question : y a-t-il avantage à introduire un condensateur dans le circuit? Pour la résoudre, il suffit de comparer les valeurs des modules M et M'; le second est inférieur au premier si l'on a

$$R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2 < R^2 + L^2\omega^2; \qquad C > \frac{1}{2 L\omega^2},$$

et l'intensité efficace est renforcée par la présence du condensateur ; le maximum de cette intensité a d'ailleurs lieu lorsque M' est minimum, c'est-à-dire quand on a

$$L\omega = \frac{1}{C\omega}, \qquad C = \frac{1}{L\omega^2};$$

c'est le cas de la résonance; la capacité fait alors disparaître l'influence de la self-induction et l'on a simplement $E = RI$.

La méthode symbolique s'applique aussi aux problèmes relatifs aux courants dérivés; plusieurs de ces problèmes sont traités par Perry [2], nous mentionnerons en particulier le suivant :

Etant donné un conducteur de résistance R et de self-induction L, quelles modifications se produisent dans le courant si l'on établit entre les extrémités de ce conducteur une dérivation de résistance r, de self-induction l et renfermant une capacité c?

D'après la théorie des courants dérivés, tout se passe comme si l'on avait un circuit unique de résistance R' fournie par l'équation

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R + LD} + \frac{1}{r + lD + \frac{1}{cD}} =$$

$$= \frac{(R + r)(+ L + l) D + \frac{1}{cD}}{\left(Rr + \frac{L}{c}\right) + (Rl + rL) D + LlD^2 + \frac{R}{cD}}$$

Un cas important est celui où R' est constant quelle que soit la variation de I ou de E; pour que cela ait lieu, il faut que la fraction qui constitue le dernier membre soit indépendante de D ; on a alors $R' = R$, de sorte que l'effet de la self-induction L est annulé par la dérivation. Pour que cela ait lieu, il faut que l'on ait

$$l = 0, \quad r = R, \quad c = \frac{L}{R^2}.$$

[1] Voir par exemple C. GUTTON. *Génératrices de courant et moteurs électriques*, 1911, p. 112.

[2] J. PERRY. *The Calculus for Engineers*, traduction allemande de R. Fricke : *Höhere Analysis für Ingenieure*; 1902, p. 270 et suivantes.

Digitized by Google

Ces conditions sont suffisantes dans tous les cas possibles, mais elles ne sont pas nécessaires lorsque l'on a des courants sinusoïdaux. Supposons, dans ce dernier cas, que la pulsation soit égale à ω ; pour que R' soit constant, il faut et il suffit que la fraction qui constitue le dernier membre de l'équation précédente soit réelle quand on remplace D par ωi, ou que l'argument de l'opération qu'elle représente soit nul, ce qui donne une seule condition.

Si l'on veut que R' soit égal à R, il faut écrire de plus que le module de l'opération précédente est égal à $\frac{1}{R}$ ce qui conduit, tous calculs faits, aux deux conditions

$$r = R, \qquad c = \frac{L}{R^2 + Ll\omega^2}.$$

10. **Application à deux circuits agissant l'un sur l'autre.** — Les problèmes relatifs à l'action mutuelle de deux circuits sont des applications de l'étude des équations différentielles simultanées, et l'usage du calcul symbolique rend leur intégration particulièrement simple.

D'une manière générale, si deux fonctions y et z d'une même variable doivent satisfaire à deux équations différentielles simultanées linéaires et à coefficients constants écrites sous la forme

$$\mathfrak{f}_1(\mathrm{D})\,y + \mathfrak{g}_1(\mathrm{D})\,z = u_1,$$
$$\mathfrak{f}_2(\mathrm{D})\,y + \mathfrak{g}_2(\mathrm{D})\,z = u_2,$$

ces fonctions y et z doivent être solution des équations

$$(\mathfrak{f}_1\mathfrak{g}_2 - \mathfrak{f}_2\mathfrak{g}_1)\,y = \mathfrak{g}_2 u_1 - \mathfrak{g}_1 u_2,$$
$$(\mathfrak{f}_1\mathfrak{g}_2 - \mathfrak{f}_2\mathfrak{g}_1)\,z = \mathfrak{g}_1 u_2 - \mathfrak{f}_2 u_1,$$

que l'on forme par la règle ordinaire de résolution de deux équations du premier degré. Lorsque le symbole $(\mathfrak{f}_1\mathfrak{g}_2 - \mathfrak{f}_2\mathfrak{g}_1)^{-1}$ appliqué aux seconds membres est susceptible d'une détermination principale, les formules précédentes permettent de calculer cette détermination qui est généralement suffisante dans la pratique.

Dans l'étude de l'action mutuelle de deux circuits, nous supposerons que les données relatives au premier sont représentées par I, E, R, C, les données analogues relatives au second pour I', E', R', L', C' et le coefficient d'induction mutuelle par M, les équations fondamentales, écrites sous la forme symbolique, sont les suivantes :

$$\left(R + L\mathrm{D} + \frac{1}{C\mathrm{D}}\right) I + M\mathrm{D}\,I' = E,$$
$$M\mathrm{D}\,I + \left(R' + L'\mathrm{D} + \frac{1}{C'\mathrm{D}}\right) I' = E';$$

Si l'on donne E et E', les intensités I et I' sont les solutions du système d'équations précédentes, dont la discussion et l'intégration dépendent du déterminant

$$\Delta(\mathrm{D}) = \left(R + L\mathrm{D} + \frac{1}{C\mathrm{D}}\right)\left(R' + L'\mathrm{D} + \frac{1}{C'\mathrm{D}}\right) - M^2\mathrm{D}^2.$$

Si les valeurs de E et E' permettent d'avoir une détermination principale du symbole $\Delta(\mathrm{D})^{-1}$, on obtient la détermination principale des intensités en résolvant les équations précédentes par rapport à I et I', ce qui donne

$$I = \frac{1}{\Delta(\mathrm{D})}\left[\left(R' + L'\mathrm{D} + \frac{1}{C'\mathrm{D}}\right)E - M\mathrm{D}\,E'\right],$$
$$I' = \frac{1}{\Delta(\mathrm{D})}\left[\left(R + L\mathrm{D} + \frac{1}{C\mathrm{D}}\right)E' - M\mathrm{D}\,E\right];$$

on peut effectuer dans ce cas sur les fonctions rationnelles de D constituant les seconds membres tous les calculs de l'algèbre élémentaire. Si le symbole $\Delta(\mathrm{D})^{-1}$ n'est pas susceptible d'une détermination principale, les formules précédentes sont encore valables à la condition de commencer les calculs par l'opération symbolique $\Delta(\mathrm{D})^{-1}$ appliquée à E et E'. Pour avoir la solution complète, il faudrait ajouter au résultat que l'on vient d'obtenir la solution des équations sans second membre, mais on n'en tient pas compte généralement dans les applications.

On peut étudier de la même manière l'action mutuelle de deux branches d'un même circuit possédant des dérivations.

Toutes les questions relatives aux transformateurs peuvent être traitées comme applications des méthodes précédentes. Supposons d'abord qu'il n'y ait pas de condensateur, que l'on donne la tension U du courant primaire du transformateur, et que le secondaire n'ait pas de force électromotrice propre, mais ait une résistance intérieure R'_1 et débite sur une résistance extérieure R'_2 sans self-induction. On utilisera les équations précédentes en faisant $C = C' = 0$, $E' = U$, $R' = 0$, $R' = R'_1 + R'_2$; la tension aux bornes du secondaire sera $I'R'_2$.

Les formules de résolution des équations simultanées se simplifient et donnent

$$\Delta(\mathrm{D}) = (R + L\mathrm{D})(R' + L'\mathrm{D}) - M^2\mathrm{D}^2,$$
$$I = \frac{(R' + L'\mathrm{D})U}{\Delta(\mathrm{D})}, \quad I' = \frac{-M\mathrm{D}U}{\Delta(\mathrm{D})},$$

de sorte que l'on a pour le rapport des intensités la valeur

$$\frac{I'}{I} = \frac{-M\mathrm{D}}{R' + L'\mathrm{D}}.$$

Dans le cas particulier où R' est négligeable, on voit que ce rapport a une valeur sensiblement constante égale à $\frac{-M}{L'}$; si de plus on a

$$M^2 = LL',$$

$\Delta(\mathrm{D})$ se réduit à une fonction du premier degré, et l'on a simplement

$$\Delta(\mathrm{D}) = RL'\mathrm{D}, \quad I = \frac{U}{R'} \quad I' = \frac{-MU}{RL'}.$$

Digitized by Google

Lorsque R' n'est pas négligeable, le calcul ne donne un résultat simple que dans le cas des courants sinusoïdaux; supposons que I ait la valeur $I_m \sin(\omega t + \alpha)$; I' s'en déduit en appliquant l'opération

$$f(D) = \frac{-MD}{R' + L'D},$$

et en remplaçant D par ωi, ce qui donne

$$f(\omega i) = \frac{-M\omega i}{R' + L'\omega i} = \frac{-M\omega(R'i + L'\omega)}{R'^2 + L'^2\omega^2};$$

on peut adopter pour le module de l'opération la valeur $\frac{-M\omega}{\sqrt{R'^2 + L'^2\omega^2}}$, et pour son argument l'angle φ fourni par

$$\cos\varphi = \frac{L'\omega}{\sqrt{R'^2 + L'^2\omega^2}}, \quad \sin\varphi = \frac{R'}{\sqrt{R'^2 + L'^2\omega^2}}, \quad \varphi = \text{arc tg}\frac{R'}{L'\omega}.$$

et l'on a alors

$$I' = \frac{-M\omega}{\sqrt{R'^2 + L'^2\omega^2}} I_m \sin(\omega t + \alpha + \varphi).$$

Un calcul simple peut être fait également lorsque E a une valeur quelconque, mais en supposant que l'on a

$$M^2 = LL',$$

et que le produit RR' est négligeable en comparaison de $RL' + R'L$; on peut sans erreur appréciable introduire au lieu de L, L' et M les valeurs n^2, n'^2 et $n\,n'$ qui leur sont sensiblement proportionnelles, n et n' étant les nombres de spires des deux bobines du transformateur; on a alors

$$I' = \frac{-MU}{R'L + RL'} = \frac{-\frac{n'}{n}U}{R' + R\frac{n'^2}{n^2}};$$

on voit qu'il n'existe pas de différence de phase entre U et I'; de plus, I' se calcule en multipliant la tension primaire par le rapport de transformation $\frac{-n'}{n}$, et en supposant que la résistance R' du secondaire est accrue de la quantité $R\frac{n'^2}{n^2}$ que l'on appelle la résistance primaire transformée.

Quant à la tension U' aux bornes du secondaire, elle est donnée par

$$U' = R'_2 I' = \frac{-\frac{n'}{n}R'_2 U}{R'_1 + R'_2 + R\frac{n'^2}{n^2}} = \frac{-\frac{n'}{n}U}{1 + \frac{1}{R'_2}\left(R'_1 + R\frac{n'^2}{n^2}\right)}.$$

Si le terme s'ajoutant à l'unité au dénominateur est assez petit, on peut écrire sensiblement

$$U' = -\frac{n'}{n}U\left[1 - \frac{1}{R'_2}\left(R'_1 + R\frac{n'^2}{n^2}\right)\right]$$

ce qui détermine la chute de tension du transformateur.

Nous n'insisterons pas davantage sur les problèmes de l'électrotechnique que l'on peut résoudre par les méthodes du calcul symbolique; dans le cas des fonctions sinusoïdales, la solution de la plupart d'entre eux obtenue par ces méthodes ne diffère pas de celle qui est fournie par l'emploi des vecteurs représentatifs des imaginaires; mais elle est souvent déterminée d'une manière plus rapide.

11. **Remarques finales.** — Les considérations que nous avons développées montrent le parti que l'on peut tirer de l'emploi du calcul symbolique pour l'intégration des équations différentielles, en particulier des équations de l'électrotechnique.

Ce qui en fait l'avantage à ce point de vue, c'est que les conditions requises pour l'identité du calcul symbolique et du calcul des fractions algébriques sont précisément celles qui sont remplies dans les problèmes courants qu'ont à résoudre les électriciens. Dans ces problèmes, ils n'envisagent que des fonctions constantes ou périodiques et lorsqu'ils intègrent des équations différentielles avec second membre, c'est la solution particulière dépendant de ce second membre qu'ils ont intérêt à calculer, la solution générale de l'équation sans second membre ayant peu d'utilité pratique. Ce sont là les conditions les plus favorables pour l'emploi des notations symboliques et pour le calcul de ce que nous avons appelé la *détermination principale* d'un symbole; la rapidité avec laquelle cette dernière est obtenue par de simples calculs d'algèbre élémentaire milite en faveur des méthodes que nous avons indiquées.

Différentes objections peuvent être faites à l'emploi de ces méthodes. La première, d'ordre théorique, résulte de ce que le calcul symbolique n'est pas, sans restriction, identique à celui des fonctions rationnelles; ce manque de généralité est inhérent à la nature des choses; dans divers domaines des mathématiques se présentent d'autres restrictions qui n'ont aucun inconvénient et ont même été le point de départ de nouvelles découvertes. La représentation des fonctions par des séries, l'usage des intégrales dont les limites sont infinies, etc, en fournissent des exemples et cela n'empêche pas les physiciens de les utiliser dans leurs calculs.

En pratique, l'emploi par les électriciens des méthodes symboliques est permis sous la forme suivante facile à appliquer :

Dans le cas des fonctions harmoniques, le calcul symbolique est généralement identique à celui des fractions algébriques du symbole D; *dans les cas exceptionnels, il est encore soumis aux règles de ce dernier calcul, à la*

Digitized by Google

condition toutefois de commencer les calculs par les opérations correspondant aux dénominateurs.

La deuxième objection est la suivante : les physiciens ont peu de profit à tirer d'une nouvelle méthode avec laquelle ils ne sont pas toujours familiarisés, étant donné qu'ils possèdent déja une méthode excellente, celle du calcul par imaginaires et par vecteurs. Je ne cherche aucunement à diminuer la valeur de cette dernière méthode, ni à la remplacer par une autre ; les théoriciens et les ingénieurs qui utilisent les vecteurs continueront à les employer avec profit ; je veux simplement remarquer, d'une part, que la méthode symbolique réduite à ses points essentiels est intuitive et s'acquiert sans nouvelle étude ; d'autre part, que les divers procédés de calcul sont tous utiles à envisager, ne fût-ce que pour l'appui mutuel qu'ils peuvent se donner. Les calculs par vecteurs ne sont au fond qu'une représentation géométrique des calculs par symboles et ceux-ci constituent un procédé rapide pour arriver aux mêmes résultats.

Il en est de ces deux méthodes comme des procédés classiques et de ceux de la statique graphique pour la résolution des problèmes de la résistance des matériaux ; ces deux modes de calcul ou de recherche ont leurs partisans et chacun d'eux rend de grands services dans des domaines où l'autre est moins avantageux ; il n'en est pas moins vrai que c'est par l'emploi judicieux de l'un et de l'autre que se sont constitués les progrès de la théorie et de la pratique.

Cette deuxième objection n'existe plus du reste lorsqu'il s'agit de l'étude simultanée de plusieurs fonctions, et de l'intégration de systèmes d'équations différentielles simultanées, comme ceux que nous avons considérés dans le dernier paragraphe. Le calcul symbolique présente alors des avantages incontestables, car les procédés graphiques ne sont plus applicables, sauf dans le cas où l'on fait usage d'abaques ; je me propose de revenir plus tard sur cette question.

J'ajouterai en dernier lieu que, pour faire avancer non seulement la science, mais encore la technique industrielle, il est indispensable de se tenir au courant des publications étrangères. Les auteurs anglais font un usage constant des méthodes symboliques ; c'est une raison de plus pour ne pas les ignorer.

H. Vogt,

Directeur de l'Institut Électrotechnique et de Mécanique appliquée de Nancy.

Revues, analyses et informations

Nouvelles installations de transformation à redresseurs à vapeur de mercure de grande puissance [1].

L'emploi des convertisseurs à vapeur de mercure puissants préconisé par l'auteur dans de précédents articles ( ). s'est généralisé. Plusieurs installations fonctionnent déjà depuis un certain nombre d'années sans avoir nécessité la moindre réparation. La construction est restée sensiblement telle qu'elle a été décrite en 1911 et 1912 (fig. 1).

Les nombreuses améliorations apportées intéressent la construction des différents éléments qui possèdent maintenant une très grande sécurité de fonctionnement.

L'ampoule de verre des redresseurs de faible puissance est remplacée par un cylindre d'acier fermé à ses bases par des plateaux d'acier portant : le plateau inférieur, la cathode de mercure isolée et étanche ; le plateau supérieur, les anodes. Le nombre des anodes est de 6 ou 12 pour une intensité de 50, 100 ou 200 A par anode. Elles sont réparties sur un cercle concentrique à la cathode, de diamètre aussi grand que possible (*Brevet allemand n° 244 773*). La couronne des anodes est surmontée du condenseur, de faible diamètre par rapport à celui du cylindre, dont le seul but est de condenser la vapeur de mercure (*Brevet allemand n° 260 951*). Le plateau porte-anodes est soudé au condenseur et ferme hermétiquement le cylindre dont il peut se séparer. Le condenseur et le cylindre sont pourvus d'une chemise de tôle destinée au refroidissement.

Le mercure convient très bien pour assurer l'étanchéité des joints. Les arcs émis par les anodes aboutissent à un collecteur en forme d'entonnoir dont l'extrémité inférieure plonge dans le mercure (*Brevet allemand n° 259 020*).

L'amorçage se produit par une anode spéciale en fer à commande électromagnétique qui vient au contact de la surface cathodique. Outre les anodes principales, une ou deux anodes auxiliaires ont été prévues dont le but est de maintenir l'appareil prêt à fonctionner pendant un temps d'arrêt du courant principal comme cela peut se produire dans les installations de traction par exemple.

L'intensité de courant aux anodes est, pour le type normal de la Société « Gleichrichter » (fondée en 1913 à Glaris (Suisse) par Brown, Boveri et Cie de Baden et Hartmann et Braun A. G. de Francfort), de 250 à 500 A en courant continu sous une tension de 110 à 800 v.

Il est à remarquer qu'un même redresseur peut fonctionner pour toute tension comprise entre ces limites. Le choix du nombre des anodes 6 ou 12 permet en même temps l'emploi d'un même type de redresseur à pleine puissance sur des réseaux mono-di ou triphasés.

Pour obtenir une intensité plus forte, il suffit de réunir plusieurs appareils en un groupe.

Le montage en parallèle des redresseurs est rendu possible par l'insertion des bobines de réactance sur les lignes d'amenée du courant. Celles-ci peuvent être disposées sous forme de diviseurs de courant (fig. 2) ou plus avantageusement de la façon indiquée par la figure 3. Si chaque redresseur possède un transformateur additionnel, la chute totale de tension suffit alors, sans l'insertion des bobines, pour obtenir le montage en parallèle des appareils entre eux ou avec d'autres sources de courant. Des

(1) Bela B. Schafer. *E. T. Z*, n° 7, 15 février 1917, p. 89-90-91, n° 8, 22 février 1917, p. 107 à 109, 3 500 mots, 13 fig.

(2) Voir *La Revue Électrique*, 28 avril 1911, p. 378 et 17 janvier 1913, p. 56.

Digitized by Google

recherches approfondies ont montré que le montage de bobines de réactances suivant le schéma de la figure 4 permet d'obtenir une tension constante en charge ou à vide sans le secours de régulateur à action rapide ou d'autres appareils.

Le redresseur se maintient constamment semblable à lui-

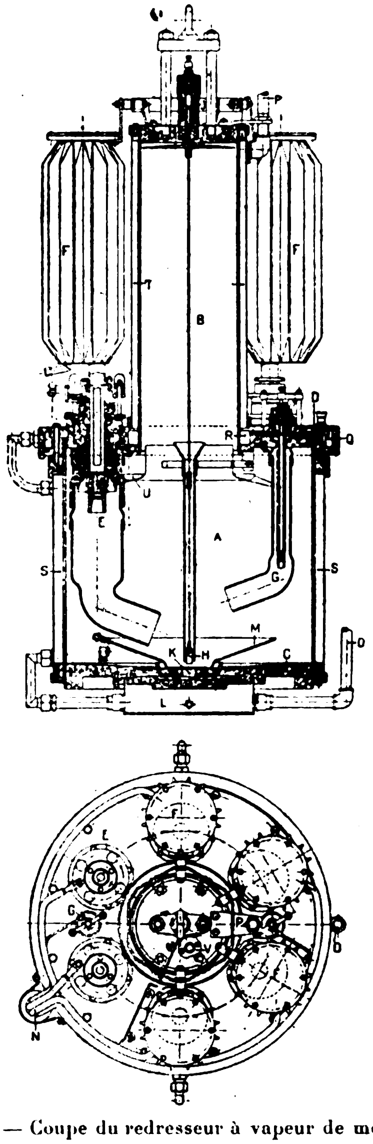


Fig. 1. — Coupe du redresseur à vapeur de mercure.

A, cylindre étanche; B, cylindre de condensation; C, plateau inférieur; D, plateau porte-anodes; E, anode principale; F, réfroidisseurs d'anodes; G, anode d'excitation; H, anode d'amorçage; J, solénoïde d'amorçage; K, cathode; L, refroidissement de la cathode; M, collecteur de la cathode; N, câbles d'arrivée du courant; O, tube de descente et P, tube de montée de l'eau de refroidissement; Q, canal extérieur de refroidissement et R, canal intérieur de refroidissement du plateau porte-anodes D; S, chemise de refroidissement du cylindre étanche; T, chemise de refroidissement du condenseur; U, récupérateur de mercure; V, conduite de vide.

même pendant toute la durée de son service. Les anodes en fer et la cathode de mercure n'éprouvent, au bout de plusieurs années, qu'une faible diminution de poids. Par suite, l'appareil ne nécessite qu'une surveillance minime; particulièrement, lorsque le vide d'air a été réalisé et les pompes à air arrêtées, il n'est nécessaire de renouveler l'opération que plusieurs mois après. Le service de l'appareil comprend simplement la mise en marche et l'arrêt qui s'effectuent par la manœuvre d'un interrupteur ou d'un bouton qui ferme

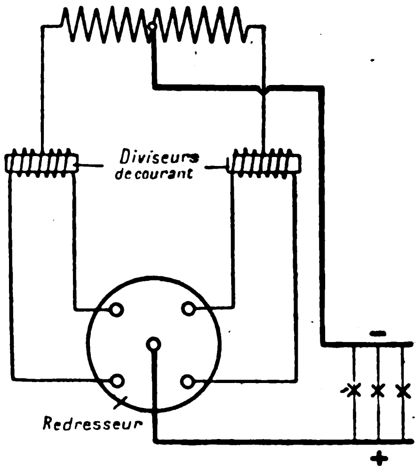


Fig. 2. — Montage des anodes en parallèle au moyen de diviseurs de courant.

et ouvre le circuit de la bobine d'amorçage. La mise en marche s'effectue donc en quelques secondes, ce qui n'est pas le cas des commutatrices.

Tant que les redresseurs ne sont pas parfaitement en marche la vérification du vide du cylindre étanche s'impose. Celle-ci peut s'effectuer au moyen de l'indicateur de vide de

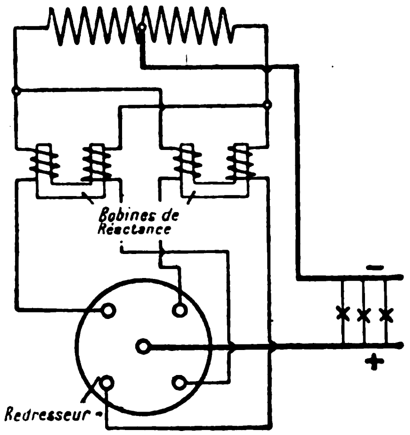


Fig. 3. — Montage en parallèle au moyen de bobines de réactance.

Mc. Leod, ou par la méthode indiquée par l'auteur dans l'article sus-mentionné. La figure 5 représente le montage employé qui permet de faire la lecture de l'indicateur à une distance quelconque de l'appareil, par exemple au tableau de distribution (*Brevet allemand n° 242 229*).

La première installation de redresseur à vapeur de mercure à grande puissance fut, à la connaissance de l'auteur, celle des fonderies J.-F. Mack de Rödelheim près de Francfort-s-M. avec une puissance de 80 kw sous 220 v [1]

[1] Voir *La Revue électrique*, 1913, t. XIX, p. 58.

Digitized by Google

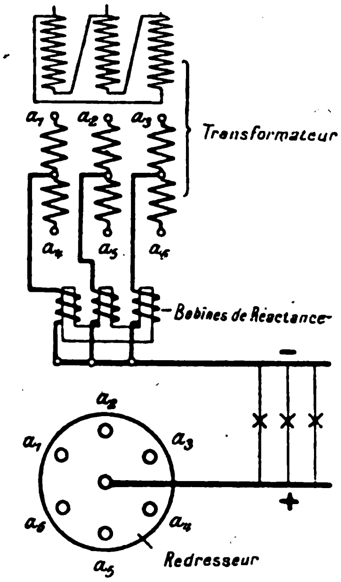


Fig. 4. — Montage avec bobine de réactance à point neutre.

Cette installation, qui date de cinq ans, a prouvé la possibilité de maintenir un vide de 0,03 mm de mercure dans des

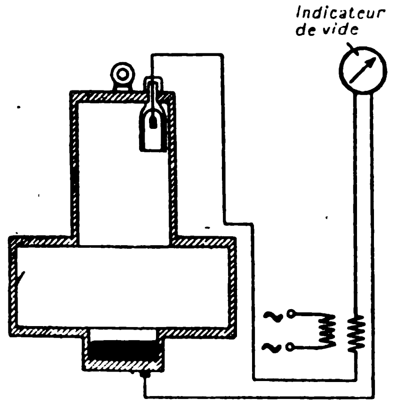


Fig. 5. — Contrôle du vide par la méthode électrique.

récipients en acier de grande capacité, traversés par des anodes isolées.

Une autre installation, faite en 1912, est celle de la sous-

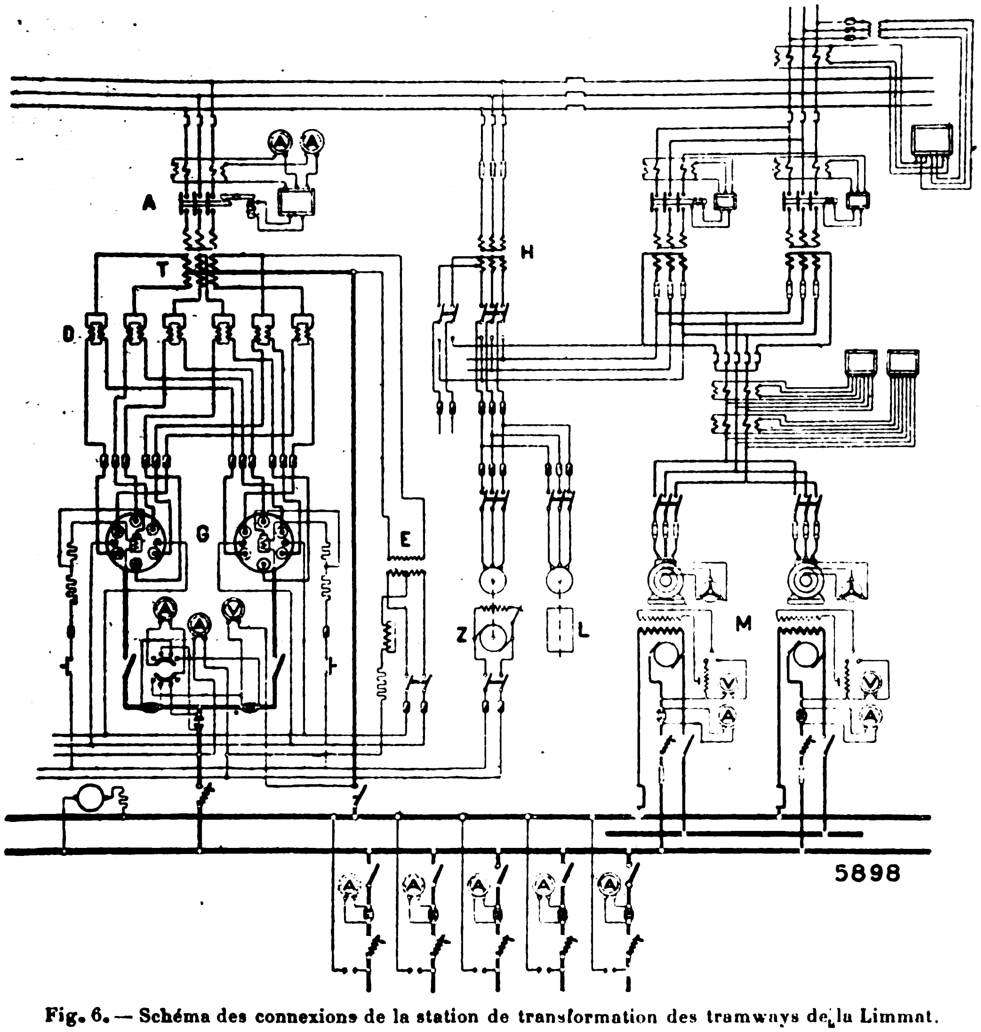


Fig. 6. — Schéma des connexions de la station de transformation des tramways de la Limmat.

A. relais à maxima ; (A), ampèremètre ; D, bobines de self-induction ; E, transformateur d'excitation ; G, redresseurs ; H, transformateur auxiliaire ; L, pompe à air ; M, groupes moteur-générateur ; T, transformateur principal ; (V), voltmètre ; Z, dynamo d'amorçage.

Digitized by Google

station de Hördt près de Strasbourg qui comporte un redresseur de 20 kw de 110 à 165 v. Son rendement moyen est de 85 pour 100.

On peut encore citer une unité de 53 kw, 230 v à la sous-station de Dettweiler près de Strasbourg, une unité de 15 kw, 110 v au Laboratoire électrotechnique de l'école technique de Charlottenburg.

Une installation d'essai d'un nouveau modèle de 115 kw, 220 v fonctionne depuis deux ans dans la salle des machines d'air comprimé de la Société Brown, Boveri et Cie, à Baden (Suisse). Le courant alimente un moteur à courant continu à pôles auxiliaires de 105 kw. Les variations du quart de charge à la pleine charge n'ont eu aucune action sur le redresseur dont le rendement moyen est, d'après les graphiques des indicateurs, de 87 pour 100.

Depuis l'automne 1915, un redresseur de 300 kw, 600 v fonctionne à la station de transformation de Juvich-Dietikon des tramways de la vallée de la Limmat. Dans cette installation, la transformation par redresseurs a présenté de grands avantages économiques. Deux groupes moteur-générateur couplés en parallèle fonctionnaient en permanence, le prix du courant au kilomètre étant alors de 3,95 centimes par voiture. Actuellement, un seul des deux redresseurs installés suffit aux pointes de 400 à 450 A, par suite, un seul appareil est en service, et le prix du courant par kilomètre est descendu à 2,92 centimes par kilomètre. L'économie est donc de 26 pour 100. La figure 6 représente le schéma des connexions de l'installation. Les essais effectués pour le couplage des redresseurs avec les groupes moteur-générateur ou le réseau ancien des tramways de Zurich ont abouti sans difficulté. La chute de tension dans les groupes convertisseurs est de 14 pour 100. Les exigences du service ne nécessitant pas le travail en parallèle de deux installations, le réseau sera, par la suite, alimenté par le redresseur seul.

La sous-station de Nordstadt de la Société d'électricité de Pforzheim comporte quatre redresseurs montés sur le même socle qui convertissent le primaire triphasé à 5 120 v, 50 p : sec en continu à 2 × 110 ou à 220 v. La puissance unitaire est de 75 kw à 110 v et de 150 kw à 220 v. L'installation alimente, en parallèle avec un groupe convertisseur, le réseau de distribution de force et de lumière de la ville. La régulation de la tension à ± 10 pour 100 est obtenue à l'aide de régulateurs d'induction primaire montés sur les transformateurs principaux. Le refroidissement du cylindre étanche est obtenu par une circulation d'eau de 180 l : min par 100 A.

Une autre installation, destinée à la traction des tramways, a été faite à la centrale électrique de Deuben près Dresde (voir fig. 7). Le primaire diphasé à haute tension est transformé en continu à 530 v. Un régulateur d'induction monophasé I_1 a été monté sur l'une des phases pour compenser les variations de la tension entre phases qui ne dépassent d'ailleurs pas 10 pour 100 ; un régulateur d'induction principal diphasé I_2 assure la régulation de la tension totale. Sur les trois appareils que comporte l'installation, un ou deux sont en service simultanément, tandis que le troisième sert d'appareil de secours. Les redresseurs alimentent le réseau soit seuls, soit en parallèle avec la batterie tampon ou les génératrices de traction existant déjà dans la centrale. La demande de courant varie de 100 à 650 A ; la chute de tension maximum aux barres des redresseurs est de 10 pour 100.

L'installation des aciéries de Dohlen qui fonctionne jour et nuit depuis le début de 1916, sous une tension constante de 530 v et avec un débit variable de 600 à 800 A, indique un rendement moyen de plus de 90 pour 100. Les jours ouvrables, le groupe des redresseurs fonctionne en parallèle avec une turbo-dynamo Siemens Schuckert de 850 kw et une turbo-dynamo Brown-Boveri de 300 kw. Les redresseurs sont très avantageux, le dimanche, ils fonctionnent seuls et permettent alors l'arrêt de la batterie de chaudières.

Une installation de 500 kw, 400 v est en construction à la centrale d'Hirschberg (Silésie) et une de 600 kw, 800 v à la centrale de Berggeist.

Lorsqu'il sera possible d'atteindre des tensions de 5000 v

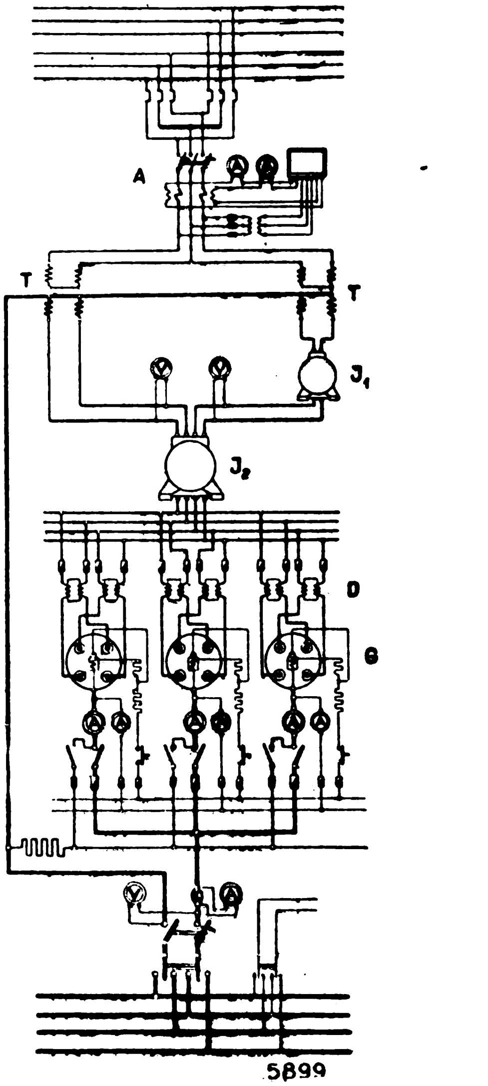


Fig. 7. — Schéma des connexions des redresseurs de la centrale de Deuben.

A, relais à maxima; (A), ampèremètre; D, bobines de self-induction; G, redresseurs; I_1, I_2, régulateurs d'induction; T, transformateur principal; (V), voltmètres.

et au dessus, les redresseurs trouveront alors une large application dans les centrales de traction. A de telles tensions les pertes dans le redresseur seront négligeables par rapport aux pertes dans le transformateur ou dans le transport. La transformation du courant s'effectuera avec un rendement de plus de 97 pour 100. Il est d'ailleurs possible qu'un jour les redresseurs puissent être montés directement sur les locomotives dans des conditions plus avantageuses que les moteurs monophasés actuels.

Digitized by Google

Retard dans l'aimantation [1].

Quand on fait agir un champ magnétique constant sur un barreau de fer, l'extérieur du fer s'aimante d'abord et l'aimantation gagne progressivement le centre, le phénomène étant comparable à l'échauffement d'une barre plongée dans un bain à température élevée. Considérons un long barreau de fer aimanté par un courant permanent qui parcourt un enroulement uniforme autour du barreau. Désignons par B', H', μ' les valeurs de B, H et μ au centre du barreau où le retard est certainement maximum.

La force magnétisante due au courant est $H_0 = 4\pi I$ où I représente le produit de l'intensité *C. G. S.* par le nombre de tours. Il y a également des courants de Foucault dont l'intensité atteint J unités par centimètre ; le champ résultant au centre est

$$H' = 4\pi (I - J). \tag{1}$$

Pour trouver J, considérons une portion cylindrique du barreau, de rayon r et d'épaisseur dr ; le courant qui passe par unité de longueur de ce tube est

$$\mathrm{d}J = \frac{e\,\mathrm{d}r}{2\pi r\sigma}, \tag{2}$$

σ désignant la résistance spécifique et e la force électromotrice induite dans le tube. Cette force électromotrice est due à la variation du flux magnétique dans le tube.

Le cas le plus simple se présente lorsque B a la même valeur en tous les points du barreau. Pour le flux à l'intérieur d'un tube quelconque on a

$$\Phi = \pi r^2 B', \tag{3}$$

et la force électromotrice induite est alors.

$$e = \frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} = \pi r^2 \frac{\mathrm{d}B'}{\mathrm{d}t}. \tag{4}$$

On en tire

$$J = \frac{1}{2\sigma}\frac{\mathrm{d}B'}{\mathrm{d}t}\int_0^a r\,\mathrm{d}r = \frac{a^2}{4\sigma}\frac{\mathrm{d}B'}{\mathrm{d}t}, \tag{5}$$

puisque $\frac{\mathrm{d}B'}{\mathrm{d}t}$ est indépendant de r.

Portant cette valeur de J dans (1)

$$H' = H_0 - \frac{\pi a^2}{\sigma}\frac{\mathrm{d}B'}{\mathrm{d}t}, \tag{6}$$

ou, comme

$$\frac{\mathrm{d}B'}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}B'}{\mathrm{d}H'} \times \frac{\mathrm{d}H'}{\mathrm{d}t} = \mu'\frac{\mathrm{d}H'}{\mathrm{d}t}, \tag{7}$$

$$H' = H_0 - \frac{\mu'\pi a^2}{\sigma}\frac{\mathrm{d}H'}{\mathrm{d}t}. \tag{8}$$

On peut obtenir une solution approchée de cette équation différentielle en supposant μ' constant ce qui donne

$$H' = H_0\left(1 - e^{-\frac{\sigma t}{\mu'\pi a^2}}\right); \tag{9}$$

μ' est une sorte de perméabilité différentielle dont la valeur est fournie par la tangente à la courbe représentant B' en fonction de H'. Les approximations utilisées ci-dessus ont pour conséquence de conduire à une valeur trop faible du coefficient numérique de l'exposant.

Au moyen des équations de la théorie de Maxwell, Lord Rayleigh a montré que les courants de Foucault dans un conducteur cylindrique décroissent comme $e^{-\frac{1,44\sigma t}{\mu'\pi a^2}}$ ce qui fournit un exposant égal à 1,44 fois celui de l'expression (9). On cite souvent ce résultat pour montrer que l'effet des courants de Foucault disparaît trop rapidement pour rendre compte de la viscosité magnétique observée, quoiqu'on ait remarqué d'une façon générale que le phénomène est plus intense avec de larges sections de fer et apparaît le mieux dans la région du maximum de perméabilité.

J.-J. Thomson a établi une expression analogue et calculé que, pour une tige de fer de 1 cm de rayon et de perméabilité $\mu = 1\,000$, le courant induit tombe à une fraction $\frac{1}{e}$ de sa valeur maximum en $\frac{2}{9}$ de seconde. Pour du fer doux μ' peut atteindre 12 000, auquel cas il subsiste 1 pour 100 des courants de Foucault après 10 sec, et naturellement, il subsiste quelque courant de Foucault aussi longtemps que B varie.

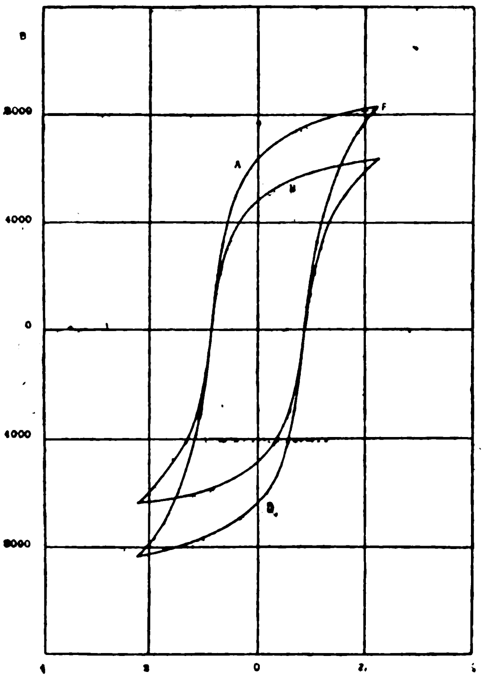


Fig. 1. — Hystérésis du fer de Suède; A, quatre anneaux séparés; B, après soudure au cuivre.

Afin d'étudier l'influence des courants de Foucault, l'auteur a utilisé quatre anneaux en fer de Suède dont la section est d'environ 1 sur 1,2 cm. Deux des anneaux ont un diamètre extérieur de 15 cm, le diamètre intérieur des deux autres étant légèrement plus grand. Les quatre anneaux juxtaposés en forment un de section plus grande (2,1 sur 2,5 cm), mais dont les parties sont séparées par des entrefers de 1 mm de large. Ces entrefers peuvent n'avoir aucune influence sur l'aimantation de l'anneau, mais ils

[1] Arthur WHITMORE SMITH. *Physical Review*, mai 1917, 2e série, t. IX, p. 419-424, 2200 mots, 4 fig.

Digitized by Google

empêchent les courants de Foucault de se fermer dans la section entière de l'anneau.

L'auteur a étudié les courbes d'hystérésis et les courbes d'aimantation des quatre anneaux ainsi groupés et des quatre anneaux groupés de la même façon mais soudés au moyen de cuivre qui remplit les entrefers. Les courbes d'hystérésis (fig. 1) révèlent bien une diminution de la perméabilité dans le deuxième cas. Néanmoins, le retard dans l'aimantation est beaucoup plus marqué comme le montre

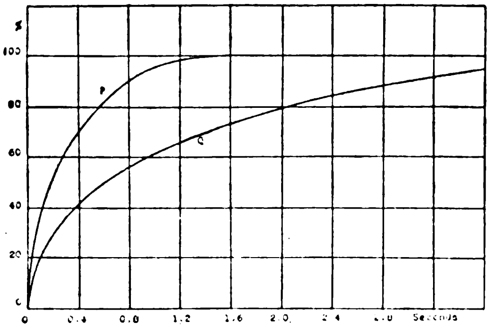


Fig. 2. — Retard dans l'aimantation ($H = 2,2$ gauss); P, quatre anneaux séparés; Q, quatre anneaux soudés entre eux.

la comparaison des courbes P (1^{er} cas) et Q (2^e cas) de la figure 2.

Il serait possible, pense l'auteur, au moyen d'une analyse mathématique plus serrée, de mieux préciser la relation entre le flux qui traverse un barreau de fer et le temps qui s'est écoulé à partir de l'application du champ permanent.

A. B.

Remarques sur la corrosion des tubes de condenseurs [1].

Notre confrère « Engineering » publie dans son numéro du 3 août 1917 une note sur une interprétation nouvelle de la corrosion des tubes des condenseurs que nous croyons intéressante à signaler à nos lecteurs et qui pourra utilement servir de point de départ dans quelques cas particuliers et diriger les recherches des accidents de corrosion, vers des causes souvent insoupçonnées.

L'auteur de la note cite le cas d'un condenseur horizontal à circulation d'eau simple, dans lequel une première avarie s'est produite au bout de huit à neuf mois de service. Après réparation par simple obturation du tube avarié, on constate peu de temps après un nouvel accident à la suite duquel on examine non seulement le tube endommagé, mais aussi ceux qui l'entourent et, après sectionnement à la hauteur de la corrosion, on trouve, dans chaque tube, une parcelle de coke ou de scorie encastrée dans le métal. Or, tous les tubes avariés étaient à la partie inférieure du condenseur, d'où l'on conclut que la corrosion serait due à l'entraînement de scories dans les tubes, ces scories n'ayant pu se déposer à temps dans les chambres d'amenée d'eau.

Toutefois, sans se contenter de cette explication, l'auteur a procédé à deux essais intéressants en vue d'une conclusion satisfaisante. Il analyse les tubes dont la composition se définit aux proportions suivantes, en pour 100 :

Étain, 0,9926 ; zinc, 29,416 ; cuivre, 69,400.

Pour le premier essai, il sectionne une portion de tube, en deux parties rigoureusement identiques, il attache à la première un morceau de coke, puis les plonge dans deux solutions identiques à 2,5 pour 100 de chlorure de sodium qu'il chauffe pendant 3 jours à 90° C. A l'examen aucune différence n'est relevée dans le poids des éléments de tube en essai, ce qui semble indiquer nettement que, s'il se produit une action électrolytique, celle-ci est absolument inappréciable et d'ordre secondaire.

Pour le deuxième essai, il prend également deux éléments de tubes identiques, le premier que nous appelerons A est plongé dans 170 cm³ d'eau distillée, exempte d'air, et additionnée de 2,5 gr de NaCl ; le deuxième désigné par B est placé dans une solution identique, mais dans laquelle de l'air était continuellement injecté.

Les deux solutions A et B ont été portées à 90° C et au bout de six heures, des éléments de tube ont été enlevés, nettoyés et pesés.

Il fut alors trouvé que non seulement leurs poids étaient altérés par la dissolution du zinc, mais encore que la pièce B était corrodée au point que son poli avait disparu.

Les résultats en poids étaient les suivants :

Pièce A avant chauffage dans la solution exempte d'air.			1,0866 gr
Pièce A après	Id.	Id.	1,0862 gr
	Perte en poids............ ...		0,0004 gr
Perte en pour 100 : 0,0368.			
Pièce B avant chauffage dans la solution aérée......			1,1800 gr
Pièce B après	Id.	Id.	1,1763 gr
	Perte en poids........		0,0037 gr
Perte en pour 100 : 0,3813.			

Il en résulte que l'altération est due à la présence de l'air en dissolution dans l'eau salée, car il fut reconnu ultérieurement que la solution qui contenait A renfermait une trace d'air qui expliquerait la corrosion constatée et confirmerait, par conséquent, la conclusion de ce deuxième essai.

L'auteur en arrive à la conclusion que l'eau de mer contenant de l'air en dissolution, lorsqu'elle passe sur une surface rugueuse, telle que du coke ou une scorie déposée dans un tube, y forme une bulle d'air qui s'attaque au zinc et l'oxyde ; si la bulle est chassée par l'eau, elle découvre l'oxyde de zinc formé, qui se dissout, laissant une nouvelle surface rugueuse au contact de l'eau ; une nouvelle bulle d'air s'y attache et le processus recommence jusqu'au moment où le cuivre attaqué qui se rattache de façon précaire au tube se trouve à son tour entraîné par le courant d'eau ; on trouve en effet que les débris de cuivre recueillis ne présentent aucunement le caractère d'un dépôt électrolytique.

Par conséquent, si après corrosion locale due au coke ou aux scories, celles-ci viennent à être éliminées, la corrosion n'en continue pas moins au contact de l'air dissous. Cette théorie est susceptible d'être vérifiée en nombre de cas et il serait intéressant qu'elle soit contrôlée.

J. D.

[1] *Engineering*, 3 août 1917, t. CIV, p. 117, 1 900 mots.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

La technique des procédés actuels de fabrication de l'aluminium

L'aluminium intéresse doublement les électriciens : par sa préparation, qui s'effectue à l'aide des méthodes d'électrolyse ignée, et par l'un de ses principaux emplois actuels, la fabrication des fils et câbles de transmission de l'énergie électrique. C'est, en outre, un métal dont l'intérêt scientifique et pratique va sans cesse en grandissant, par les nombreuses applications qui lui sont réservées dans tous les genres d'industrie. Il n'est donc pas secondaire de donner un aperçu des procédés actuels concernant sa fabrication.

Dans la description du procédé courant de fabrication de l'aluminium, nous passerons sous silence les nombreux essais tentés par les savants et les industriels qui, dans ces cinquante dernières années, se sont occupés de la question. Il serait injuste cependant de ne pas rappeler les noms et les travaux de Sainte-Claire Deville (1856-1857), Cowles (1886-1892) et Minet (1888-1889). Ce dernier a été appelé à juste titre le « père de l'aluminium », bien que son procédé, très étudié, n'ait pas eu les résultats espérés et n'ait pu fonctionner industriellement. Le procédé actuellement utilisé dans la plupart des usines de production est celui de Héroult, qui date de 1876 et qui, sous une forme très peu modifiée, est encore presque universellement appliqué industriellement aujourd'hui.

Principe du procédé. — Le procédé consiste dans l'électrolyse de l'alumine Al^2O^3 dissoute dans un bain de cryolithe en fusion. Cette électrolyse s'effectue dans un four électrique revêtu intérieurement de charbon communiquant avec le pôle négatif d'une source d'énergie électrique extérieure ; des électrodes de charbon, mobiles verticalement, plongent dans le mélange liquide et communiquent avec le pôle positif de la source d'énergie électrique. La chaleur nécessaire pour fondre et maintenir en fusion les substances introduites dans le four est fournie par le courant lui-même sans chauffage extérieur. La quantité d'énergie nécessaire à cette double opération étant très importante, c'est seulement par l'emploi des chutes d'eau qu'on peut arriver à un rendement économique intéressant. Aussi la plupart des usines à aluminium sont-elles installées dans les pays de montagnes où la force motrice revient ainsi à meilleur compte.

La formation d'aluminium a son origine, d'après la plupart des techniciens, dans l'alumine ; il prend naissance aux dépens de celle-ci par scission de la molécule. L'aluminium, mis en liberté à l'électrode négative, se rassemble au fond de la cuve, tandis que l'oxygène, libéré à l'électrode positive, brûle le carbone de cette dernière et forme de l'oxyde de carbone ; ce gaz se consume aussitôt au contact de l'air, de sorte que sa transformation en acide carbonique est complète. On aurait donc en fin de compte la réaction suivante :

$$2Al^2O^3 + 6C + 3O^2 = 2Al^2 + 6CO^2.$$

Cependant, en pratique, la réaction est un peu plus complexe et elle est en rapport avec le pourcentage des matières introduites dans le four. C'est ainsi que, lorsque la teneur du bain en alumine descend au-dessous d'un certain chiffre, la cryolithe (fluorure double d'aluminium et de sodium, $F^6Al^2 + 6FNa$) s'électrolyse à son tour partiellement : à l'anode, on observe alors un dégagement de gaz fluorés et, à la cathode, il peut se déposer du sodium dont la présence nuit beaucoup, comme on le sait, aux propriétés de l'aluminium.

Pour supprimer toute action secondaire, on doit donc veiller à la constance de la composition du bain. On compense les pertes en ajoutant, à intervalles de temps suffisamment rapprochés, de l'alumine et, au besoin, de la cryolithe. En outre, la pratique a montré que l'emploi de certains fondants (fluorure de calcium, fluorure d'aluminium, chlorure de sodium) était essentiel. Ce sont ces fondants, dont la nature et la proportion varient suivant les usines, qui différencient surtout les modes d'obtention de l'aluminium des diverses sociétés s'occupant de cette industrie.

L'opération comprend deux phases principales : *le traitement du minerai*, pour l'obtention de l'alumine, qu'il est nécessaire d'obtenir dans le plus parfait état de pureté possible, et la *préparation de l'aluminium*. Le minerai universellement employé est la bauxite, qu'on traite généralement dans des usines spéciales situées souvent au voisinage même des gisements, mais souvent aussi à plusieurs centaines de kilomètres des usines métallurgiques où s'effectue l'extraction du métal. Cette distance est, comme nous l'avons vu, imposée par l'absence des forces naturelles à proximité des mines de bauxite actuellement connues et exploitées.

Digitized by Google

I. Matières premières.

Les matières premières essentielles à la production de l'aluminium dans le four électrique sont : la *bauxite* d'où est extraite l'*alumine*, la *cryolithe* et les divers *fondants* employés au cours de l'opération, enfin les *électrodes de charbon* dont l'usure est relativement élevée.

1° Bauxite et alumine. — La *bauxite* est un hydrate d'alumine impur correspondant à la formule $(Al, Fe)^2 H^4 O^5$ et qu'on rencontre surtout, en France, dans les départements du Var, des Bouches-du-Rhône, de l'Hérault, de l'Ariège et du Gard. Il en existe aussi des gisements plus ou moins importants dans la Géorgie et l'Arkansas. Elle renferme environ 60 pour 100 d'alumine $Al^2 O^3$, bien qu'elle en contienne parfois jusqu'à 80 pour 100, de 2 à 10 pour 100 de silice $Si O^2$, de 10 à 25 pour 100 de sesquioxyde de fer $Fe^2 O^3$, plus 10 à 15 pour 100 d'eau et de 1 à 2 pour 100 d'acide titanique.

Les bauxites se subdivisent en bauxites blanches, où l'impureté prédominante est la silice, et en bauxites rouges, qui contiennent une assez forte proportion de sesquioxyde de fer. Les premières sont difficiles à purifier ; aussi utilise-t-on généralement les bauxites rouges, malgré leur pourcentage élevé de $Fe^2 O^3$. Dans cette fabrication, on admet couramment jusqu'à 16 à 17 pour 100 de sesquioxyde de fer, quelques usines traitent même des bauxites à 25 pour 100 de ce composé. La teneur en alumine ne doit pas s'abaisser au-dessous de 57 pour 100, ni celle en silice être supérieure à 3 pour 100. Pour arriver aux proportions voulues, on procède par mélange de minerais riches et de minerais impurs. Les différences en plus ou moins donnent lieu à des primes ou à des pénalités dont le taux varie entre 0,20 fr et 0,40 fr environ par unité.

Nous donnons ci-dessous l'analyse d'un échantillon de bauxite provenant du Comité de Wilkinson, en Géorgie :

Silice	9,38 pour 100
Alumine	57,58
Sesquioxyde de fer	0,96
Acide titanique	2,76
Eau	29,47

La purification de la bauxite en vue d'obtenir l'alumine pure est une opération importante et délicate, d'autant plus que l'alumine possède des propriétés chimiques assez particulières : c'est un oxyde indifférent s'unissant aussi bien aux acides pour former des sels d'aluminium qu'aux bases fortes pour donner naissance à des aluminates. Elle est insoluble dans l'eau, soit hydratée, soit anhydre. Elle fond à la température du four électrique et se transforme alors en une masse très dure, sorte de corindon artificiel, presque inattaquable par les bases et les acides usuels.

Il existe différents procédés de traitement de la bauxite, par voie sèche ou par voie humide. Dans le *procédé Deville*, le minerai est attaqué au rouge par du carbonate de sodium dans un four à réverbère, fixe ou tournant. Dans cette opération, de l'anhydride carbonique est mis en liberté, tandis que la soude se combine à l'aluminium pour former de l'aluminate de sodium. Au sortir du four, la matière refroidie est traitée par une solution bouillante de soude qui dissout l'aluminate de sodium. Après filtration et lavage, on obtient un précipité formé des impuretés (silice, acide titanique, sesquioxyde de fer). La solution clarifiée est finalement soumise à l'action d'un courant de gaz carbonique qui en précipite de l'alumine très dense. Comme une petite quantité de silice se combine à la soude et forme du silicate de sodium qui passe en solution avec l'aluminate de sodium, on élimine la silice en chauffant pendant un temps suffisant la solution dans un autoclave à 5 ou 6 atmosphères : la silice se dépose alors peu à peu à l'état de silico-aluminate de sodium. La solution, filtrée une dernière fois, donne facilement de l'alumine pure par précipitation.

Le procédé Deville, malgré les perfectionnements qu'on a cherché à lui apporter, n'est presque plus utilisé aujourd'hui et les installations récentes d'extraction de l'alumine par son application n'ont pas conduit aux résultats espérés.

Dans le *procédé Peniakoff*, exploité actuellement par plusieurs usines, on prépare de l'aluminate de sodium à partir de la bauxite et du chlorure de sodium. On réduit, soit par le charbon, soit par le sulfure de fer, un mélange de bauxite et de sulfate de sodium ; la réaction s'opère à 1 200° dans un four tournant. Dans les deux cas, il se dégage de l'anhydride sulfureux qui, mélangé au sortir du four avec de l'air et de la vapeur d'eau, puis dirigé sur du chlorure de sodium, transforme celui-ci en sulfate de sodium avec formation d'acide chlorhydrique : ce dernier est conservé à part pour être livré au commerce, tandis que le sulfate sert à purifier de nouvelles quantités de bauxite.

Le produit extrait du four est lessivé pour en extraire l'aluminate de sodium et la solution filtrée est traitée comme dans le procédé Deville.

Dans le *procédé Bayer*, qui est celui le plus universellement employé pour l'obtention de l'alumine pure, on a recours à la voie humide. La bauxite, grillée à 700° après concassage, est soumise à l'action d'une solution de soude (densité : 1,40 à 1,45) dans un autoclave chauffé à la vapeur et muni d'un agitateur. Au sortir de l'appareil, la solution est étendue à 1,25 de densité, clarifiée et filtrée au filtre-presse : l'alumine peut alors en être extraite par précipitation. C'est sous l'action d'un excès d'eau, en présence d'alumine libre, que se fait la décomposition de l'aluminate de sodium. Sous une influence de masse, l'alumine libre facilite l'hydrolyse de l'aluminate, ce qui différencie nettement cette méthode des précédentes.

Le *procédé Vergé* est une variante du procédé Bayer. La bauxite, simplement concassée, est mélangée à la solution de soude caustique dans un autoclave. Le broyage et la calcination sont évités par l'emploi d'un jet de vapeur à 5 atmosphères qui pénètre dans l'autoclave et produit à la fois le chauffage nécessaire à

Digitized by Google

l'attaque chimique et la désagrégation mécanique des grains de bauxite. La solubilisation de la silice serait encore plus faible que dans les méthodes précédentes. L'attaque par une lessive alcaline à haute pression n'est cependant pas exempte d'inconvénients.

Quel que soit le procédé employé, l'alumine, pour être complètement anhydre, doit être calcinée. La calcination s'effectue à 900° dans des fours de construction différente; elle entraîne toujours une dépense importante de combustible et des pertes assez grandes d'alumine. Finalement, le rendement moyen est d'une tonne pour deux de bauxite. On perd, au cours des diverses opérations, de 4 à 6 pour 100 de l'alumine contenue dans le minerai. Aussi n'est-il pas surprenant qu'on ait cherché de divers côtés à simplifier le mode d'obtention de l'alumine pure qui est en outre une opération longue, nécessitant beaucoup de soins et des frais élevés de main-d'œuvre. L'emploi des argiles semble devoir fournir, dans un avenir plus ou moins prochain, la solution économique de la question. Il en sera du reste question plus loin. Disons tout de suite que, dans les argiles, la proportion d'alumine est de 40 à 45 pour 100 environ; les impuretés (silice et oxyde de fer) y sont en plus grande proportion que dans la bauxite en raison de la prédominance de l'alumine dans cette dernière. Le traitement des argiles en vue de la production simultanée d'un alliage et d'alumine semble intéressant, de même que celui de Cowles-Kayser, qui permet d'arriver à un silicate d'où l'alumine est extraite par réaction à l'aide de la chaux vive.

Il faut enfin signaler le *procédé aux azotures*. En soumettant la bauxite à l'action du four électrique (1800° à 1900°) en présence d'azote, on obtient de l'azoture d'aluminium. Celui-ci, décomposé en autoclave en présence de lessive de soude, donne d'une part de l'ammoniaque (qui peut servir aisément à la production du sulfate utilisé en agriculture) et d'autre part, de l'aluminate de sodium d'où il est facile d'extraire comme précédemment de l'alumine pure. Il y a dans l'industrialisation de l'azoture d'aluminium un point qui aura certainement une répercussion importante sur la fabrication de l'aluminium. Plusieurs usines sont du reste sur le point de s'installer ou de fonctionner d'après l'application de cette méthode.

2° Cryolithe et fondants. — La cryolithe joue, dans la fabrication de l'aluminium, le rôle de dissolvant de l'alumine. C'est, comme nous l'avons vu, un fluorure double d'aluminium et de sodium de formule $F^6Al^2 + 6FNa$ dont le seul gisement important se trouve à Ivigtut (Groenland). Nous donnons ci-dessous l'analyse d'une cryolithe ayant cette origine :

Fluor	51,58 pour 100
Alumine	12,81
Sodium	28,64
Silice	0,20

Elle renferme en général 80 pour 100 de cryolithe pure et de 20 pour 100 de matières étrangères mélangées (sidérose, quartz, pyrites, calcine, fluorine). Comme elle doit, pour la préparation de l'aluminium, être aussi pure que possible, on la soumet avant son utilisation à un traitement minutieux consistant en des triages, broyages, tamisages et séparations électromagnétiques. On la pulvérise ensuite finement et elle peut être employée tout de suite à la fabrication de l'aluminium.

Cependant, le prix élevé de la cryolithe naturelle a suscité des recherches en vue de sa production par voie chimique et, en fait, on arrive aujourd'hui couramment à préparer de la *cryolithe synthétique* : elle ne contient pas de silice, mais renferme souvent d'autres matières étrangères et en particulier du sulfate de calcium. La majeure partie de la cryolithe utilisée dans les usines d'aluminium est ainsi obtenue : elle titre de 90 à 92 pour 100 de fluorure double. Les différents procédés qui permettent de la préparer partent tous de la fluorine, minéral très répandu et constitué par du fluorure de calcium.

Dans le *procédé Grabau*, cette fluorine est chauffée avec une solution de sulfate d'aluminium. On obtient du sulfate de calcium et une solution de fluosulfate d'aluminium. D'autre part, on prépare du fluorure de sodium en décomposant la fluorine par l'acide sulfurique : l'acide fluorhydrique obtenu, neutralisé par du carbonate de sodium, donne du fluorure de sodium. Les deux produits obtenus séparément, fluosulfate d'aluminium et fluorure de sodium, réagissant l'un sur l'autre, donnent alors la réaction :

$$F^4SO^4Al^2 + 8FNa = F^6Al^2, 6FNa + SO^4Na^2.$$

En lavant le produit ainsi préparé, le sulfate de sodium, soluble, est éliminé et il reste de la cryolithe insoluble.

Dans le *procédé Netto*, on fond du fluorure de sodium avec du sulfate d'aluminium déshydraté. On a la réaction suivante :

$$(SO^4)^3Al^2 + 12FNa = F^6Al^2, 6FNa + 3SO^4Na^2.$$

La cryolithe est débarrassée comme précédemment, par lessivage, du sulfate de sodium soluble.

Le *procédé Lösekann* prépare d'abord du fluorure de potassium en chauffant la fluorine avec du sulfate de potassium et du charbon. La solution obtenue est mélangée à du sulfate de sodium et par double décomposition, on obtient du fluorure de sodium et du sulfate de potassium. Celui-ci rentre dans la première phase de la fabrication tandis que le fluorure de sodium, traité par du sulfate d'aluminium comme dans le procédé Netto, fournit la cryolithe. D'après Lösekann, la formation de cette dernière pourrait même être réalisée directement à partir du fluorure de potassium, d'après la formule :

$$12FK + 3SO^4Na^2 + (SO^3)^3Al^2 = F^6Al^2, 6FNa + 6SO^4K^2.$$

Le *procédé Hulin*, utilisé en France par la Société d'Electrochimie, consiste à neutraliser de l'alumine hydratée pure à l'aide d'acide fluorhydrique provenant

Digitized by Google

de la fluorine. On obtient ainsi de l'acide fluoaluminique de formule F^6Al^2, 6FH. Ce dernier, saturé par du bioxyde de sodium, donne immédiatement, d'une part, de la cryolithe insoluble et, d'autre part, de l'eau oxygénée. Celle-ci, très pure, constitue un sous-produit important de la fabrication et diminue le prix de revient de la cryolithe ainsi obtenue.

La cryolithe naturelle ou artificielle fond vers 1 000°. L'addition de quantités croissantes d'alumine abaisse d'abord le point de fusion du bain et le relève ensuite, comme le montrent les chiffres ci-dessous :

Cryolithe.	Alumine.	Point de fusion.
100 %	0 %	1 000°C
97	3	974
96	4	960
95	5	915 (Min.)
94	6	960
93	7	982
92	8	992
90	10	980
85	15	994
80	20	1 015

Il résulte de ces chiffres que, lorsque la teneur en alumine varie entre 0 et 5 pour 100, le point de fusion s'abaisse graduellement de 1 000 à 915° (fig. 1). Le pourcentage d'alumine continuant à croître jusqu'à 20 pour 100, le point de fusion se relève de 915 à 1015°. Il paraît y avoir un second minimum à 10 pour 100 d'alumine (980°), mais il n'est pas très net et l'on peut avoir quelques doutes sur son existence. Il semble qu'au-dessus de 20 pour 100 d'alumine, le bain devienne franchement pâteux aux températures usuelles de travail. Dans la pratique, on doit donc se maintenir entre 900° et 950° et, autant que possible, dans la partie hachurée AB de la figure 1.

En ajoutant au mélange de cryolithe et d'alumine du fluorure de calcium ou du fluorure d'aluminium, on peut encore abaisser le point de fusion du bain et obtenir ainsi des mélanges notablement plus fusibles que la cryolithe. De là l'emploi des *fondants* qui permettent, par un choix judicieux, d'opérer l'électrolyse à une température relativement basse tout en conservant au bain son homogénéité physique et une fluidité suffisante. On fabrique des mélanges notablement plus fusibles que la cryolithe en additionnant cette dernière, soit de fluorure d'aluminium, soit de fluorure de calcium, soit d'une certaine proportion de ces sels mélangés. D'après Hall, le point de fusion du bain serait ainsi abaissé à 800° et ce mélange permettrait de dissoudre l'alumine en proportion plus forte que la cryolithe seule. Les chlorures alcalins feraient descendre le point de fusion à un chiffre encore plus bas, soit 700°, mais ils présentent l'inconvénient de donner des bains de composition instable à cause de la volatilisation rapide de ces sels. Quoi qu'il en soit, dans les usines appliquant le procédé Hall, qui est sensiblement le même que celui d'Héroult, on utilise le mélange suivant :

Cryolithe	36 pour 100
Fluorure de calcium	20
Fluorure d'aluminium	44

En France, il semble qu'on ait renoncé, au moins dans ces dix dernières années, à un pourcentage aussi élevé de fluorure d'aluminium.

Le fluorure de calcium est toujours employé à l'état de composé naturel, c'est-à-dire de fluorine. Le fluorure d'aluminium s'obtient de différentes manières, notamment en chauffant à siccité un mélange de sulfate d'aluminium et de cryolithe (procédé Grabau). Mais la méthode la plus couramment employée consiste à faire agir, à la température ordinaire, de l'acide fluorhydrique en solution, soit sur de la bauxite, soit sur de l'alumine hydratée. D'après M. Flusin, il n'est cependant pas facile de préparer cette substance parfaitement pure, car le produit industriel renferme toujours de 1,5 à 3 pour 100

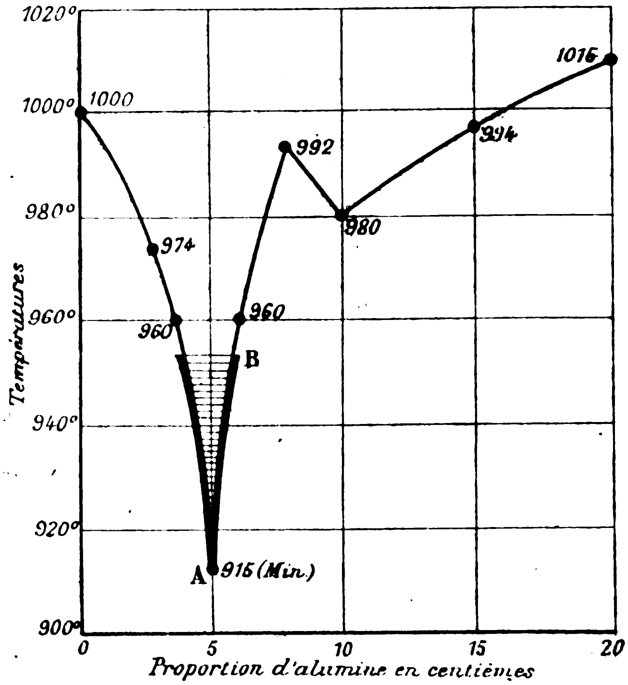


Fig. 1. — Courbe représentative de la température de fusion du mélange d'alumine et de cryolithe.

de silice et même, assez fréquemment, de 0,5 à 0,9 pour 100 de soufre.

3° Électrodes. — Elles jouent un rôle très important dans la fabrication de l'aluminium, car c'est plus de leur pureté que de celle de l'alumine et de la cryolithe que dépend la qualité du métal obtenu. Aussi doit-on utiliser pour leur préparation un charbon aussi pur que possible, possédant très peu de cendres et exempt, autant qu'il se peut, de fer et de silicium. La matière première servant à leur préparation peut être du coke de pétrole ou de goudron, ou encore de l'anthracite. C'est le coke de pétrole qui domine sur le marché ; il ne contient généralement que 0,5 à 2 pour 100 de cendres, mais parfois jusqu'à 1,25 pour 100 de soufre ; les matières volatiles représentent 12 à 15 pour 100 ; on cherche à les expulser le

Digitized by Google

plus possible avant emploi et, à cet effet, on fait subir au coke une nouvelle cuisson dans des cornues verticales en terre réfractaire. Le coke des cornues à gaz est rarement employé, car il est ordinairement trop riche en silice à cause des fragments de pâte réfractaire qui y restent adhérents.

Pour la fabrication des électrodes, le coke est d'abord concassé et broyé, puis mélangé avec du goudron chauffé. La pâte obtenue est comprimée, puis étirée en prismes au moyen d'une puissante presse horizontale. Ces prismes sont divisés en sections de longueur convenable, puis cuits au rouge vif. On obtient ainsi des électrodes assez denses, homogènes et suffisamment conductrices de l'électricité. Nous donnons ci-dessous l'analyse moyenne d'un lot d'électrodes ainsi obtenues :

Carbone fixe		97,20 pour 100
Cendres	Silice	0,55
	Sesquioxyde de fer	0,44
	Divers	0,41
Humidité		0,35
Matières volatiles	Hydrogène	0,23
	Autres gaz	0,42
Soufre		0,40

La forme et les dimensions des électrodes varient suivant les usines. Tantôt on leur conserve la section carrée de 0,25 m de côté, tantôt on leur préfère la section rectangulaire, généralement 0,10 m sur 0,08 m, afin de diminuer leur poids. Pour combattre l'usure due à la combustion (environ 0,7 kg à 1 kg d'anodes brûlées par kilogramme d'aluminium), certaines usines donnent aux électrodes la forme d'un cube ou d'un tronc de pyramide dont la petite base plonge dans le bain ; l'électrode est ainsi immergée presque entièrement et l'usure de la partie émergente est évitée ; la section est alors de 25 à 30 cm de côté, la longueur de 30 à 50 cm ; ces dimensions correspondent à un poids de 35 à 70 kg par électrode.

Il est très important, pour éviter des pertes, d'établir une connexion parfaite entre les électrodes et les conducteurs qui les relient à la canalisation électrique. D'autre part, il faut que les pièces métalliques constituant cette connexion n'aient pas à souffrir du voisinage du bain. La connexion axiale est celle qui paraît le mieux convenir. Dans ce but, on fore, après fabrication, sur l'axe des électrodes et à l'une des extrémités de celles-ci, un trou dans lequel on insère la partie terminale du câble. Pour assurer la solidité du joint, certaines usines procèdent par filetage en pas de vis ; dans d'autres, après avoir fileté la partie supérieure du trou foré dans la pâte, on introduit dans celui-ci une tige ou une lame de cuivre qu'on fixe en coulant du bronze dans l'intervalle. Le scellement se fait avant ou après la cuisson de l'électrode suivant les cas. Le joint est généralement très solide, ce qui permet d'utiliser le charbon presque jusqu'à son extrémité supérieure, c'est-à-dire jusqu'à usure complète. Cette considération est importante, le prix moyen des électrodes variant entre 350 et 380 fr la tonne.

Lorsqu'on est dans l'impossibilité d'utiliser les électrodes entièrement, on fait rentrer les déchets en fabrication. On a cependant cherché, dans ces derniers temps, divers procédés permettant de reconstituer des électrodes neuves à l'aide de fragments ayant des dimensions suffisantes. La méthode qui paraît la plus digne d'intérêt est celle qui procède par sciage et filetage des morceaux et réunion de ceux-ci par d'autres fragments de charbon graphitique préparés d'avance pour ce filetage.

II. — Fabrication.

Fours. — Il existe plusieurs modèles de fours, ou cuves, ou marmites, destinés à la fabrication de l'aluminium. Certains (fig. 2) sont dépourvus de fond métal-

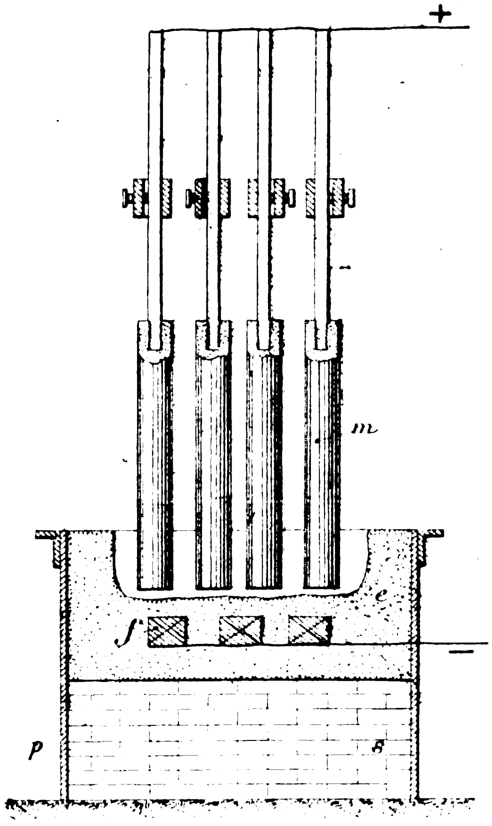


Fig. 2. — Four à aluminium sans fond métallique.

lique et sont posés sur un massif en maçonnerie réfractaire s. Le trou de coulée est généralement percé sur un des longs côtés, le four affectant une forme rectangulaire. Le garnissage intérieur e est constitué parfois uniquement par un pisé de carbone ; mais souvent on réduit la dépense de celui-ci en appliquant contre les parois p en tôle un premier revêtement en briques réfractaires. Le fond du creuset est presque toujours formé d'une couche épaisse de pisé de carbone. Dans l'ensemble du garnissage ou de la couche de fond sont noyés plusieurs fers plats f, de section suffisante et reliés à l'électrode négative de la source d'énergie électrique. Le pisé est semi-conducteur de l'électricité, mais

Digitized by Google

la présence des fers f a pour effet d'augmenter beaucoup la conductibilité. Les anodes m sont formées par des prismes de charbon aggloméré, comme il a été dit plus haut; elles montent et descendent simultanément ou individuellement, soit à la main, soit à l'aide d'engrenages fonctionnant mécaniquement. En raison de leur poids, elles doivent être soutenues par un mode de suspension très robuste.

L'inconvénient de ce dispositif est d'entraîner un fort dégagement de vapeurs de goudron au moment de la mise en train de chaque cuve neuve; ces vapeurs sont dues au fait que le pisé de carbone doit subir la cuisson en place en raison de son volume. En outre, ce pisé n'acquiert jamais une conductibilité suffisante, comparable par exemple à celle des électrodes de carbone étirées sous pression et cuites à haute température.

Aussi a-t-on recours, dans beaucoup d'usines, à la disposition représentée par la figure 3. Le four comporte un fond percé et, à travers l'ouverture ainsi ménagée, on fait passer un faisceau composé de 8 à 10 électrodes prismatiques a; ces dernières, qui ont environ 30 centimètres de côté, sont serrées les unes contre les autres et reposent sur une plaque épaisse en fer m reliée au pôle négatif de la source de courant. L'extrémité supérieure du faisceau est approximativement au niveau de la base du creuset, et, tout autour, on dame fortement et régulièrement avec du pisé de carbone e. On assure ainsi l'étanchéité des joints, et, en même temps, la résistance du circuit est diminuée. A chaque électrode du fond a correspond généralement une anode b de section un peu moindre. Le dégagement des vapeurs de goudron est ainsi de beaucoup diminué.

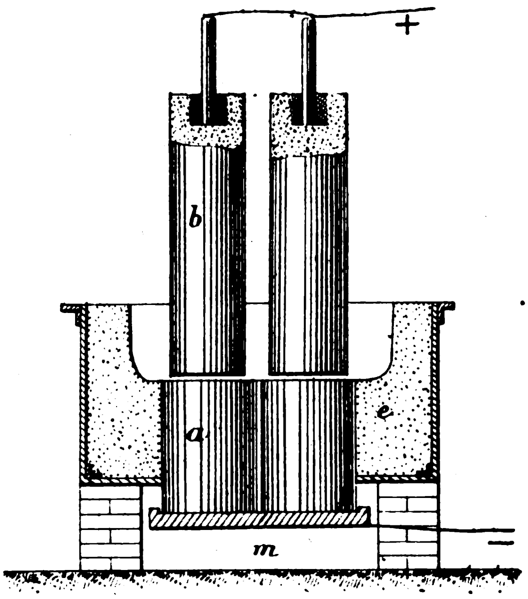


Fig. 3. — Four à aluminium à électrode-sole.

Bien entendu, le fond du creuset présente une pente régulière quoique douce vers le trou de coulée. Pendant l'opération, celui-ci est bouché avec du pisé de carbone. La coulée s'effectue ainsi très facilement.

Les électrodes mobiles ou anodes sont plus ou moins nombreuses suivant leur section. Quand celle-ci est faible (8 à 10 cm de côté), on les dispose par quatre rangées de 8 ou 9 électrodes chacune, ce qui fait au total 32 ou 36 électrodes pour une surface totale de 0,256 m² ou 0,288 m². Avec les charbons de 25 cm de côté, on fait généralement deux rangées de cinq électrodes, correspondant à une surface de 0,625 m².

Conduite de l'opération. — La principale condition que doit remplir le bain électrolytique est d'être moins dense que le métal (pour permettre à celui-ci de se rassembler au fond de la cuve au fur et à mesure de sa production). De plus, il doit être constamment protégé contre l'oxydation par une nappe suffisamment épaisse de sels fondus. La densité joue en effet un rôle important dans cette opération. Or, on sait que la cryolithe solide a une densité de 2,92; à l'état liquide, celle-ci n'est plus que de 2,08. Celle de l'aluminium à l'état solide est de 2,66, et, à l'état fondu, de 2,54. Ainsi, l'aluminium, quoique moins dense que la cryolithe solide, ira cependant se réunir au fond de la cuve quand le bain sera constitué, comme cela a lieu en pratique, par de la cryolithe fondue. La différence de densité des deux substances est, en effet, dans cet état de 0,46. L'addition d'alumine et de fondants n'augmente pas la densité du bain et la différence entre cette dernière et celle du métal fondu est généralement suffisante pour qu'on puisse extraire ce dernier régulièrement par coulée. Les phénomènes d'inversion des densités, dus à un mélange défectueux des composants du bain, sont, en effet, très rares. On cherche à les éviter à tout prix, car ils nécessitent la mise hors de service momentanée de la cuve.

Une opération complète comprend l'alimentation en matières premières, le réglage, le changement des électrodes, s'il y a lieu, et la coulée.

Pour faire la mise en marche des fours, on met en court-circuit les électrodes supérieures et le fond de la cuve par l'intermédiaire d'une résistance; celle-ci est généralement constituée par de petits blocs de charbon. Puis, peu à peu, on introduit dans la cuve de la cryolithe pure ou additionnée de fondants. Quand ces matières sont passées à l'état liquide, on laisse le courant atteindre progressivement son intensité normale et on l'alimente en cryolithe et fondants. Après avoir remonté lentement les anodes, et quand le volume du bain est suffisant, on charge en alumine et on agite fréquemment pour favoriser sa dissolution.

Le bain devant être protégé continuellement contre l'action oxydante et refroidissante de l'air, on le recouvre d'une couche d'alumine en poudre qui fond au contact des anodes. Comme le bain s'appauvrit de plus en plus en alumine, au fur et à mesure que l'électrolyse se poursuit et que le métal se dépose, on compense les pertes d'alumine. Un dispositif très ingénieux permet d'effectuer les additions d'oxyde au moment opportun; il consiste en une lampe ou une série de lampes à incan-

Digitized by Google

descence montées en dérivation aux bornes des fours; la résistance des filaments est calculée de façon que la lampe s'éclaire dès que le pourcentage d'alumine est insuffisant. L'addition du mélange de cryolithe et de fondants ne se fait qu'à intervalles de plusieurs jours.

Le mauvais réglage d'un four se voit, du reste, assez aisément : si l'allure est trop chaude, la flamme qui entoure les anodes se développe et se colore en jaune et le remède est d'abaisser les anodes.

L'aluminium s'accumule progressivement au fond de la cuve. Les coulées se font tous les deux ou trois jours environ suivant les dimensions des fours. On les effectue, non pas directement, mais dans une poche qui retient à l'état solide les fluorures entraînés.

Installation.—Les fours sont installés dans des salles de grandes dimensions et généralement en rangées parallèles. Mais on adopte aussi, dans certaines usines, la disposition en crémaillère, c'est-à-dire par lignes un peu obliques par rapport à la section transversale du bâtiment ; les fours se touchent successivement par un angle. Cette disposition, économique au point de vue de l'installation, est incommode pour le travail et favorise l'accumulation de la chaleur dans la salle ; aussi la tendance actuelle est-elle dans l'adoption de salles ne comportant qu'une ligne de fours.

Rendement. — En fonctionnement normal, le rendement pratique ou économique se rapproche sensiblement du rendement théorique et varie entre 90 et 95 pour 100. Cependant, la production moyenne annuelle n'atteint pas ce pourcentage et cela se comprend : le rendement est en effet fonction du nombre de fours fonctionnant simultanément, de la puissance de chaque four, des accidents de marche, etc. D'après M. Flusin, la production moyenne d'aluminium oscille entre 210 et 275 kg de métal par kilowatt-an, soit entre 154 et 202 kg par ch-an. Ce rendement correspond à une dépense d'énergie comprise entre 41 et 31 kw-h par kilogramme d'aluminium et à un rendement industriel compris entre 58 et 76 pour 100.

Quant à la consommation des matières premières, elle est facile à calculer par kilogramme de métal obtenu. Il faut compter sur une dépense de 2 kg au moins d'alumine et une consommation de 700 gr à 1 kg de déchets et d'usure des anodes. La consommation de cryolithe et de fondants est très faible, soit 120 à 200 gr pour la cryolithe et 200 gr environ pour les fluorures de calcium et d'aluminium. Les pertes de ces produits proviennent des électrolyses secondaires, de la volatilisation, des traitements mécaniques (broyage, etc.). La bonne conduite des cuves les réduit dans une assez forte proportion.

Réduction directe de l'alumine par le charbon. — La réalisation pratique de la réduction électrothermique de l'alumine a toujours été considérée comme très difficile. En effet, si l'on essaie de réduire l'alumine seule, on risque de volatiliser une partie de l'aluminium et de le transformer en alumine au contact des parties les moins chaudes de l'appareil, et l'aluminium non volatilisé peut se transformer en carbure. Cela explique pourquoi les essais tentés dans ce sens n'ont pu entrer dans le domaine industriel.

Il en est autrement de la réduction de l'alumine par le carbone en présence du fer et du cuivre. A la température du four électrique, cette réduction s'effectue aisément et convenablement : non seulement ces métaux, assez fixes pour ne pas se volatiliser à la température nécessaire à la réduction, absorbent les vapeurs d'aluminium, mais aussi empêchent ce métal de passer à l'état de carbure. On obtient donc, non pas de l'aluminium pur, mais un alliage d'aluminium : ferro ou cupro-aluminium. C'est sur ce principe qu'est basé le procédé Cowles.

On a cherché aussi à substituer au carbone un mélange de chaux et de charbon (procédé Tucker et Moody), mais la réaction donne surtout naissance à du carbure d'aluminium si l'opération n'est pas surveillée de près. D'après les inventeurs, il se formerait d'abord du carbure de calcium par réaction entre la chaux et le charbon à la température de l'arc électrique. Ce carbure, grâce à son caractère de combinaison exothermique, produirait une quantité de chaleur facilitant la réduction de l'alumine. La durée de l'opération a une grande importance sur les résultats obtenus ; elle doit être relativement courte pour éviter la production de carbure d'aluminium. Le meilleur résultat paraît être obtenu en mélangeant 150 parties d'alumine, 200 de carbure de calcium et 60 de coke.

Les procédés utilisant du sulfure d'aluminium (Gooch, Peniakoff, Gin), de même que ceux basés sur l'électrolyse des sels haloïdes de l'aluminium, n'ont pas donné de résultats applicables à l'industrie.

Emploi des silicates d'alumine (argiles). — L'utilisation des argiles pour la fabrication de l'aluminium présente une grande importance industrielle et économique car, résolue pratiquement, elle permettrait de vulgariser encore davantage les emplois de ce métal en abaissant considérablement les prix actuels. Plusieurs solutions ont été proposées et mises à l'essai :

Dans le *procédé Cowles-Kayser*, on part de l'argile ordinaire $Al^2O^3, 2\,SiO^2$ que l'on pétrit avec du charbon et du sel marin. Le mélange est porté à 1000° environ et soumis à l'action de la vapeur d'eau ; celle-ci, décomposée par le charbon à haute température donne : de l'hydrogène qui se porte sur le chlore du sel marin pour former de l'acide chlorhydrique ; de l'oxygène qui se porte sur le sodium pour former de la soude : de l'oxyde de carbone qui peut être employé comme agent de chauffage ou de force motrice ; enfin un silicate d'aluminium complexe correspondant approximativement à la formule $(Si\,O^2)^2$, $Al^2\,O^3$, $(Na\,O^2)^2$.

C'est ce silicate qu'on utilise pour l'extraction de l'alumine. Pour cela, on le traite par la chaux vive : on obtient du silicate bicalcique, de la soude et de l'alumine qui peut servir directement à la préparation de l'aluminium métallique.

Digitized by Google

Quant au silicate bicalcique, chauffé dans un four à ciment avec une proportion convenable de chaux, il fournit un excellent ciment hydraulique, exempt de toute trace de fer, celui-ci ayant été complètement éliminé par les opérations précédentes.

Dans le *procédé Moldentrauer*, qui permettrait d'abaisser le prix de l'aluminium à 0,50 fr le kilogramme, on s'est basé sur cette remarque d'expérience qu'en essayant de décomposer le carbure double d'aluminium et de silicium par l'oxyde de fer, on observe la volatilisation d'une partie de l'alumine. Pour obtenir cette dernière, on peut donc opérer en distillant au four électrique un mélange de silicate d'aluminium, d'oxyde de fer et de charbon.

Dans ce but, on fait un mélange d'argile, d'hématite et de coke qu'on soumet, après broyage, à l'action d'un courant d'intensité élevée. On obtient un mélange de ferro-silicium, un résidu liquéfié et des produits de condensation que l'on entraîne hors du four par un tube coudé. Ces derniers ont pour composition centésimale :

SiO^2	24,3 pour 100
Fe	2,1
Al^2O^3	72,4

Le ferro-silicium a une teneur en silicium de 19,75 pour 100. Le résidu contient des fragments de ferro-silicium. Le reste a la composition suivante :

Silice	2,52 pour 100
Oxyde de fer	0,25
Chaux	Traces.
Alumine	97,12

Cette dernière est de l'alumine fondue. On obtient donc directement, à partir de l'argile, du ferro-silicium sous une couverte d'alumine. Le procédé a été rendu plus pratique en diminuant le pourcentage des sous-produits formés et surtout la quantité d'énergie dépensée pour la réduction de Fe^2O^3 qu'on peut utiliser à meilleur compte. En changeant la proportion d'oxyde de fer et en introduisant une partie du fer sous forme de ferro-silicium, on arrive à produire un mélange contenant presque exclusivement du ferro-silicium et de l'alumine. Cette dernière, broyée et purifiée par l'aimant des globules de ferro-silicium qu'elle peut contenir, est de l'alumine à peu près pure. Elle permet d'obtenir environ 70 pour 100 de la proportion d'aluminium qu'indique la théorie.

La question de l'utilisation de l'argile pour la fabrication de l'alumine et de l'aluminium est donc en principe résolue. Un premier four électrique donne un ferro-silicium à forte teneur en silicium et une alumine impure qui, refondue dans un second four électrique, est prête à subir l'électrolyse pour l'obtention de l'aluminium.

L'ensemble de la réaction peut être représenté par l'équation suivante :

$$Al^2O^3, 2SiO^2 + 2Fe^2O^3 + 13C = 2Al + 2Fe^2Si + 13CO.$$

L'argile étant l'un des produits les plus répandus dans la nature, il y a lieu de penser que l'extraction de l'aluminium par son emploi permettra la solution pratique et économique d'un problème métallurgique et industriel fort important. Les débouchés de l'aluminium ne pourront qu'en bénéficier, étant données les nombreuses applications dont ce métal est susceptible.

III. Production et consommation.

Principaux pays producteurs. — Jusqu'en 1896, la Suisse est restée à la tête des pays producteurs d'aluminium. Mais depuis, elle s'est laissé progressivement distancer et, actuellement, on peut classer comme suit les divers pays qui s'occupent de cette industrie au point de vue fabrication :

	Production annuelle en tonnes.
États-Unis et Canada	18 000
France	15 000
Allemagne et Autriche-Hongrie	10 000
Suisse	6 000
Angleterre	3 000
Norvège	1 500
Italie	1 000

La France est donc en excellente posture. Sa situation est encore meilleure si on l'étudie comparativement aux autres pays pour les importations et les exportations. Elle est de beaucoup le pays qui exporte le plus d'aluminium, et c'est elle qui, en fait, se trouve à la tête du marché européen.

Usines françaises. — La France possède les plus riches gisements de bauxite du monde entier. La production de notre pays est de 130000 t annuellement alors que celle du monde entier ne dépasse pas 170000 t. Depuis l'expiration des brevets Héroult, en 1907, les usines de fabrication se sont multipliées, et, actuellement, on peut, en France, les répartir ainsi qu'il suit, comme capacité de production :

	Tonnes d'aluminium.
Société électrométallurgique française :	
Usines de Largentière (Hautes-Alpes)	
Usines de La Praz (Savoie)	9 000
Usines de La Saussaz (Savoie)	
Compagnie des produits chimiques d'Alais et de la Camargue :	
Usine de Calipso (Savoie)	
Usine de Saint-Jean-de-Maurienne (Savoie)	7 000
Usine de Saint-Félix-de-Maurienne (Savoie)	
Usine de Pontamafrey (Savoie)	
Société d'électrochimie :	
Usine de Prémont (Savoie)	1 000
Société des produits électrochimiques des Pyrénées :	
Usine d'Auzat (Ariège)	3 000

Comme on le voit, les principales usines se trouvent

Digitized by Google

concentrées en Savoie, dans la vallée de la Maurienne. Depuis Modane jusqu'à Saint-Jean-de-Maurienne, on en compte six représentant près de 80000 ch.

Usines étrangères. — En dehors de la France, on trouve comme principales sociétés d'aluminium les suivantes :

	Tonnes d'aluminium
Aluminium Industrie Gesellschaft :	
Usine de Neuhausen (Suisse)	1 000
Usine de Chippis (Suisse)	4 000
Usine de Rheinfelden (Allemagne)	600
Usine de Lend-Gastein (Autriche)	1 200
British Aluminium Co :	
Usine de Foyers (Écosse)	800
Usine de Stangfjord (Norvège)	1 000
Aluminium Corporation :	
Usine de Dolgarrog (Pays de Galles)	1 800
Anglo-Norvegian Aluminium Co :	
Usine de Vigeland (Norvège)	500
Societa italiana per la fabricazione dell'Alluminio :	
Usine de Bussi-Pescara	1 200
Société italienne d'aluminium :	
Usine de Popoli	1 000
The Aluminium Company of America :	
Usine de Niagara Falls Usine de Masséna Usine de Québec Usine de Shawinigan Falls	18 000

Production mondiale. — En totalisant la puissance et la capacité de production de toutes les usines du monde fonctionnant régulièrement, on constate que plus de 450 000 ch sont actuellement consacrés à la seule fabrication de l'aluminium ; la capacité de production annuelle est voisine de 60 000 t d'aluminium.

Jusqu'en 1906, la consommation et la production sont restées à peu près équivalentes, mais en 1907, par suite de la chute des brevets Héroult dans le domaine public et de la création de nouvelles usines, il y a eu surproduction. En 1908, il en a été de même. En 1909 et 1910, le phénomène inverse s'est produit et les demandes ont surpassé la production. Il s'est finalement manifesté une sorte d'équilibre dans la production et la consommation.

Situation des usines. — A la fin de l'année 1910, les sociétés françaises productrices d'aluminium ont fait une entente qui a abouti à la création d'un Syndicat français de l'aluminium pour une durée de 10 ans. Il y a lieu de s'en féliciter, car la France ne consomme guère que le tiers de ce qu'elle peut produire et elle doit ainsi nécessairement chercher dans l'exportation un écoulement de son excès de production. L'exportation croît du reste progressivement : alors qu'elle n'était que de 660 t en 1904, elle devint de 1 500 t en 1906 et de 4 400 t en 1909. Elle atteint aujourd'hui des chiffres beaucoup plus élevés encore. L'aluminium français lutte donc avec succès contre l'aluminium étranger et cela est d'autant plus intéressant que notre pays est en mesure de satisfaire des demandes importantes. Ajoutons que, pour utiliser l'excès de puissance dont elles disposent, beaucoup d'usines se livrent à d'autres fabrications telles que : ferro-alliages, carbure de calcium, carborundum, émeri artificiel, alliages spéciaux, etc.

La puissance aménagée dans le monde entier en vue de la fabrication de l'aluminium est de 450 000 ch environ ; elle représente une puissance effective moindre, évaluée à 350 000 ch moyens. Au rendement de 200 kg par cheval-an, les usines pourraient fournir ensemble environ 55 000 t de ce métal.

Prix. — Le prix du kilogramme d'aluminium a subi quelques variations dans ces dernières années, et les variations des prix de vente ont suivi dans une certaine mesure celles du prix de revient ; elles ont été en outre sous l'influence des modifications d'équilibre entre la production et la consommation. En 1855, le kilogramme d'aluminium valait 1 250 fr : c'était encore, lors de la découverte de Deville, presque un métal précieux. Dans la période 1855-1866, il tomba à 125 fr. En 1886, il descendit à 78 fr. Lors de l'apparition des procédés électrochimiques, une nouvelle baisse, encore plus sensible, se manifesta et, en 1890, le métal tombe à 19 fr. Nous le voyons diminuer ensuite graduellement : à 7,50 fr. en 1892, à 3 fr, 10 en 1897, à 2 fr, 50 en 1900. En 1905, on constate un relèvement des prix dû à la difficulté de production par suite des conditions climatériques et des grèves (4 fr, 50 en 1905, 4 fr, 35 en 1907). Depuis 1908, en raison de la disparition des brevets Héroult et de l'accroissement des moyens de production, le métal est retombé au-dessous de 2 fr. Le cours varie entre 1 fr, 70 et 2 fr depuis une dizaine d'années. Le développement considérable des applications de l'aluminium, notamment dans la construction des lignes électriques, a placé ce métal au sixième rang parmi les métaux usuels. C'est un succès remarquable, étant donné qu'il peut ainsi, par son faible prix de revient, concurrencer le cuivre dans l'une de ses applications les plus importantes. La fabrication des alliages le substitue en outre partiellement au zinc, au magnésium, à l'étain, etc., et tend ainsi à généraliser et à étendre de plus en plus ses emplois.

Jean Escard,
Ingénieur civil, Lauréat de l'Institut et de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Sous-station réceptrice de Canton [1].

Dans deux articles précédents [2], l'auteur a décrit l'installation de la nouvelle centrale actuellement en construction à Windsor, qui doit, en partie, alimenter le centre industriel de Canton, au moyen d'un transport à 130 000 v également décrit. La sous-station réceptrice de Canton ainsi que le réseau de distribution dans la ville font l'objet de la présente étude.

La première fonction de la sous-station est la transformation de la tension, de 130 000 v à 22 000 v à laquelle l'énergie doit être transmise à la centrale de Canton et à quelques installations de grande puissance. Tous les transformateurs effectuant cette opération ainsi que tout l'appareillage sont installés dans une sous-station extérieure, au sud de laquelle un grand espace a été réservé en vue d'agrandissements ultérieurs. Au Nord, une construction légère abrite un groupe de moteurs synchrones pour la régulation du facteur de puissance et de la tension, ainsi qu'un certain nombre d'autres appareils ne pouvant pas être placés à l'extérieur.

L'installation initiale comporte cinq transformateurs de

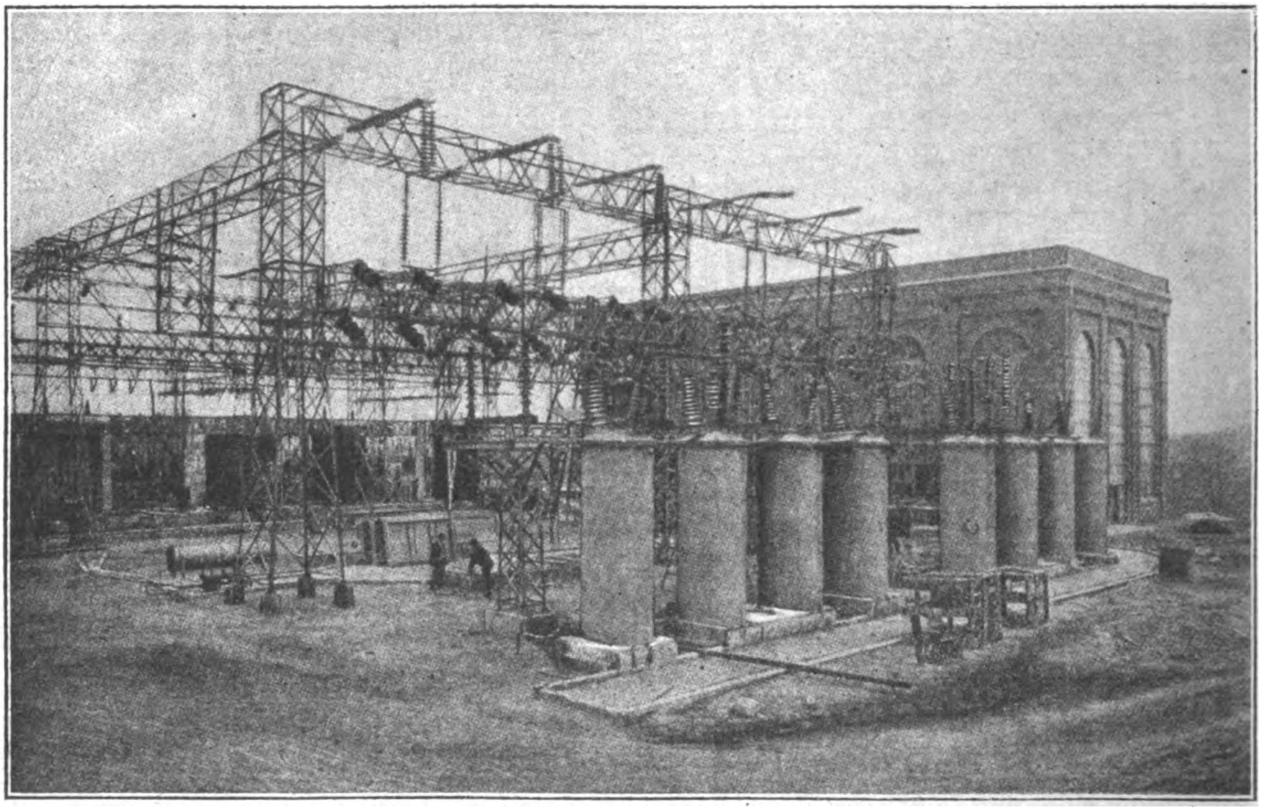


Fig. 1. — Vue générale de la partie à 130 000 v de la sous-station extérieure de Canton. Au premier plan les parafoudres électrolityque à plaques d'aluminium.

10 000 kv-A chacun. Lors de l'agrandissement correspondant au doublement de la ligne de transport de courant, ce nombre sera porté à douze plus une unité de secours. Le nombre des moteurs synchrones de 7 500 kv-A, de deux actuellement, sera porté à quatre : un moteur et un groupe de trois transformateurs pour chaque ligne d'arrivée.

La partie extérieure de la sous-station comprend deux sections, l'une correspondant à la tension d'arrivée de 130 000 v (fig. 1), l'autre à la tension de distribution de 22 000 v. Des traverses métalliques montées sur pylônes supportent les lignes aériennes, les sectionneurs et les barres omnibus à environ 10 m au-dessus du sol. Les interrupteurs et disjoncteurs dans l'huile, les parafoudres et les transformateurs sont établis sur des fondations à environ 0,60 m au-dessus du sol. Les lignes entrent dans la sous-station par l'extrémité est, traversent des bobines de réactance des sectionneurs de ligne et arrivent au primaire des transformateurs, tout ce parcours étant sensiblement en ligne droite. Les bobines de réactance sont reliées, par l'intermé-

(1) F.-H. Bernhard. *Electrical Review* (Chicago), 9 juin 1917, n° 23, t. LXX, p. 965-969, 3 700 mots, 5 fig.; 16 juin, n° 24, p. 1 001, 350 mots, 4 fig.

(2) La nouvelle centrale électrique de Windsor. *R. G. E.*, 6 octobre 1917, t. II, 3 fig.

Digitized by Google

diaire de sectionneurs, à des parafoudres à cornes à boules. De chaque côté des interrupteurs de ligne qui sont du type K-22 dans l'huile et à transformateur de courant, se trouvent des sectionneurs.

Les deux lignes d'arrivée existant actuellement peuvent être reliées en parallèle au moyen d'un groupe de barres par l'intermédiaire d'interrupteurs dans l'huile branchés entre les sectionneurs de ligne et les transformateurs principaux, et qui permettent d'ailleurs l'emploi de l'un quelconque des transformateurs. La ligne directe des sectionneurs aux transformateurs est supportée par les traverses métalliques et comporte, au-dessus des transformateurs, des disjoncteurs spéciaux type LG-19.

Les transformateurs principaux ont un poids de 50 t et sont du type à isolement à huile et refroidissement par circulation d'eau. Ils sont d'une puissance unitaire de 10000 kv-A; la température n'excède pas 80°C, lorsque le débit d'eau est de 170 litres à une température de 25°. Les enroulements primaires sont sectionnés de façon à recevoir, dans le fonctionnement en série, une tension de 130 000 v et 65 000 v dans le fonctionnement en parallèle. De même, les secondaires sont sectionnés pour 24 000 v et 12 000 v. Un secondaire complètement distinct fournit du courant à 6 600 v pour l'alimentation des moteurs synchrones et des divers services auxiliaires. Les transformateurs sont montés sur rails permettant leur transport dans le bâtiment pour les réparations.

La partie à 22 000 v comprend trois nefs à deux feeders de départ de chacune, deux groupes de barres, quatre ou cinq interrupteurs dans l'huile, de nombreux disjoncteurs, transformateurs de mesure, etc...

Chaque feeder comporte un disjoncteur dans l'huile commandé par un relais à action retardée et un dispositif spécial permettant de le relier à volonté à l'un quelconque des deux groupes de barres.

Ainsi qu'il a été dit, le bâtiment sert au logement des appareils de mesure et de contrôle. Cependant, la presque totalité de la puissance étant consommée par des moteurs d'induction, le facteur de puissance aurait été faible sur l'ensemble du réseau de distribution. Pour remédier à cet inconvénient et, en même temps, assurer la régulation de la tension et augmenter le courant normal des lignes, un moteur synchrone a été relié à chaque groupe de transformateurs. Cette installation a eu l'inconvénient d'augmenter les dimensions du bâtiment mais a procuré un grand nombre d'avantages.

Le bâtiment comporte en outre deux plates-formes réservées, l'une aux réservoirs de la circulation d'eau, aux accessoires et à diverses installations pour le personnel; l'autre aux pompes de circulation. Un pont roulant de 50 t dessert tout le bâtiment.

Les deux moteurs synchrones de 7500 kv-A installés actuellement sont les plus puissantes unités construites jusqu'à l'heure actuelle. Elles comportent des excitatrices de 50 kw en bout d'arbre et une excitatrice de 50 kw accouplée directement à un moteur d'induction triphasé à 220 v et qui sert d'excitatrice de secours. Les stators comportent un bobinage pour 6 600 v, tension fournie par un secondaire spécial des transformateurs principaux, ainsi qu'il a été dit plus haut. Ce secondaire est relié soit directement au moteur synchrone correspondant, soit à des barres à 6 600 v; ces barres sont reliées par l'intermédiaire d'un interrupteur dans l'huile et un groupe de trois compensatrices de démarrage aux barres de démarrage. Pour le démarrage, les moteurs synchrones sont d'abord reliés au moyen d'interrupteurs dans l'huile du type K.12 aux barres de démarrage qui fournissent le courant à une tension réduite. La régulation des moteurs synchrones, absolument automatique, est obtenue au moyen de régulateurs Tirrill.

Les barres à 6 600 v sont, en outre, reliées à quatre transformateurs auxiliaires de 50 kv-A qui fournissent le courant à 110 et 220 v nécessaire à l'éclairage et aux divers services auxiliaires de la station.

Un petit groupe moteur-générateur débite dans une batterie d'accumulateurs qui fournit le courant continu à 110 v nécessaire au fonctionnement des interrupteurs dans l'huile et pour l'éclairage de secours.

L'eau de refroidissement est fournie par trois puits auxquels une canalisation reliée à la distribution de la ville sert de secours.

Les feeders de départ sont aériens, montés sur poteaux, et seront, au début, au nombre de six à 22 000 v, dont deux reliés à la centrale génératrice de Canton où la tension sera réduite à 2 300 v pour alimenter le réseau actuel de distribution de la centrale, et quatre alimenteront directement les gros consommateurs.

Le nombre des feeders desservant la centrale de Canton aussi bien que de ceux desservant directement les consommateurs sera augmenté au fur et à mesure de l'installation de nouvelles génératrices à la centrale de Windsor.

L'étude des installations décrites par l'auteur a été faite par le service électrique de l'Electric Bond and Share Company; les travaux ont été dirigés par M. Abbot, vice-président de la American Gas and Electric Company; le matériel électrique a été fourni par la General Electric Company.

P. G.

Les lampes électriques modernes et leurs applications industrielles [1].

Cinq facteurs principaux ont contribué au développement de l'éclairage industriel au cours de ces dernières années :

1° Réduction du prix du flux lumineux résultant de l'apparition de lampes à faible consommation spécifique ;

2° Diminution continue du prix de l'énergie électrique ;

3° L'étude, par les ingénieurs éclairagistes, de nombreux dispositifs et appareils d'éclairage s'appliquant aux divers cas ;

4° L'effort fait par les industriels pour réaliser pratiquement les conditions déterminées par les ingénieurs ;

5° La tendance croissante des industriels à considérer les questions d'éclairage comme un des facteurs du rendement de leurs entreprises.

Actuellement les appareils le plus généralement employés sont les lampes à vapeur de mercure et les lampes à filament de tungstène. La figure 1 représente les diagrammes du développement de l'emploi des lampes au tungstène et de la diminution des lampes à filament de carbone. La lampe à filament de tungstène a donc presque complètement remplacé la lampe à filament de carbone et l'ancienne lampe à arc à charbon, qui a presque totalement disparu des locaux industriels, sauf dans certaines installations anciennes ou dans des cas spéciaux.

A l'inverse de la lampe à filament de carbone, la lampe au tungstène possède les caractéristiques d'une unité individuelle nécessitant des moyens de suspension spéciaux ainsi que des accessoires divers. Souvent un moyen de suspension spécial qui permet de descendre et remonter la

(1) C.-E. Clewell. *Electrical World*, 9 juin 1917, n° 23, t. LXIX, p. 1 107-1 110, 1 850 mots, 12 fig., 4 tab.

Digitized by Google

lampe est nécessaire (fig. 2). Les nettoyages et remplacements de la lampe causent d'ailleurs beaucoup moins de dérangement que l'entretien des anciennes lampes à arc.

La lampe à vapeur de mercure joue également un rôle

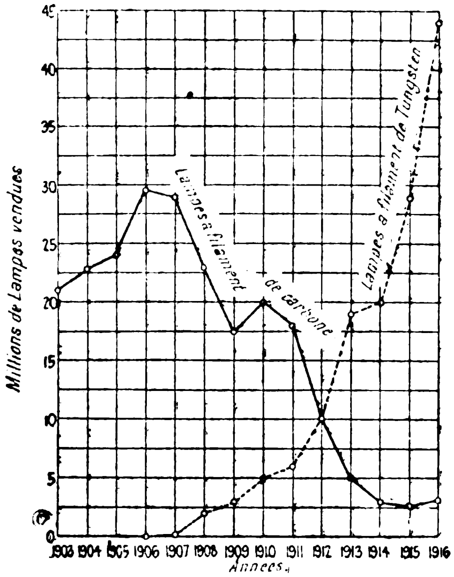


Fig. 1. — Diagramme de l'emploi des lampes à filament de tungstène et à filament de carbone au cours de ces dernières années.

très important dans l'éclairage industriel. La qualité de la lumière qu'elle émet constitue un de ses principaux avantages en même temps qu'elle a été l'objet de nombreuses critiques, d'ailleurs non fondées. L'emploi de la lampe à vapeur de mercure s'est d'ailleurs généralisé dans la majorité des grandes entreprises américaines. Le type à tube de quartz, en raison de son grand pouvoir éclairant, est surtout utilisé pour les éclairages extérieurs ; les appareils sont alors installés sur de hauts pylônes. Le globe de verre extérieur de ces lampes est opaque aux rayons ultra-violets

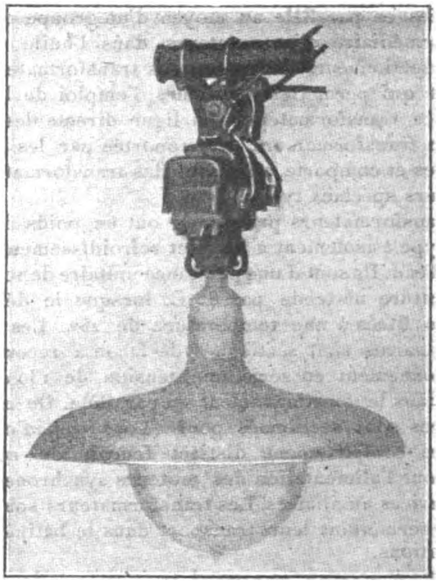


Fig. 2. — Lampe à filament de tungstène pourvue d'un interrupteur automatique de sûreté pour les manœuvres.

émis par la source lumineuse. Des essais effectués sur des lampes à mercure à tubes de quartz, montées sur pylônes de 27 m, ont démontré qu'elles convenaient parfaitement pour l'éclairage extérieur (actuellement, la pénurie de quartz proscrit l'emploi de ces lampes dans l'industrie).

Si la lampe à filament de tungstène et la lampe à vapeur

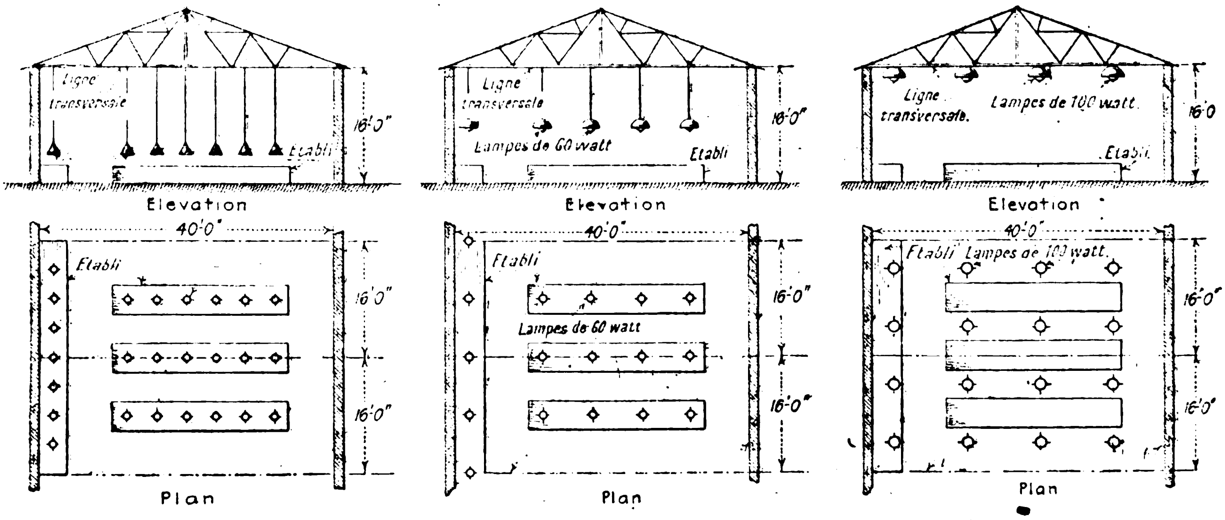


Fig. 3, 4 et 5. — Les trois phases du développement de l'éclairage des locaux industriels.

de mercure ont remplacé la lampe à arc sous son ancienne forme, il en existe cependant des types modernes qui trouvent leur emploi dans certains cas spéciaux. La lampe à arc à flamme à crayons de charbon en vase clos, par suite de son flux lumineux puissant, est employée dans certaines industries pour l'éclairage extérieur ou pour l'éclairage des locaux. Au point de vue de la distribution de la lumière, elle est supérieure à la lampe métallique ou à magnétite.

Digitized by Google

Cette dernière est particulièrement utilisée pour l'éclairage des grands chantiers extérieurs à cause de la distribution caractéristique de son intensité concentrée sous un faible angle au-dessous de l'horizontale.

Une autre application intéressante des lampes à filament de tungstène est leur adaptation aux appareils de projection.

L'emploi de lampes à lumière blanche est important dans certains cas tels que les teintureries, les fabriques de celluloïd, etc... De nombreux travaux ont été conduits dans le but d'obtenir des sources lumineuses ayant un spectre analogue à celui de la lumière naturelle, qui permettent à ces industries d'effectuer leurs travaux de nuit dans des conditions aussi favorables que de jour. Un type de ces lampes est la lampe à tube au bioxyde de carbone, qui, combinée avec la lampe à filament de tungstène à écran coloré, donne de bons résultats.

Les figures 3, 4 et 5 représentent des schémas d'installation d'éclairage d'un même hall d'usine, montrant le développement de l'éclairage industriel depuis l'éclairage individuel primitif (fig. 3) jusqu'à l'éclairage général moderne (fig. 5). Dans la figure 3, l'espace est éclairé devant chaque ouvrier par une lampe individuelle à faible intensité au moyen d'un réflecteur conique. Les nombreux défauts de ce procédé tiennent à ce que la majorité de l'espace se trouve dans l'obscurité, ce qui présente de nombreux inconvénients [1]. En outre, toute modification de l'emplacement des tables ou établis entraîne une modification de l'installation d'éclairage, et de nombreuses autres raisons conseillent l'abandon de cette méthode. La figure 4 représente une installation meilleure. Elle utilise des lampes à filament de tungstène, placées à une plus grande hauteur que les précédentes, mais dont la position est encore déterminée par l'emplacement des établis. Ce schéma peut être adopté dans certaines installations comportant des machines à poste fixe. Malgré la dyssymétrie occasionnée par un tel arrangement, il est cependant préférable à celui du schéma précédent.

Le plan le plus approprié et généralement adopté aujourd'hui est représenté par la figure 5. Les lampes sont placées symétriquement à la partie supérieure du hall et procurent ainsi un éclairage uniforme de toutes les parties. Les établis, machines ou tables peuvent être déplacés à volonté sans cesser d'être parfaitement éclairés et sans nécessiter aucune modification de l'installation de lumière. Des lampes de dimensions modérées mais émettant un flux lumineux supérieur à celui des anciennes lampes à filament de carbone ont seules permis cette disposition : soit lampes à filament de tungstène ou lampes à vapeur de mercure. L'éclairage par les lampes au tungstène peut d'ailleurs être direct, semi-direct ou indirect. Dans ce dernier cas, les lampes à atmosphère inerte conviennent particulièrement.

P. G.

Utilisation des combustibles pauvres [2].

Le moyen le plus simple d'utiliser les combustibles menus et les poussiers de coke consiste à les brûler sur la grille d'une chaudière à vapeur.

La combustion de ces combustibles présente certaines difficultés. Il faut assurer, en effet, la combustion complète de chaque particule, ce qui est impossible avec un tirage modéré, la couche de combustible offrant une résistance trop grande au passage de l'air. D'un autre côté, si on emploie un tirage trop fort, on entraîne dans la cheminée des particules non brûlées, et on rend la combustion désordonnée, ce qui empêche tout réglage du feu.

On a songé alors à employer des foyers spéciaux pour brûler les poussiers ; la figure 1 représente schématiquement un de ces foyers qui a été construit pour brûler du poussier de lavage des fours à coke. La grille est légèrement inclinée et percée d'un grand nombre de petits trous qui s'amincissent de bas en haut, la couche de combustible a une épaisseur de 15 cm environ. Le procédé de tirage utilisé est le tirage soufflé ; la pression d'air, produite par un ventilateur, est de quelques centimètres d'eau. On obtient une distribution uniforme de l'air, en déterminant convenablement le nombre de trous, leur forme et leurs dimensions, et la pression de l'air correspondant à l'épaisseur choisie pour la couche de combustible.

Les foyers soufflés de ce genre, malgré leur supériorité sur les foyers ordinaires, laissent encore beaucoup à désirer ; on a donc cherché à employer des appareils basés sur un principe tout différent qui assurent la combustion

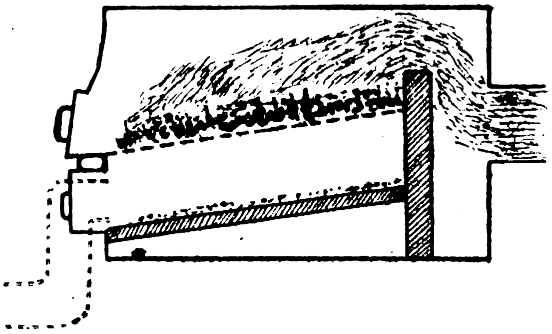


Fig. 1. — Foyer destiné à brûler les poussiers de lavage des fours à coke.

complète du combustible. Le combustible ne repose plus en couche sur une grille, mais est injecté dans la chambre de combustion, par l'air comburant lui-même.

La chaudière Bettington représentée sur la figure 2 est basée sur ce principe. La chaudière est du type vertical à tubes d'eau. Le poussier de charbon finement pulvérisé dans un pulvérisateur, est aspiré dans un séparateur à travers un tamis très fin et insufflé, mélangé à l'air nécessaire à sa combustion, à travers un pulvérisateur refroidi par une circulation d'eau. Il brûle en un immense jet vertical dans la chambre de combustion. Les particules les plus lourdes retombent dans la zone de combustion et y sont brûlées utilement. Les gaz arrivés en haut de la chambre de combustion, rebroussent chemin en léchant les tubes d'eau recouverts sur leur face côté chambre de combustion, d'un revêtement en matière réfractaire. Arrivés au bas de la chambre de combustion, les gaz remontent vers la cheminée après avoir traversé le surchauffeur de vapeur et un réchauffeur d'air comburant.

Cette chaudière a un rendement satisfaisant ; cependant, à cause du temps très court pendant lequel le combustible reste dans le foyer, la combustion est loin d'être parfaite. Les poussiers de coke brûlant plus lentement encore que les poussiers de charbon, cette chaudière convient peu pour les brûler.

Le revêtement des tubes à eau par une matière réfractaire est nécessité par la haute température de la chambre de combustion qui est telle que les cendres entrent en

[1] *La Lumière électrique*, 5 février 1916, t. XXXII, 2e série, n° 6, p. 122 : Maurice Leblanc « Détermination d'un éclairage rationnel ».

[2] J. W. Cobb. *Gas Journal* et *Journal des Usines à Gaz*, 20 juillet 1917, t. XLI, p. 209, 2 000 mots, 3 fig.

Digitized by Google

fusion, et leur dépôt sur les tubes nus risquerait de détériorer ces derniers. Le revêtement en matière réfractaire doit donc résister à une très haute température et à l'action destructive des cendres en fusion.

Pour arriver à une meilleure utilisation des poussiers on

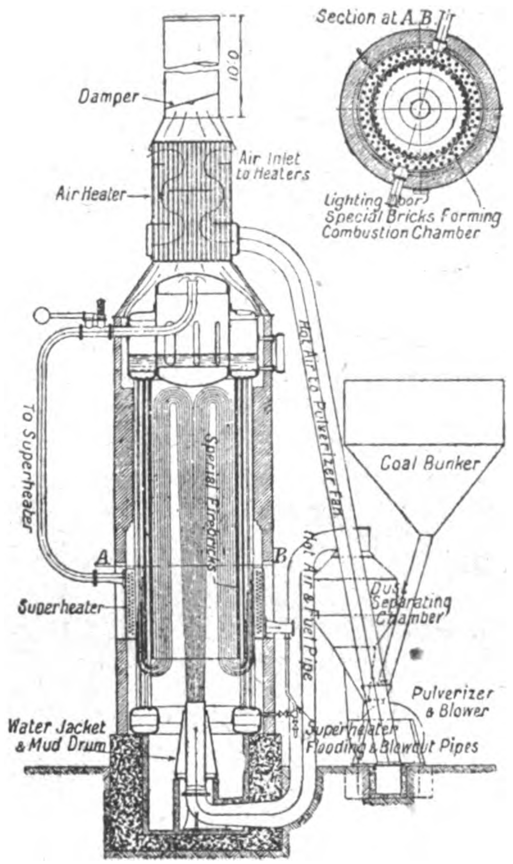


Fig. 2. — Chaudière Bettington pour brûler les poussiers de charbon,

les a utilisés, non sans succès, à la production de gaz pauvre.

Parmi les divers gazogènes employés, nous citerons le gazogène Marconnet (fig. 3). Le poussier est placé dans une trémie A d'où il tombe sur une plaque tournante B entraînée par une roue à friction C. Un racloir D fait tomber le poussier en pluie fine sur un plan incliné E, d'où il est aspiré par un ventilateur F, qui injecte l'air chargé de particules de charbon dans le générateur. La vitesse de la plaque tournante B est réglée par celle du ventilateur F, de telle sorte que la quantité de combustible injecté dans le générateur est fonction de la quantité d'air insufflé.

Le jet d'air et de poussier entre tangentiellement dans le gazogène en G, la gazéification a lieu dans la chambre H, une tuyère placée au-dessus de l'entrée du charbon fournit la vapeur d'eau nécessaire aux réactions de la gazéification.

Les gaz sont évacués par le bout du générateur et passent sur une couche filtrante I qui les débarrasse des cendres et des particules non gazéifiées.

Ce gazogène donne entière satisfaction et permet d'utiliser aussi bien les menus très gras que le poussier de coke et même les schlamms contenant jusqu'à 7 pour 100 de cendres. Cependant, la durée d'oxydation du combustible étant très courte, il semble que le rendement doit s'en ressentir, et qu'il serait nécessaire de s'assurer que la composition du gaz produit est suffisamment régulière pour qu'on puisse l'utiliser sans inconvénient à l'alimentation des moteurs à gaz pauvre.

On a également utilisé les générateurs à gaz pauvre ordinaires avec récupération de l'ammoniaque par le procédé Mond pour l'emploi des combustibles de peu de valeur. Mais la nécessité de faire passer l'air mélangé à une forte quantité de vapeur d'eau à travers une couche très épaisse de combustible présente, outre les inconvénients signalés plus haut pour les foyers de chaudières, le danger d'une explosion si la couche de combustible présente des points faibles qui permettent à l'oxygène de l'air de se mêler aux gaz dans la partie supérieure du gazogène; le même danger existe si la couche de combustible manquant de cohésion vient à s'effondrer en ouvrant un appel d'air dans la partie supérieure de gazogène. Des tassements irréguliers du combustible sont également à craindre. Pour rendre la couche de combustible suffisamment et uniformément perméable à l'air, on peut mélanger celui-ci en proportions convenables avec des morceaux plus gros de charbon ou de coke.

Enfin, un dernier procédé d'utilisation des combustibles menus est la fabrication des agglomérés.

Malgré le grand développement pris surtout en France par cette fabrication, il semble qu'elle pourrait encore être perfectionnée surtout en rendant ces combustibles plus liants au feu.

On pourrait aussi traiter les menus par les procédés ordinaires de carbonisation et de gazéification avec récupération des sous-produits, mais, vu la faible valeur du coke produit, il vaudrait mieux conjuguer ces deux opérations de façon à obtenir le meilleur rendement possible en gaz et en sous-produits.

L'auteur termine en signalant que M. Fischer a obtenu

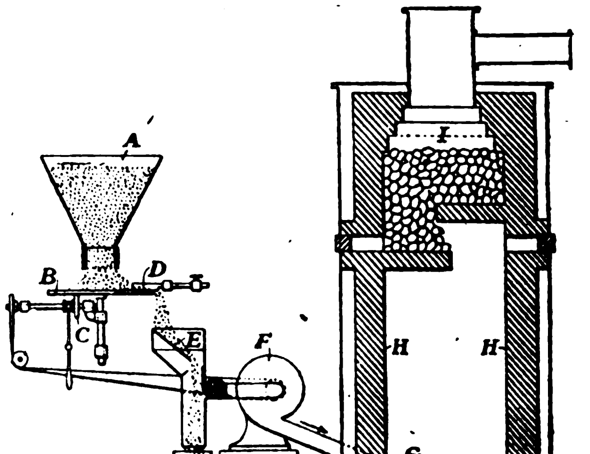


Fig. 3. — Gazogène Marconnet.

dernièrement du charbon à l'état liquide, en suspension dans l'eau, sous l'action d'un courant d'ozone. Ce procédé ou d'autres procédés chimiques pourront peut-être, dans un avenir plus ou moins lointain, permettre une utilisation plus complète des menus. H. C.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société anonyme d'Eclairage électrique du Secteur de la Place Clichy.

Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917.

Le rapport du Conseil signale que les circonstances ont rendu nécessaire de continuer à laisser en suspens l'exécution des résolutions de l'assemblée générale extraordinaire du 31 juillet 1914. Il a d'ailleurs été précieux pour la marche de la Société filiale « Le Triphasé » d'avoir maintenu la solidarité des deux affaires.

Le compte Profits et pertes présente à son crédit le report de l'exercice 1915 de 389779 fr et les recettes de l'exercice 1916 de 295787 fr provenant des produits du portefeuille et d'une nouvelle répartition du Comité de l'Union des Secteurs, soit au total 685567 fr.

Au débit de ce compte figurent les dépenses de l'exercice 1916, soit 20475 fr. et les intérêts à 5 pour 100 du capital à répartir pour l'amortissement des actions, soit 300000 fr.

Le solde créditeur de 365091 fr a été reporté à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Dépenses de premier établissement, 15 coupons mobilier, amortissements déduits	1 »
Caisse et débiteurs divers	4 616 170,61
Valeurs en portefeuille	11 675 803,39
	16 291 980 »

Passif.

	fr
Capital	6 000 000 »
A répartir pour l'amortissement des actions	6 000 000 »
Réserve légale	600 000 »
Réserve spéciale	1 780 718,79
Créanciers divers	433 147,86
Coupons à payer	767 925,54
Intérêts à payer au capital à répartir	345 096 »
Compte de profits et pertes (solde créditeur)	365 091,81
	16 291 980 »

Le Triphasé (Nord-Lumière).

Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917.

La Société a fourni pendant l'exercice plus du double de l'énergie débitée pendant l'année précédente pour une puissance de 40 pour 100 supérieure. La production maximum de 1913, dernière année d'alimentation des secteurs parisiens, a été dépassée de 60 pour 100. Les fournitures d'énergie ont été principalement des fournitures de force motrice à bas prix, mais la clientèle a accepté en presque totalité la clause de variations des prix du courant avec le cours des charbons, et, d'autre part, les municipalités desservies, sauf une, ont admis un relèvement des tarifs basse tension.

Les résultats d'exploitation proprement dits, toutes charges d'intérêts payées, ayant cessé d'être déficitaires, la Société n'a pas eu de nouvel emprunt à faire aux reports à nouveau des exercices précédents, et elle a pu attribuer une dotation aux amortissements industriels.

Le bénéfice ayant été de 617518 fr, il a été porté en amortissement 500000 fr. et à la dépréciation de divers postes 16372 fr.

Après dotation de la réserve légale, le solde, soit 836307 fr comprenant le report de l'exercice précédent, a été à nouveau reporté.

L'assemblée générale a autorisé le Conseil à émettre des bons 6 pour 100 nets d'impôts présents et futurs jusqu'à concurrence de 5 millions de francs.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Frais de premier établissement	1 »
Compte de premier établissement, usines, sous-stations, réseaux, compteurs	37 341 392,49
Approvisionnements et marchandises	1 218 158,44
Caisse, débiteurs, banques et divers	2 782 135,09
Cautionnements déposés par la Société	60 786,90
Valeurs en portefeuille	9 183 384,60
Prime de remboursement sur obligations	283 000 »
	50 868 858,52

Passif.

	fr
Capital actions	15 192 500 »
Capital obligations (remboursements déduits)	10 671 500 »
Amortissements	9 702 697,02
Réserve légale	309 338,26
Créanciers divers et provisions	12 910 901,64
Coupons à payer et obligations à rembourser	1 245 343,85
Profits et pertes :	
Report à nouveau 1915	735 162,24
Solde créditeur de 1916	101 145,51
	50 868 858,52

Compagnie des Chemins de fer du Beaujolais.

Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917.

Le renchérissement considérable des matières premières auquel est venue s'ajouter la moins-value des recettes n'ont fait qu'aggraver la situation au cours de l'exercice.

Les recettes se sont élevées seulement à 313991 fr; de ce fait une somme de 12832 fr a été inscrite au compte d'attente, en vertu de l'article 5 de la convention de concession, qui met l'insuffisance de la recette réelle par rapport aux dépenses calculées admises en compte à la charge du concessionnaire jusqu'au moment où elles peuvent lui être remboursées par prélèvement sur la part attribuable au département pour les exercices ultérieurs.

Digitized by Google

Ce compte d'attente se trouve ainsi porté à 55911 fr.

Le compte Profits et pertes, comprenant le montant total de ce compte d'attente, s'élève à 111354 fr sur lesquels il a été prélevé 57336 fr pour porter à 350000 fr les fonds d'amortissement divers après dotation de la réserve légale.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Premier établissement :	
a) Compte du département	2 834 063,05
b) Compte de la Compagnie	1 060 368,03
Compte supplémentaire de premier établissement	71 500 »
Magasins	67 618,37
Cautionnement auprès des autorités	61 690,05
Trésorerie département du Rhone	226 531,15
Prime de remboursement des obligations	439 185 »
Annuité départementale	64 273,34
Banquiers, comptes débiteurs divers	85 043,70
Département du Rhône (compte d'attente)	55 911,85
	4 916 464,54

Passif.

	fr
Capital actions	1 600 000 »
Obligations (amortissements déduits)	1 909 500 »
Fonds de réserve statutaire	27 168,21
Fonds de renouvellement	226 531,15
Fonds d'amortissement	292 663,99
Banquiers, comptes créditeurs et service des titres	749 247,18
Profits et pertes :	
Solde exercice précédent	72 555,86
Solde de l'exercice	38 798,15
	4 916 464,54

Société d'Eclairage, Chauffage et Force motrice.

Assemblée générale ordinaire du 11 juillet 1917.

L'augmentation des prix du charbon a, comme pour la plupart des Sociétés gazières, mis en grand péril l'exploitation de la Société d'Eclairage, Chauffage et Force motrice puisque la perte d'exploitation aura été, pour l'exercice, de 7307430 fr, et que le compte Profits et pertes se solde par une perte de 10883427 fr. Aussi le Conseil d'administration avait-il décidé d'arrêter l'exploitation devenue désastreuse au 1er novembre 1916 si les communes ne lui fournissaient pas les moyens nécessaires pour la continuer. Un premier avenant prévoyant un cours maximum des houilles de 45 fr avait, en 1915, relevé de 4 centimes le prix du gaz, mais cette augmentation devenait insuffisante, et, d'ailleurs, il était impossible à la Société de faire pendant une période indéterminée l'avancement des sommes considérables dont le règlement avec les communes ne se ferait que plus tard. Un accord financier avec la majorité des communes desservies groupées en syndicat permit à la Société d'obtenir que les communes lui procurent les ressources nécessaires au fonctionnement du service du gaz, un accord définitif devant ensuite déterminer les conditions dans lesquelles la Société continuerait son service et le mode d'amortissement des sommes versées par les communes.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Dégrèvement des prix du gaz	4 809 784,87
Propriétés foncières :	
Terrains de Gennevilliers	3 294 748,40
— de Boulogne	301 003,05
— d'Alfortville	218 624,23
— de Saint-Denis	121 000 »
— de Levallois	100 000 »
— d'Asnières	52 105 »
Usine d'Argenteuil	102 916,70
Maisons pour le personnel	1 108 998,19
Etablissements de la Société :	
Siège social	1 065 748,43
Sièges d'inspection	699 294,38
Usine de Gennevilliers	41 486 304,93
— secondaire d'Alfortville	1 475 951,61
— de Boulogne	1 391 774,06
Canalisations reliant l'usine de Gennevilliers aux usines secondaires	12 324 510,71
Lignes téléphoniques	42 490,74
Installations propriété de la Société	13 592 992,91
Inspections et secteurs	1 216 034,26
Installations à abandonner aux communes et aux tiers :	
Canalisations communales	12 109 399,33
Installations publiques	2 919 139,14
Branchements et colonnes montantes	13 091 745,30
Disponibilités :	
Caisses	667 231,08
Banquiers	1 872 097,84
Actionnaires	2 500 »
Provision coupons et obligations à rembourser	2 702 812,34
Cautionnements aux communes	599 350,02
Valeurs de portefeuille	39 328,50
Existences :	
Magasins	3 388 878,66
Produits fabriqués	1 070 724 »
Frais d'émission des obligations	1 655 589,55
Débiteurs divers	25 390 160,56
Perte exercice 1916	10 883 427,69
	159 796 656,48

Passif.

	fr
Capital 250000 actions de 250 fr chacune)	62 500 000 »
Obligations 4 pour 100	40 535 000 »
Redevances aux communes	3 337 385,43
Créditeurs divers	38 475 906,87
Réserve légale	788 178,95
Réserve pour amortissement général	13 825 000 »
Provision « Assemblée générale du 10 juillet 1915 »	335 165,23
	159 796 656,48

SECTION DE LÉGISLATION

Le régime légal des chutes d'eau en Italie

Deux pays également riches en houille blanche et pauvres en charbon, l'Italie et la Suisse, ont récemment modifié le statut légal de leurs usines hydrauliques. A quels besoins ont répondu ces réformes; quelle est la pensée qui a guidé leurs auteurs, quelles tendances se dégagent des dispositions nouvelles adoptées, tels sont les points qu'examine objectivement M. Tochon, docteur en droit, qui a particulièrement étudié les questions juridiques nées à l'occasion de l'utilisation industrielle des cours d'eau. Le premier article a trait au décret italien du 20 novembre 1916. L'auteur commentera prochainement la loi suisse du 9 décembre 1916 que nous avons publiée dans notre dernier numéro.

Dans les divers pays où l'énergie hydraulique, en raison de la rareté des combustibles minéraux, joue un rôle économique considérable, il est vraiment curieux de constater à quel point les progrès de la technique ont réagi sur les conceptions du législateur préoccupé d'établir le régime le plus favorable à l'utilisation rationnelle des cours d'eau.

Partout, depuis fort longtemps, l'usage de l'eau, soit en vue de l'alimentation des populations riveraines, soit en vue de l'irrigation ou de la navigation, a fait l'objet de réglementations plus ou moins strictes, suivant les contrées. Dès l'abord, les ouvrages utilisant la simple gravité, même lorsque la force produite actionnait des engins industriels, furent assimilés aux dérivations agricoles, par suite du trouble insignifiant qu'ils apportaient au régime du cours d'eau.

L'apparition de la turbine, les progrès du transport de l'énergie à distance, incitèrent les gouvernements qui le pouvaient sans grand dommage pour les riverains, à affirmer d'une manière plus énergique leurs droits sur une richesse dont ils pressentaient l'avenir. Le législateur définit avec plus de précision les obligations de l'exploitant, limite, s'il se peut, la durée de sa jouissance, lui impose des réserves plus importantes dans l'intérêt général.

Les choses en restèrent là, tant qu'il ne s'est agi que de la mise en œuvre de puissances considérées aujourd'hui comme médiocres et qui semblaient, alors, formidables. Mais les installations se multiplient; en même temps, la nécessité de produire l'énergie par grandes masses s'impose à nos techniciens, les travaux deviennent considérables, s'étendent sur des sections de cours d'eau toujours plus vastes. Puis, les usines se relient entre elles, se prêtent une aide mutuelle. Il apparaît, dès lors, au législateur, que la mise en valeur des fleuves et des torrents ne saurait être envisagée comme un programme dont l'exécution fragmentaire peut être abandonnée, sans contrôle, à l'initiative privée. L'État exige un droit de regard plus étendu. Il sent le besoin de répondre à la concentration de la production de l'énergie en quelques installations puissantes, par une puissante coordination de ses propres services, lui permettant d'envisager la question de l'aménagement de l'énergie hydraulique comme un problème véritablement national. C'est la phase actuelle vers laquelle nous tendons et que d'autres pays voisins ont déjà atteinte. L'exposé des lois récemment promulguées en Italie et en Suisse illustra l'évolution que nous avons esquissée.

Le Code civil italien classe dans le domaine public les fleuves et les torrents et reconnaît aux propriétaires de terrains côtoyés ou traversés par les autres cours d'eau, le droit d'en faire usage. L'Administration s'est constamment efforcée d'étendre la notion d'eaux publiques à tout écoulement d'eau naturel. La loi du 10 août 1884 avait même prescrit de dresser, dans chaque province, des listes d'eaux publiques comprenant, outre les lacs, les fleuves et les torrents du Code civil, leurs ramifications, leurs bras, leurs biefs, ainsi que leurs affluents. Aussi, les eaux privées, assimilables, au point de vue juridique, à nos cours d'eau non navigables, sont-elles négligeables au point de vue qui nous occupe.

Jusqu'à cette année, les dérivations d'eaux publiques étaient régies par la loi du 10 août 1884. Il avait été décidé, à cette époque, que continueraient à utiliser les eaux publiques, les détenteurs d'un titre légal ou ceux qui pouvaient se prévaloir d'une possession de trente ans. Pour l'avenir, tout usager devait solliciter une concession de l'État. La concession « acte unilatéral d'autorité de l'État, conditionné par une acceptation du particulier » était accordée, en règle générale, par un décret du préfet et un décret royal, s'il s'agissait de lacs ou de cours d'eau navigables. Une loi n'était nécessaire que pour les concessions d'eau à perpétuité.

La demande était adressée au préfet qui statuait sur l'admission à l'instruction, lorsque l'affaire était de son ressort, ou, au cas contraire, la transmettait au ministre de l'Agriculture. Celui-ci adressait le dossier, avec son avis, au ministre des Travaux publics, qui

Digitized by Google

l'expédiait au ministre des Finances, compétent pour prononcer le rejet ou l'admission de la demande à l'instruction. En cas de demandes concurrentes, la première en date était seule retenue et instruite. Il n'était dérogé à cette règle que si des motifs supérieurs d'intérêt public militaient en faveur de quelqu'une des demandes présentées postérieurement et alors, l'instruction des différents projets était menée simultanément.

Il était ensuite procédé à l'enquête et à l'élaboration du cahier des charges. Puis, le préfet statuait, où, suivant le cas, transmettait le dossier à Rome où il suivait la même filière qu'avant l'admission à l'instruction : avis du ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce, avis du ministre des Travaux publics qui devait consulter le Conseil supérieur des Travaux publics et une Commission technique spéciale, enfin, décision du ministre des Finances, le Conseil d'État entendu.

La concession était toujours faite dans les limites de la disponibilité de l'eau et sans préjudice des concessions antérieures. Elle était soumise au paiement d'une redevance annuelle de 3 fr : ch nominal destiné à la force motrice, redevance fiscale et sans caractère contractuel. La durée de la concession était fixée à trente ans, avec droit au renouvellement pour une période égale ou moindre. Le renouvellement ne pouvait être refusé que si le concessionnaire avait commis une faute, ou dans le cas où la fin pour laquelle la concession avait été accordée avait disparu.

Le concessionnaire, au cas d'inobservation des clauses du cahier des charges, pouvait encourir la déchéance, le séquestre, ou même le retour des lieux à l'état primitif. Il pouvait être contraint à exécuter tels ouvrages que les circonstances auraient rendus nécessaires et avait, de son côté, la faculté de modifier l'emploi et le mécanisme de son usine, à charge d'aviser l'administration. Sauf en cas d'urgence, toute modification aux ouvrages devait être instruite et autorisée comme une concession nouvelle.

Si, par suite des circonstances exceptionnelles énumérées plus haut, la concession n'était pas renouvelée à l'expiration des trente ans, ou si la déchéance était prononcée, le concessionnaire pouvait être tenu de démolir ses ouvrages. L'Etat, en tout cas, ne rentrait gratuitement en possession que des installations édifiées dans le lit de la rivière, sur les endiguements et les rives. Enfin, la concession pouvait être révoquée si l'intérêt public l'exigeait. En cas de force majeure et de besoins publics existant avant la concession, aucune indemnité n'était due. Ajoutons que les concessions étaient librement cessibles.

Telle était, dans ses dispositions essentielles, la loi qui a réglé, jusqu'à cette année, les dérivations d'eaux publiques en Italie. Elle s'appliquait, avons-nous dit, à toutes les dérivations mais, en ce qui touche l'utilisation industrielle de l'énergie, son insuffisance ne devait pas manquer d'éclater. N'oublions pas, en effet, qu'il s'agit d'eaux domaniales : or, la concession était quasi perpétuelle, l'usinier installé l'était à demeure, sauf faute lourde de sa part. Il pouvait céder librement son droit. D'autre part, la procédure d'instruction des demandes était faite sans vue d'ensemble, compliquée par l'intervention de plusieurs administrations différentes. Bref, c'était un régime qui pouvait convenir à de modestes installations, mais ne pouvait suffire pour les dérivations gigantesques de nos jours où le concessionnaire doit avoir la liberté de se mouvoir au milieu de l'enchevêtrement des intérêts privés, tout en coordonnant son effort, pour le mettre en harmonie avec celui de ses voisins. Sans doute, des décrets postérieurs avaient prescrit un ensemble de dispositions spéciales relatives à une Commission centrale permanente, chargée de l'examen préventif des demandes de dérivation d'eaux publiques. Une Commission consultative pour les réserves hydrauliques dans l'intérêt des chemins de fer avait été créée en 1913. Une magistrature spéciale des eaux avait été constituée en 1907, dans les provinces de Vénétie et de Mantoue, pour donner son avis sur toutes les demandes de concession. Ce n'était là que les symptômes d'une évolution qui devait aboutir au décret de la lieutenance générale en date du 20 novembre 1916.

***

Nous avons vu que l'une des tendances du législateur moderne aux prises avec le problème de la mise en œuvre de l'énergie hydraulique, était de réaliser, en haut de la hiérarchie administrative, l'unité de direction, condition indispensable de l'unité de conception dans l'aménagement des cours d'eau. On peut dire que nos voisins d'au delà des Alpes sont allés, du premier coup, à la centralisation complète de tous les services : un seul ministère, celui des Travaux publics, s'occupera désormais de l'utilisation des cours d'eau à tous les points de vue, navigation, dérivations industrielles ou agricoles, alimentation en eau potable. Tous les travaux existant auprès des autres administrations sont rattachés à ce ministère, qui prendra le cours d'eau à sa source et le contrôlera jusqu'à son embouchure. Tous les Comités, toutes les Commissions consultatives qui fonctionnaient jusqu'à ce jour sont supprimés. En leur lieu et place est institué, auprès du ministère des Travaux publics, le Conseil supérieur des Eaux, composé de vingt membres, en majorité fonctionnaires, véritable organe administratif dont le rôle de première importance apparaîtra au fur et à mesure de l'examen des articles. Ce qui est particulièrement significatif, c'est que, pour les matières de sa compétence, les délibérations du Conseil sont substituées à tous autres avis des corps constitués ou d'administrations. Le dossier ne risquera plus de s'égarer au cours du long circuit que lui imposait la loi de 1884 : plus de transmission de ministère à ministère, les représentants des diverses administrations au Conseil des Eaux feront valoir, en séance, les avis de leurs services respectifs. En outre, le Conseil fixera les règles destinées à coordonner les observations hydrographiques et météorologiques intéressant les cours d'eau ; les conditions dans lesquelles les réseaux de distribution d'énergie se prêteront

Digitized by Google

mutuelle assistance ; enfin, il donnera son avis sur les plans d'aménagement des cours d'eau, par bassins.

A côté du Conseil supérieur des Eaux, et toujours dans un but de centralisation, le décret du 20 novembre 1916, institue un tribunal des eaux publiques qui statuera sur les contestations relatives à la domanialité des eaux, sur tous les litiges entre particuliers au sujet des dérivations et des utilisations d'eaux publiques, sur les recours actuellement dévolus au Conseil d'État. Des décisions de ce tribunal, on peut en appeler à la Cour de Cassation.

Voyons maintenant d'un peu plus près quel sera le rôle de ces différents rouages. Le cadre de la loi de 1884 est maintenu, mais les droits de l'État sont précisés, étendus. Tout d'abord, le décret prescrit de dresser une liste exacte et complète de toutes les eaux publiques par province. Ce travail, commencé depuis 1884, sera poursuivi et mené à bonne fin dans un très court délai. Il sera procédé également à un inventaire de toutes les installations existantes. Les usagers qui excipent d'un titre légal ou de la possession trentenaire antérieure à la loi de 1884 devront solliciter, avec justification à l'appui, la reconnaissance de leurs droits, sous peine de déchéance. Le ministre des Travaux publics statuera dans chaque cas, après avis conforme du Conseil des Eaux, sauf recours de l'intéressé au Tribunal des Eaux. Le cadastre des usages sera dressé et tenu à jour dans chaque province.

Toute demande de concession de dérivation est adressée au ministre des Travaux publics qui la transmet à l'ingénieur du Génie civil. Ce dernier la retourne aussitôt, avec avis sommaire et le ministre prononce le rejet ou l'admission de la demande à l'instruction, le Conseil supérieur des Eaux entendu. En cas de demandes concurrentes, la première en date n'aura plus toujours la préférence. Le ministre des Travaux publics, sur avis conforme du Conseil des Eaux, choisira, au contraire celle qui offre la meilleure et la plus vaste utilisation hydraulique ou qui satisfait le mieux l'intérêt public ; ou, à égalité de pareilles conditions, celle qui présente les plus certaines garanties techniques, financières et industrielles d'immédiate exécution et utilisation. Le Conseil supérieur des Eaux peut même subordonner l'octroi de la concession à l'obligation de fournir, suivant un tarif déterminé, l'eau ou l'énergie aux demandeurs évincés.

Les concessions sont accordées, après avis préalable et conforme du Conseil supérieur des Eaux, par décret royal ou décret simple, suivant qu'il s'agit d'une grande ou d'une petite dérivation, sur la proposition du ministre des Travaux publics, d'accord avec le ministre des Finances. Un recours est ouvert aux intéressés devant le Tribunal des Eaux publiques. Mais le concessionnaire ne pourra jamais prétendre à une indemnité de l'Etat du fait de la concession. Il est seul responsable de quelque dommage que ce soit qui pourrait être causé aux tiers. Les concessions et les usages ne pourront plus être cédés sans l'agrément du ministre des Travaux publics. Sont interdites les cessions de concessions nouvelles tant que les travaux n'auront pas été terminés et récoltés et que le concessionnaire n'aura pas fait usage effectif de l'eau.

Les conditions auxquelles sont accordées les concessions sont modifiées, toujours dans le sens d'une extension de prérogatives de l'Etat. Nous avons vu que les concessions accordées sous l'empire de la loi de 1884, l'étaient pour une durée de 30 ans, renouvelable indéfiniment. Ce système, le décret le consacre dans ses lignes essentielles en ce qui a trait aux dérivations d'eaux potables ou agricoles. Dans ce cas, à l'échéance, quand le but pour lequel elle a été accordée persiste et qu'aucune raison d'intérêt public ne s'y oppose, la concession est renouvelée. Bien plus, aux périodes trentenaires à l'expiration de chacune desquelles il eût été nécessaire de renouveler la concession, la loi nouvelle substitue des périodes maxima de 70 ans. Les dérivations pour force motrice voient également leur durée maximum passer de 30 à 50 ans. Mais, à l'arrivée du terme, au lieu du renouvellement automatique prévu par la loi de 1884, le décret prévoit le retour gratuit à l'Etat de tous les ouvrages de captation, de dérivation et de régularisation. L'Etat aura, de plus, la faculté d'entrer immédiatement en possession de tous autres bâtiments, machines destinées à l'utilisation, à la transformation et à la distribution de l'énergie, moyennant le paiement, au concessionnaire, d'une indemnité égale à leur valeur vénale.

Pour les grandes dérivations, le décret de concession vaut déclaration d'utilité publique. Ni le taux, ni le caractère de la redevance ne change : ce sera toujours 3 fr par an et par cheval dynamique nominal destiné à la force motrice, cette puissance nominale étant calculée d'après la différence de niveau entre les deux surfaces mortes des canaux en aval et en amont des mécanismes moteurs ; et surtout cette redevance n'aura qu'un caractère purement fiscal. L'Etat italien, ne se considérant pas comme propriétaire de l'énergie des eaux publiques, et n'agissant que comme gardien du domaine public, n'a pas cru pouvoir stipuler de redevances proportionnelles ayant un caractère de loyers. Enfin, le cahier des charges fixera les conditions dans lesquelles l'Etat pourra racheter les grandes dérivations.

L'accroissement des pouvoirs de l'Etat, d'une part, la nécessité de favoriser l'aménagement des chutes puissantes, d'autre part, ont pour contre-partie obligée une diminution des droits acquis par les usagers existants. L'intérêt du pays exige l'utilisation rationnelle et complète des cours d'eau. La réalisation de ce but ne doit pas être entravée par l'opposition des « beati possidentes ». L'application pure et simple du droit commun, le recours possible à tous les degrés de juridiction conduirait à des résultats déplorables. Il y a là une situation exceptionnelle qui appelle des mesures exceptionnelles.

Ainsi, voici deux demandes en compétition pour la même section de cours d'eau. Le Conseil supérieur des Eaux n'aura pas seulement à indiquer sa préférence, comme il est dit plus haut. Il devra, au contraire, s'efforcer de concilier les projets en présence, contraindre, au besoin, le plus fort usager à fournir l'énergie, au prix

Digitized by Google

de revient, aux autres concurrents ou encore suggérer un accord, un consortium entre usagers, en outre de l'exécution, en commun, des travaux nécessaires à la meilleure utilisation de l'énergie. D'autre part, le ministre des Travaux publics a toujours la faculté, avec l'avis conforme du Conseil des Eaux, de substituer à toute époque, à tout ou partie de l'eau ou de l'énergie concédée, une quantité correspondante d'eau ou d'énergie hydraulique ou électrique, sans qu'il en résulte un surcroît de charges, pour le concessionnaire. En tout cas, le concessionnaire pourra obtenir, avec l'approbation du Conseil des Eaux, la suppression ou la modification des petites dérivations qui le gênent, à charge de restituer une quantité correspondante d'eau ou d'énergie aux usagers qui verseront aux mains du nouveau concessionnaire, le montant des redevances dues à l'Etat.

Une préoccupation constante du législateur moderne, en matière d'utilisation des cours d'eau, est d'assurer des réserves au profit des services publics. Le décret que nous analysons n'y a pas manqué. Le ministre des Travaux publics, sur avis conforme du Conseil des Eaux, peut réserver, pour un temps convenable, l'utilisation de tout ou partie d'une portion d'un cours d'eau déterminé. Et, dans le cas où les circonstances exigeraient la mise en œuvre immédiate de la réserve ainsi constituée, le Conseil des Eaux pourra décider qu'une quantité déterminée d'énergie sera, le cas échéant, livrée au service public au prix de revient et prévoir même le rachat de l'installation entière. Les communes riveraines situées dans la partie comprise entre le point jusqu'où reflue l'eau, à l'amont de la prise et le point de restitution, pourront, à leur tour, prélever, au profit de leurs services publics, à des conditions à déterminer, le dixième au plus de la puissance permanente. En outre, si l'énergie produite est transportée à plus de 15 km du territoire de ces communes, le ministre des Travaux publics, sur l'avis du Conseil des Eaux, prescrira, en faveur de ces localités, une redevance de 2 fr: ch.

Restait à régler le sort des installations existant au moment de la promulgation du décret et qui fonctionnaient en vertu, soit de concessions de trente ans renouvelables, soit d'un titre légal ou d'une possession trentenaire antérieure à 1884. Les concessions en vigueur verront leur durée prorogée d'une période qui, ajoutée à celle courue jusqu'à la publication du décret, atteindra la durée maximum fixée à l'article 2 pour les diverses espèces de concession. Toutes les dispositions du décret seront applicables aux concessions prorogées. Il n'est rien dit des usages fondés sur un titre légal. Par contre, ceux qui reposent sur une possession trentenaire antérieure à la loi de 1884 bénéficieront de la durée maximum fixée à l'article 2 pour les diverses espèces de concession, à compter de la publication du décret. A l'expiration dudit délai, elles seront considérées comme arrivant en fin de concession. Enfin, les installations existantes, qui transportent la force hors d'un certain périmètre, pourront être soumises, le Conseil des Eaux entendu, à une redevance de 1 fr: ch au profit des communes du lieu de la dérivation.

***

De cet examen se dégage, avec force, l'idée que nous avons mise en lumière en débutant, d'une extension progressive des pouvoirs de l'État en matière d'aménagement des cours d'eau, extension que l'on peut critiquer d'un point de vue doctrinal, mais que l'évolution des procédés techniques des dérivations industrielles devait fatalement déterminer. En dehors de toutes considérations philosophiques sur le rôle de l'État dans sa production et ses prétentions, bien ou mal fondées, sur l'énergie développée par les cours d'eau, le besoin d'une forte direction en vue d'organiser l'exploitation méthodique de la houille blanche apparaît aux législateurs comme une nécessité, au fur et à mesure que s'affirme l'impérieux besoin de procéder à des travaux d'aménagement toujours plus vastes et plus compliqués : « Il est indispensable, a déclaré le ministre italien des Travaux publics à la séance inaugurale du Conseil supérieur des Eaux, le 5 février 1917, que les efforts individuels cadrent avec un vaste plan d'aménagement de nos bassins hydrauliques, de manière que chaque initiative soit conçue comme l'engrenage d'une vaste machine. Ainsi seulement, l'impulsion parfois tumultueuse et désordonnée des initiatives individuelles, qui visent avant tout à la satisfaction de besoins momentanés et transitoires, pourra être dirigée selon un vaste plan préconçu qui tiendra compte des exigences de l'industrie et de l'agriculture, du régime du cours d'eau à l'amont et à l'aval et qui imposera, si c'est nécessaire, le bassin régulateur d'où sortira le torrent aujourd'hui dangereux ».

Il est évident que la qualité d'eaux publiques reconnue à tous les cours d'eau de quelque importance a singulièrement facilité la tâche du législateur italien et au cours d'un examen critique et comparé des dispositions que nous venons d'analyser, il y aurait lieu de tenir compte de cette situation particulière. Mais notre but n'est pas d'apprécier. Nous nous bornons à constater une tendance néfaste ou féconde, qui apparaîtra, du reste, avec autant de force, sinon de netteté, dans la nouvelle loi suisse.

G. Tochon.

Digitized by Google

Législation, jurisprudence, réglementation

Tribunaux.

Tribunal de Bonneville. — Jugement en date du 11 juillet 1917, relativement à une fourniture électrique : prétendue force majeure ; condamnation à paiement.

Sommaire. — Quand une Compagnie de tramways a contracté avec une Société de distribution d'énergie électrique un abonnement pour une fourniture moyennant un paiement mensuel minimum, la guerre actuelle, si gênante qu'elle soit pour le recrutement de la main-d'œuvre nécessaire à la réparation de la voie du tramways et même l'achèvement des travaux de construction ne peut être considérée que comme un ennui très considérable, mais ne peut être assimilée à un cas de force majeure qui supprimerait radicalement la distribution, et, par conséquent, l'obligation de payer le tarif minimum librement adopté par les parties contractantes, continue à peser sur la Société de tramways.

Vainement, pour éluder son obligation, la Société preneur ferait-elle le calcul de la somme représentant l'intérêt des travaux que la Société distributeur a été obligée de faire pour amener le courant à l'endroit d'utilisation : un débiteur ne peut point ainsi faire le décompte d'un travail pour s'exonérer des charges d'un contrat qui est un tout, et ne supporte pas de distinction entre divers éléments calculés au choix et d'après le libre arbitre de ce débiteur : il y a donc lieu pour le tribunal de rejeter les offres faites comme non satisfactoires et de condamner le débiteur à l'intégralité de la somme due et aux frais du procès.

Tel est le résumé du texte que l'on va lire ci-dessous.

Jugement. — Attendu que la Société défenderesse étant concessionnaire du tramway passa avec la Société électrique, le 21 février 1910, une convention s. s. p. enregistrée le 21 mai suivant :

Attendu que par cette convention la Société électrique s'engageait à fournir à la Société du tramway le courant devant être livré au compteur à raison de 0,14 fr. le kilowatt-heure ; qu'elle devait, à partir de 1911, assurer la fourniture de l'énergie électrique jusqu'à concurrence de 300 ch environ et installer pour le 1er mai 1911 un groupe de réserve de 200 à 300 ch en plus de ceux qu'elle possédait déjà ;

Attendu que le montant du prix de l'énergie électrique, fournie chaque mois, devait être payé par la Société défenderesse le 15 du mois suivant ;

Attendu qu'en considération des travaux importants à faire par la Société électrique, la Société défenderesse lui a garanti, à partir du 1er juin 1912, un minimum de recettes annuelles de 8 000 fr ;

Attendu que le paiement du solde de ce minimum de 8 000 fr devait être effectué par elle le 1er novembre de chaque année ;

Attendu que le compte établi par la Société électrique suivant note dont la communication a été faite et laquelle sera timbrée et enregistrée en même temps que le présent jugement, fait ressortir que la Société électrique est, en vertu des stipulations de la convention susvisée, créancière de la Société défenderesse pour solde au 30 novembre 1916, de la somme de 21128,10 fr ;

Attendu que jusqu'à 1914 la Société défenderesse a payé sans protestations ni réserve les factures de fournitures ; qu'elle est en conséquence mal fondée à prétendre qu'il y aurait eu des différences entre les compteurs de l'usine et ceux de la gare d'autant plus que, depuis lors, la Société électrique n'établit pas son compte sur la consommation indiquée par les compteurs, mais sur le chiffre minimum de la garantie fixée par la convention ;

Attendu que la Société défenderesse ne justifie d'aucune imputation à faire sur ce compte, autre que celles qui y figurent;

Attendu que le compte dont s'agit doit en conséquence être retenu comme exact ;

Attendu que l'engagement de la Société de payer chaque année un minimum de garantie de 8 000 fr. avait été convenu entre les parties, en raison non seulement des dépenses à faire par la Société, mais en raison des frais d'amortissement, la convention n'ayant qu'une durée de quinze années à partir du 1er juin 1912 ;

Attendu que la Société électrique justifie suffisamment dès maintenant et sans qu'il y ait lieu de la faire rechercher par expertise, qu'elle a fait des travaux importants pour satisfaire à ses obligations et que ces travaux ont coûté plus de 1300 000 fr ;

Attendu qu'à l'appui de son refus de payer la somme qu'elle doit telle qu'elle lui est réclamée et à l'appui de son offre de ne payer pour solde de la fourniture en 1915 que la somme de 1133,30 fr et pour les années 1915 et 1916, l'intérêt seulement du capital dépensé par la Société électrique, la Société défenderesse excipe de l'état de guerre ;

Attendu que la guerre n'exerce d'influence sur un contrat, qu'autant que relativement à l'exécution de ce contrat, elle constitue un cas de force majeure ;

Attendu que le cas invoqué comme constituant la force majeure, soit l'état de guerre, suppose nécessairement l'existence de la condition que cet état de guerre rend non pas seulement plus difficile ou plus onéreuse, mais impossible l'exécution de l'obligation ;

Attendu que les faits et circonstances qui rendraient impossible l'exécution de l'obligation, rentrent dans l'appréciation des juges du fait.

Attendu que, sans exciper de l'impossibilité de payer ni demander délais pour ce faire, la Société défenderesse pour faire rejeter la demande de paiement formée contre elle et faire déclarer satisfactoire son offre, allègue la pénurie et la cherté de la main-d'œuvre, la cherté et la pénurie des métaux pour l'achèvement de ses travaux de construction ;

Attendu que, sans qu'il soit besoin de recourir à cet égard à une expertise, il est démontré au tribunal que, nonobstant la cherté et la pénurie de la main-d'œuvre et des matériaux, la Société défenderesse n'a pas été et n'est à aucun égard dans l'impossibilité de se procurer soit la main-d'œuvre, soit les matériaux ;

Attendu que l'engagement de payer qu'elle a pris vis-à-vis de la Société électrique a continué à l'obliger et que la demande de paiement formée contre elle est en conséquence démontrée au tribunal être bien fondée.

Par ces motifs :

En rejetant comme mal fondées les conclusions de la Société défenderesse, comme non satisfactoire l'offre faite

Digitized by Google

par ladite Société, condamne ladite Société soit M. Z..., ès qualité à payer à la Société électrique de X... pour solde de compte arrêté au 30 novembre 1916.

1° La somme de 21 128,10 fr ; 2° les intérêts de ladite somme au 5 pour 100 dès la demande en justice ; le condamne aux dépens et coûts du jugement.

Observation. — La jurisprudence est conforme aux principes contenus dans cette décision.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour de Lyon.

La reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion [1].

Nous avons donné, dans notre numéro du 21 juillet 1917, t. II, p. 119, le rapport fait par M. Louis Dubois, député, sur le projet de loi portant ouverture de crédits additionnels aux crédits provisoires de l'exercice 1917 pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des départements envahis et dans le numéro du 11 août 1917, t. II, p. 240, le rapport de M. A. Lebrun, député, concernant le même sujet. Nous publions aujourd'hui un résumé du rapport fait au nom de la Commission des finances chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre, par M. Victor Lourties, sénateur.

Le rapporteur rappelle d'abord tous les efforts faits par les industriels des départements envahis, par la « Société d'Encouragement à l'Industrie nationale », au nom des grandes associations et des principaux syndicats industriels de France, par les représentants parlementaires des pays occupés et enfin par le gouvernement lui-même, afin d'élaborer une loi organisant la reconstitution industrielle rapide des régions victimes de l'invasion allemande. Ces divers efforts avaient abouti au dépôt, par le gouvernement, d'un projet de loi, le projet actuel, qui a été adopté par la Chambre des députés.

Ce projet comporte un crédit d'engagement et un fonds de roulement et ouvre, pour le deuxième trimestre de 1917, un crédit de payement de 60 000 fr pour faire face aux dépenses de personnel et de matériel jugées nécessaires pour l'installation et le fonctionnement du service chargé de l'exécution de la loi. Le projet n'ayant pu venir à l'ordre du jour avant la séparation des Chambres en avril et la libération d'une partie de notre territoire ayant rendu encore plus urgentes les mesures de réalisation, le gouvernement s'était décidé, en attendant le vote du projet, à demander des crédits additionnels réduits pour faire face aux premières dépenses indispensables. Il prévoyait, à partir du 1er mai, une dépense de 3 300 fr par mois pour le personnel nécessaire au début, composé de dix employés civils, masculins ou féminins, rémunérés à raison de 200 à 400 fr par mois. Soit 6 400 fr pour les mois de mai et juin, plus, pour les deux mêmes mois, une somme de 13 000 fr pour les dépenses matérielles. La Chambre ayant adopté le projet de loi actuel dans sa séance du 14 juin 1917, il n'y avait plus à retenir ces dépenses.

[1] Rapport fait au nom de la Commission des finances chargée d'examiner le projet de loi adopté par la Chambre des députés, portant ouverture au ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, de crédits additionnels aux crédits provisoires de l'exercice 1917, pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion par M. Victor Lourties, sénateur. *Journal officiel*, 14 et 16 août 1917, documents parlementaires du Sénat, annexe 219, p. 462.

Au point de vue budgétaire, le projet de loi maintient la demande d'un crédit d'engagement de 258 000 000 fr (art. 1er) et celle d'un crédit de 100 000 fr pour fonds de roulement (art. 12, chap. 48). Le même article ouvre un crédit de 30 000 fr pour le personnel de l'Office (chap 40) et un crédit de 30 000 fr pour le matériel (chap. 47). Ces crédits sont nécessaires pour le fonctionnement de l'organe d'exécution institué au ministère du Commerce qui a pour mission de recueillir les renseignements, d'apprécier les besoins, de rechercher les moyens d'y faire face, de réaliser directement ou par intermédiaire les opérations d'achat, d'étudier les mesures à prendre en vue de la conservation, de la cession et de la mise à la disposition des intéressés des approvisionnements constitués. Cet organe d'exécution prévu (art. 2) sous le nom d' « Office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion », se compose d'un conseil dont les membres sont nommés par décret et comprennent, comme nous l'avons déjà dit, des représentants des Chambres de commerce appartenant par moitié aux départements envahis et par moitié aux autres départements et des représentants des départements ministériels intéressés. Le rapporteur fait connaître les dispositions intérieures de cet Office que nos lecteurs retrouveront dans le projet de loi que nous publierons dans un prochain numéro.

Les promoteurs du projet ont voulu ainsi permettre la centralisation entre les mains d'un service unique de tous les achats de même nature, et éviter les fâcheux effets de la concurrence, tout en n'empêchant pas les départements ministériels intéressés de déterminer les besoins et d'établir les programmes d'achats, mais les opérations proprement dites pourront être confiées au département du Commerce.

L'article premier du projet confie au ministère du Commerce la remise en marche des exploitations et établissements industriels, tandis que le ministère de l'Intérieur dispose d'un crédit de 300 000 000 fr pour reconstruction d'immeubles. Cependant il semble qu'il vaudrait mieux que ce soit le ministère du Commerce, qui a une compétence particulière, qui soit chargé des constructions et réparations d'immeubles, et du sauvetage du matériel existant.

La reprise de la vie économique et sociale dans les régions envahies dépendra de l'état dans lequel se trouveront les usines lors de leur libération. Trois cas principaux pourront se présenter :

1° L'usine sera fortement atteinte ; il faudra procéder au déblaiement avec beaucoup de précautions et construire un abri couvert pour placer les machines retrouvées en attendant leur réparation ;

2° L'usine sera peu atteinte ; il suffira de faire quelques réparations de toiture et de vitrages pour soustraire le matériel aux intempéries ; d'autres fois, quelques travaux de consolidation seront suffisants pour conserver certaines parties de l'immeuble.

3° L'usine aura subi de très graves dégâts, qui nécessiteront la reconstitution complète.

Dans tous les cas, il faudra prévoir les approvisionnements importants en matériaux, machines et outils de toutes sortes pour pouvoir remettre les usines le plus vite possible en état de fonctionner. Et seul le ministre du Commerce et de l'Industrie aura la compétence nécessaire pour procéder aux achats et diriger les travaux. Il est également rationnel que ce soit le même ministre du Commerce et de l'Industrie qui, après avoir fait exécuter les travaux avec l'assentiment du propriétaire de l'usine, les contrôle, vérifie les mémoires des entrepreneurs, vérifie les dépenses, et se fasse rembourser par le propriétaire, soit au comptant, soit sous forme d'une délégation d'une fraction correspondante

Digitized by Google

de l'indemnité susceptible de lui être allouée à titre de dommage de guerre. De même, lorsqu'il s'agira de remettre en état nos exploitations minières, le ministre du Commerce et de l'Industrie devra faire appel à la compétence technique de nos ingénieurs des mines, et il conviendra de comprendre, soit dans l'office du ministère du Commerce et de l'Industrie, soit dans l'organisme central, un certain nombre de représentants qualifiés de l'industrie minière. Il est donc nécessaire qu'un organisme central assure, d'une part, une coordination nécessaire et une liaison étroite entre les ministères intéressés, et, d'autre part, répartisse entre eux les crédits mis à sa disposition, et, en particulier, exerce un contrôle rigoureux sur toutes les opérations financières. La création de cette direction unique s'impose donc.

Voici brièvement résumé l'examen du projet de loi que nous ne publierons in extenso que lorsque la loi aura été promulguée.

L'article premier met à la disposition du ministre du Commerce un crédit d'engagement de 250 000 000 fr pour les opérations et achats intéressant la reconstitution industrielle. Il lui donne la faculté d'en effectuer pour le compte d'autres ministères, après entente.

L'article 2 crée au ministère du Commerce et de l'Industrie, un Office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion, chargé d'effectuer, sous l'autorité, et, par conséquent, sous la responsabilité du ministre, les opérations prévues par la loi.

L'article 3 dispose que les règles générales relatives au mode de réalisation des achats et aux conditions dans lesquelles seront faites les cessions, la distribution et la délivrance des approvisionnements, seront arrêtées de concert entre le ministre du Commerce et de l'Industrie et le ministre des Finances.

L'article 4 donne au ministre du Commerce et de l'Industrie la faculté de passer, avec l'approbation du ministre des Finances, des conventions permettant à des tiers agissant pour le compte de l'État, d'effectuer les opérations prévues par la loi.

Les articles de 5 à 10 fixent les conditions éventuelles qui devront être insérées dans les futures conventions.

Ces conditions essentielles peuvent se résumer ainsi :

L'établissement, par l'Office, des programmes d'achat précisant la nature et la quantité des marchandises à acheter, les régions ou pays d'origine où seront passées les commandes, l'évaluation approximative de la dépense, la détermination des contrats qui devront, en raison de leur nature ou de leur importance, être soumis à une autorisation ministérielle spéciale ; la faculté, pour le ministre, nonobstant son approbation des programmes, de demander communication de tout projet de contrat et de subordonner sa conclusion à une autorisation particulière, l'approbation préalable de toutes les dispositions spéciales édictées par les mandataires, le contrôle permanent de l'exécution des programmes d'achat et des opérations de cession et de distribution, le contrôle financier de l'inspection des finances. Enfin la rémunération des mandataires, quels qu'ils soient, consistera en une commission sur le montant des opérations qui leur seront confiées, et ne devra, en aucun cas, dépasser les sommes nécessaires pour faire face aux frais généraux et permettre de rémunérer, à concurrence de 5 pour 100 au maximum, le capital réellement versé et jugé nécessaire pour rendre effective la responsabilité du mandataire et le mettre en mesure d'exécuter son mandat, le boni susceptible d'être réalisé devant être ristourné au Trésor à l'issue des opérations.

L'article 11 dispense du timbre et de l'enregistrement les conventions passées par l'État avec des tiers, ainsi que les marchés, achats ou cessions ayant pour objet les opérations prévues par la présente loi.

L'article 12 ouvre au ministre du Commerce et de l'Industrie, sur l'exercice 1917, en addition aux crédits provisoires ouverts par la loi du 30 décembre 1916 et des lois spéciales, des crédits s'élevant à la somme de 100 000 000 fr, applicables aux chapitres nouveaux ci-après :

Chap. 46. — (Office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion) Personnel : 30 000 fr.

Chap. 47. — Matériel 30 000 fr.

Chap. 48. — Fonds de roulement : 100 000 000 fr.

Enfin l'article 13 crée un compte spécial intitulé : « Reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion » au crédit duquel sont portés, en même temps que les crédits budgétaires ouverts à titre de fonds de roulement, le produit des cessions consenties au comptant et le montant des ordonnances émises conformément à l'article 3.

Les bénéfices de guerre (1).

L'application de la loi du 1er juillet 1916 a soulevé des controverses et des critiques nombreuses dont les plus graves sont relatives à la détermination du bénéfice normal. La loi donne au patenté le choix entre différents systèmes pour l'évaluation de ce bénéfice. Il est déterminé par la moyenne des produits nets réalisés au cours des trois exercices antérieurs au 1er août 1914; ou il est évalué forfaitairement à une somme égale à trente fois le principal de la patente ou à 6 pour 100 des capitaux engagés ou enfin à 5 000 fr.

Examinons rapidement les conséquences d'une telle évaluation. Le texte primitif de la loi était si peu clair que la Chambre fut obligée de voter une loi interprétative. En effet, en s'appuyant sur le premier texte, l'administration des Contributions directes avait pris pour base du calcul la patente de la période imposable : la conséquence était que le contribuable qui était astreint à la patente de fournisseur, 0,25 pour 100 sur le montant des marchés, trouvait un avantage considérable à adopter ce mode d'évaluation.

La nouvelle loi avait porté remède à cette erreur en décidant que la patente à envisager était constituée par la moyenne des principaux des patentes des trois années précédant la guerre. Mais cette nouvelle interprétation n'était pas plus heureuse que la première, car la patente n'a aucun rapport, soit avec le bénéfice, soit avec le chiffre d'affaires, et le nouveau système contredit, comme l'ancien, le principe même de la loi qui avait pour but de frapper de l'impôt le bénéfice supplémentaire, c'est-à-dire le bénéfice dépassant le bénéfice normal. Certains répondent que l'assujetti n'a qu'à faire connaître son bénéfice normal réel au lieu de s'en tenir au forfait, mais comment faire s'il n'a pas fait de bénéfices pendant les trois années qui ont précédé la guerre ?

Le patenté peut encore choisir le système de 6 pour 100 des capitaux engagés, ce qui peut, à première vue, paraître plus rationnel, puisque le bénéfice normal forfaitaire est proportionné à l'importance de l'entreprise. Cependant, en

(1) Proposition de loi tendant à donner aux contribuables le droit de calculer le bénéfice normal de la loi du 1er juillet 1916 sur les bénéfices de guerre, en prenant la moyenne des bénéfices soit des trois exercices antérieurs à la guerre, soit des trois exercices précédant cette période, présentée par M. Jules Delahaye (Maine-et-Loire), député (*Journal officiel*, 30 août 1917, Documents parlementaires de la Chambre, annexe 3587, P. 1049.

Digitized by Google

pratique, ce système donne des résultats peu satisfaisants, l'administration n'entendant considérer comme capitaux engagés dans l'entreprise que les capitaux appartenant en propre à l'assujetti, et n'admettant pas, ce qui est pourtant l'usage courant, que les intéressés passent par frais généraux l'intérêt de leurs capitaux et leurs appointements personnels. Ceci est doublement illogique, car si l'industriel avait placé ses capitaux en rentes sur l'État, par exemple, il toucherait des intérêts sans d'ailleurs courir aucun risque, il y a donc lieu de ne considérer comme bénéfice que ce qui dépasse l'intérêt normal des capitaux engagés.

D'un autre côté, si l'industriel, au lieu de gérer ses propres intérêts, était employé chez un autre, il toucherait un traitement correspondant à l'emploi qu'il occuperait, il paraît donc inadmissible que, dirigeant sa propre entreprise, il ne puisse s'attribuer un traitement correspondant à celui qu'il toucherait s'il était employé par un autre comme directeur. Le fisc ne veut pas admettre cette manière de voir et soutient que l'intérêt du capital et la rémunération du patron sont des bénéfices. Ainsi donc, lorsque le contribuable a pris pour base de son bénéfice normal le forfait de 6 pour 100 des capitaux engagés ou celui de 30 fois la patente, l'administration extrait ces sommes des frais généraux et les fait passer aux profits.

Il résulte des dispositions de la loi que les seuls contribuables qui ont eu recours au forfait pour l'évaluation de leur bénéfice normal sont ceux qui ne faisaient pas de bénéfice pendant la période de crise qui a précédé la guerre. Ainsi, parce qu'ils ont été éprouvés avant la guerre, ils se trouvent plus durement frappés que ceux qui, à ce moment, obtenaient d'importants bénéfices et qui, par conséquent, peuvent déduire actuellement un gros chiffre de leur bénéfice de la période imposable, tandis que les autres doivent se contenter du forfait et verser par là même une part beaucoup plus large de leurs bénéfices actuels.

La loi actuelle est donc injuste, car elle choisit, pour établir ses calculs, une période de crise, et frappe, par conséquent, beaucoup plus durement les petits et moyens industriels qui ont beaucoup plus souffert de la crise que les gros industriels.

Pour remédier à cette injustice et protéger la petite et moyenne industrie, l'auteur de la proposition de loi propose que les contribuables auront le droit de calculer le bénéfice normal en prenant la moyenne des bénéfices, soit des trois exercices immédiatement antérieurs à la guerre, soit des trois exercices précédant cette période.

La seule objection qui avait été faite à cette nouvelle façon de procéder était la suivante : on prétendait qu'il est difficile de déterminer le bénéfice d'une exploitation pour une période écoulée depuis un certain temps, et plus la période s'éloigne, plus la difficulté augmente. Cette objection ne tient plus quand on sait comment procèdent les commissions du premier degré ; elles se font communiquer les bilans des commerçants et font vérifier leurs livres. Dans ce cas, on ne voit pas pourquoi il serait plus difficile de contrôler le bilan de 1909 que celui de 1913.

Comme conséquence de l'exposé qui précède, M. Jules Delahaye, député, a déposé sur le bureau de la Chambre, le 18 juillet 1917, la proposition de loi dont voici le texte :

Article unique. — Le 2e paragraphe de l'article 2 de la loi du 1er juillet 1916 est complété par la disposition suivante :

« Les contribuables auront le droit de calculer le bénéfice normal en prenant la moyenne des bénéfices, soit des trois exercices immédiatement antérieurs à la guerre, soit des trois exercices précédant cette période. »

La reconstitution des régions envahies.

Le « Journal officiel » du 18 septembre 1917 publie une série de décrets relatifs à l'organisation des services chargés de la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre.

Le premier décret (p. 7 356) réorganise la Commission exécutive pour la reconstitution des régions envahies.

La Commission comprendra le ministre d'État président du Comité interministériel pour la Reconstitution des Régions envahies ou atteintes par les faits de guerre, le ministre de l'Intérieur, le ministre des Travaux publics et des Transports, le ministre de l'Agriculture, le ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre, le sous-secrétaire d'État au ministère des Finances, le sous-secrétaire d'État de l'Administration générale de l'Armée et le sous-secrétaire d'État au ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, la Commission sera présidée par le ministre de l'Intérieur.

Le second décret (p. 7 356) maintient M. Léon Bourgeois, ministre d'État, dans les fonctions de président du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre

Le troisième décret, (p. 7 384), transfère au ministère des Travaux publics et des Transports les attributions du service spécial du ministère de l'Intérieur pour la reconstitution des régions envahies qui sont relatives aux moyens d'habitation et à la reconstruction des immeubles.

Enfin, le quatrième décret (p. 7 384), place le directeur du service spécial du ministère de l'Intérieur pour la reconstitution des régions envahies sous l'autorité du ministre des Travaux publics pour l'exercice de ses fonctions en ce qui concerne les attributions transférées par le décret précédent.

Arrêté nommant un membre de la Commission des distributions d'énergie électrique.

Le « Journal officiel » du 12 septembre 1917, publie (p. 7 191), l'arrêté suivant pris le 11 septembre 1917 par le ministre des Travaux publics et des Transports.

M. Chaigneau, administrateur de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité, est nommé membre de la Commission des Distributions d'Énergie électrique, pour les années 1917 et 1918.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 16. — 20 OCTOBRE 1917.

Chronique. — A propos de la conservation de la puissance réactive. — Chambre de Commerce suédoise en France. — Bibliographie : Primary batteries. — Nécrologie, p. 601 et 602.

Section scientifique et technique. — Convention de sens, choix des axes de coordonnées, par J.-B. POMEY, p. 603. — Revues, analyses et informations : Quelques appareils de mesures du Bureau of Standards, p. 606; Répulsion et induction mutuelle des bobines de réaction, p. 614; Installation de compteurs à double tarif, sans mouvement d'horlogerie, p. 615.

Section industrielle. — Conseils pratiques pour la construction des grands postes de transformation à haute tension, par Maurice KŒCHLIN, p. 617. — Revues, analyses et informations : Courants de capacité et mises à la terre de protection sur les lignes à haute tension et à longue portée, p. 625; Prévention des accidents dus au givre sur les lignes de transmission à haute tension, p 626; Les nouvelles installations du réseau téléphonique de Milan, p. 629; Protection des câbles contre l'électrolyse; L'éclairage électrique des signaux d'aiguillage de voie ferrée, p. 631. — Notes pratiques : Le contre-écrou Vislock, p. 634; Nouvel enroulement d'armatures, p. 634.

Section économique et financière. — Assemblés générales : Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz, p. 635; Société Biterroise de Force et Lumière, p. 636; Compagnie centrale d'Energie électrique, p. 636.

Section de législation. — La perception de l'impôt cédulaire au point de vue comptable, par L. ROSENFELD, p. 637. — Législation, jurisprudence, réglementation : La participation aux bénéfices dans les entreprises de l'Etat et dans les concessions accordées par l'Etat, les départements et les communes, p. 639; La reconstitution des régions envahies, p. 639; Décret instituant au ministère des Finances une Commission chargée de déterminer les coefficients applicables au chiffre d'affaires pour l'évaluation du bénéfice servant de base à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux, p. 640; Décret instituant une Commission chargée d'étudier l'organisation des moyens de crédit propres à faciliter le relèvement économique des territoires atteints par l'invasion, p. 640; Décret rattachant le service central des Forces hydrauliques au service des Forces motrices, p. 640.

A propos de la conservation de la puissance réactive. — Cette question a déjà été l'objet de deux notes publiées, la première dans le numéro du 30 juin, t. I, p. 1 015, la seconde due à M. G. Szarvady, dans celui du 8 septembre, t. II, p. 366. Nous recevons à ce sujet la lettre suivante :

Dans votre numéro du 30 juin, vous publiez une démonstration du théorème suivant :

Dans un réseau à courant alternatif, la somme des puissances réactives est nulle comme la somme des puissances réelles.

Il est certainement possible de trouver plusieurs solutions, mais je crois que celles que fournissent les imaginaires est particulièrement commode. Pensant qu'il est toujours avantageux de voir une même question sous différents aspects, je vous adresse la démonstration suivante :

Soient $E = a + jb$ la tension appliquée aux bornes d'un circuit, dépensant ou recevant de l'énergie réelle, dépensant ou recevant de l'énergie réactive.

$I = m + jn$ le courant dans ce même circuit.

La puissance réelle peut s'écrire

$$\left.\begin{aligned} P &= am + bn \\ \text{la puissance réactive}\quad \text{II} &= bm - an \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Ces formules, d'ailleurs classiques, peuvent être retrouvées par quelques développements trigonométriques simples, en partant de $EI \cos \varphi$ et $EI \sin \varphi$. Elles sont vraies en grandeur et en signe, en convenant, par exemple, d'adopter le signe plus pour les puissances dépensées, le signe moins pour les puissances reçues.

Nous pouvons toujours considérer un réseau comme composé d'un alternateur débitant sur des circuits divers : alternateurs, moteurs, lignes, etc.

Il suffit de démontrer que la puissance de l'alternateur est égale à la somme des puissances individuelles des circuits récepteurs

$$\left.\begin{aligned} P &= \Sigma P_n \\ \text{II} &= \Sigma \text{II}_n \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Si cette proposition est démontrée dans le cas de deux circuits en parallèle, puis dans le cas de deux circuits en série, elle le sera évidemment pour un nombre quelconque de circuits, disposés de façon quelconque.

Considérons deux circuits en parallèle.

Soient $E = a + jb$ la tension appliquée aux bornes, ou tension de l'alternateur.

$I = m + jn$ le courant dans l'alternateur,

$I_1 = m_1 + jn_1$ le courant dans le 1er circuit,

$I_2 = m_2 + jn_2$ le courant dans le 2e circuit.

Digitized by Google

Nous avons

$$I = I_1 + I_2 = m + jn = m_1 + jn_1 + m_2 + jn_2 = m_1 + m_2 + j(n_1 + n_2);$$

donc

$$m = m_1 + m_2,$$
$$n = n_1 + n_2,$$

donc

$$P = am + bn = a(m_1 + m_2) + b(n_1 + n_2)$$
$$= am_1 + bn_1 + am_2 + bn_2 = P_1 + P_2$$

$$\Pi = bm - an = b(m_1 + m_2) - a(n_1 + n_2)$$
$$= bm_1 - an_1 + bm_2 - an_2 = \Pi_1 + \Pi_2$$

La même démonstration s'applique au cas de deux circuits en série, mais il faut alors décomposer E en E_1 et E_2. Elle est donc générale, d'après ce qui a été dit plus haut.

Une remarque s'impose au sujet de l'équation (2).

En réalité, P doit être pris avec le signe moins, ainsi d'ailleurs que Π, car dans les équations (1), il s'agit de tensions appliquées. On a donc

$$-P = \Sigma P_n$$
$$-\Pi = \Sigma \Pi_n;$$

c'est-à-dire

$$P + \Sigma P_n = 0$$
$$\Pi + \Sigma \Pi_n = 0,$$

forme plus directement comparable à l'énoncé du théorème.

Recevez mes meilleures salutations.

Henri BARTHÉLEMY,
Ingénieur E. S. E.

Chambre de Commerce suédoise en France. — Cette Chambre a été créée en vue de développer les relations commerciales entre la France et la Suède. Elle vient de faire paraître le premier numéro du « Bulletin » qu'elle se propose de publier mensuellement, aussi régulièrement que le permettront les circonstances actuelles.

D'après ce « Bulletin » la création de la Chambre de Commerce suédoise en France était envisagée depuis plusieurs années; elle était même sur le point d'être réalisée lorsque la guerre éclata, mais en raison des circonstances, elle ne put l'être que le 14 juin 1915.

La Chambre « met ses services à la disposition de tout commerçant et industriel avantageusement connu, établi en France, en Suède, dans les colonies ou pays de protectorat français, ayant des intérêts dans le commerce franco-suédois; elle les engage à s'adresser toujours à elle quand ils chercheront des relations d'affaires et à toute autre occasion où l'organisation de la Chambre peut leur être utile ».

Parmi les questions dont la Chambre s'est occupée jusqu'ici, signalons celle d'une marque d'origine des produits fabriqués en Suède, analogue à la marque collective « Unis-France »; ce projet a été discuté dans la presse suédoise et il y a lieu de croire qu'il sera bientôt réalisé.

Les conditions d'admission indiquent que toutes personnes, firmes ou associations avantageusement connues, résidant en France, en Suède, dans les colonies et pays de protectorat français peuvent faire partie de la Chambre, dont le siège social est 17 rue de Surène, Paris VIII^e. Le président pour l'exercice courant est M. John Ljunggren.

Bibliographie. Primary Batteries : their theory, construction and use, par W.-R. COOPER (1). — La première édition de cet ouvrage intitulé: « Les Piles, leur théorie, construction et usage », parut en 1901. Nous ne pouvons mieux faire que de citer l'auteur dans la préface de la première édition.

« Les dernières années ont vu d'importantes additions à la théorie de l'élément voltaïque, un grand nombre d'ouvrages lui furent consacrés; il est impossible de faire plus que donner une esquisse superficielle de cette théorie dans un volume tel que le présent. Quant à la partie pratique du sujet qui nous occupe, ce livre n'a pas un caractère encyclopédique; il a plutôt pour but de décrire les piles qui sont d'un emploi général, ou dont la théorie présente un intérêt particulier. On s'est aussi essayé à montrer ce qu'on peut tirer des différentes sortes de piles, telles que la pile Leclanché et les piles sèches et de comparer leurs capacités; on a inclus un certain nombre de courbes obtenues expérimentalement, qui ont permis cette comparaison. Vu l'importance de la question, les piles étalons ont été traitées assez longuement, les travaux récents les concernant y sont résumés. On a cru devoir consacrer un chapitre aux piles à charbons, on a écrit peu de chose jusqu'ici sur ce sujet, mais il est d'un grand intérêt et susceptible d'une grande importance dans l'avenir. »

Dans la seconde édition, que nous présentons aujourd'hui, l'auteur reconnait que, bien que des progrès sensationnels n'aient pas été accomplis depuis quinze ans, les piles actuelles sont très supérieures à celles d'il y a quinze ans. Pour cette raison, il lui a semblé nécessaire de remanier certains chapitres et de faire quelques additions. Il a donc écrit, en particulier, un chapitre sur les piles au sélénium; c'était nécessaire, parce que, d'abord, cette pile, considérée comme distincte de la résistance de sélénium, est voltaïque dans son essence; mais plus spécialement parce que le sélénium est devenu beaucoup plus important dans ces dernières années. — Citons les titres des chapitres : Historique, l'élément voltaïque, action locale, polarisation, théorie de la pile voltaïque, piles non chimiques et piles thermiques, essais des piles, piles à un liquide, piles à deux liquides, piles sèches, piles étalons, piles au sélénium, piles au charbon et génération commerciale de l'énergie électrique par les piles. 215 figures, photographies courbes et tableaux illustrent l'ouvrage. — P. V.

Nécrologie. — Nous apprenons la mort de deux des membres de notre Comité de Rédaction : M. Camille TISSOT, capitaine de frégate, officier de la Légion d'honneur, décédé à Arcachon le 2 octobre, et M. Daniel BELLET, secrétaire de la Société d'Economie politique, décédé à Maisons-Laffitte, le 14 octobre. La « Revue générale de l'Électricité » adresse aux familles de ces deux collaborateurs ses sincères condoléances; elle publiera prochainement une notice nécrologique sur chacun d'eux.

(1) Un volume 15 × 21 cm, 457 p. 215 fig. *The Electrician*, Editeur, Salisbury Court, Fleet Street, London, E C. Nouvelle édition, augmentée. Prix 12,6 sh. net.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Conventions de sens, choix des axes de coordonnées

On est souvent gêné, quand on étudie certains ouvrages de mathématiques, de physique, de mécanique, d'électricité ou d'astronomie par les façons différentes dont les auteurs choisissent leurs axes de coordonnées, les mathématiciens et les mécaniciens prenant souvent un trièdre de référence orienté différemment de celui des physiciens et astronomes. Dans l'étude qui suit, M. Pomey étudie très à fond la question et conclut en souhaitant que tout le monde se mette enfin d'accord en adoptant définitivement pour trièdre de référence le trièdre orienté suivant les directions Est-Nord-Zénith.

Mon attention a été appelée sur ce sujet, en 1914, par M. Mauduit, professeur à la Faculté de Nancy. Il me faisait d'une façon amicale le très juste reproche de n'avoir pas adopté une fois pour toutes, dans le cours d'électricité théorique de l'École supérieure des Postes, Télégraphes et Téléphones, un système déterminé d'axes. Ma seule défense était de dire que, le plus souvent, j'avais indiqué le signe du trièdre de référence dont j'avais fait usage par une notation simple et commode, savoir (Z E S) pour un trièdre orienté comme les trois directions Zénith, Est, Sud, correspondant respectivement à Ox, Oy, Oz. Mais je reconnus que son observation était fondée et j'ai essayé d'approfondir la question. Voici quelques réflexions à ce sujet. M. Painlevé s'exprime ainsi :

« I. — Trièdre de référence. — Quand on sait mesurer les longueurs et les temps, on peut mesurer la distance, à un instant *t*, de deux points matériels déterminés, par exemple, des centres de deux sphères solides. Les deux points sont dits mobiles ou immobiles l'un par rapport à l'autre, suivant que cette distance varie ou non avec l'instant considéré.

» Envisageons un corps solide S, c'est-à-dire un corps dont les différents points matériels restent à des distances invariables et soit P un point matériel quelconque. Soit Q le point coïncidant de S. Si P ne coïncide pas constamment avec le même point Q, le lieu des points Q est la trajectoire de P par rapport à S.

» Il est commode, mais c'est là un mode de référence qui n'a rien d'essentiel, de lier invariablement au solide S un trièdre O X Y Z, et de définir la position de P à chaque instant *t* par ses coordonnées X, Y, Z. Ce trièdre est le trièdre de référence.

» II. — Trièdres dextrorsum ou sinistrorsum. — Imaginons que dans le plan XOY, la demi-droite OX tourne autour du point O, de façon à venir coïncider avec OY en décrivant un angle égal à un angle droit en valeur absolue. Si un observateur, placé les pieds en O, la tête en Z, voit cette rotation s'effectuer de sa gauche à sa droite, on dit que le trièdre est dextrorsum ou positif ; dans le cas contraire, il est sinistrorsum ou négatif. »

C'est la convention de la cinématique ; d'autre part, Maxwell s'exprime ainsi : « Dans ce traité, les mouvements de translation le long d'un axe et de rotation autour de cet axe seront dits de même signe, si leurs sens correspondent à ceux de la translation et de la rotation d'une vis ordinaire ou dextrorsum.

» L'action combinée des muscles du bras, quand nous tournons le dessus de la main droite vers l'extérieur en même temps que nous lançons la main en avant, imprimera dans la mémoire le mouvement de vis à droite plus fermement qu'aucune définition. Un vulgaire tire-bouchon peut être employé pour matérialiser l'idée de ce même rapport.

» Le professeur W.-H. Miller m'a suggéré que les vrilles de la vigne sont dextrorsum et que celles du houblon sont sinistrorsum et que les deux systèmes de relations dans l'espace pourraient ainsi être caractérisés comme ceux de la vigne et du houblon.

» Le système de la vigne, que nous adoptons, est celui de Linné et de tous les fabricants de vis des pays civilisés, à l'exception du Japon. De Candolle a été le premier qui a appelé les vrilles du houblon dextrorsum, et, en cela, il est suivi par Listing et par la plupart des auteurs qui ont écrit sur la polarisation de la lumière. Des vis comme les vrilles du houblon servent aux accouplements des wagons, et pour l'ajustement des roues sur le côté gauche des véhicules ordinaires, mais elles sont toujours appelées vis à gauche par ceux qui les emploient »

Maxwell ajoute : « Si, par exemple, le mouvement vrai de la terre de l'Ouest à l'Est est pris positif, la direction de l'axe terrestre du Sud au Nord sera prise positive, et si quelqu'un marche dans le sens positif, la rotation positive est celle qui va dans l'ordre ci-après : tête, main droite, pieds, main gauche.

» Si nous nous plaçons sur le côté positif d'une surface, la direction positive le long du contour qui la borde, sera opposée au mouvement des aiguilles d'une montre que nous voyons en face. »

Enfin, en novembre 1916, M. Carvallo faisait remar-

Digitized by Google

quer que, « pendant longtemps, les mathématiciens ont commis la faute d'adopter pour la géométrie plane et pour celle de l'espace les deux conventions contraires représentées par les deux figures ci-dessous (fig. 1 et 2.)

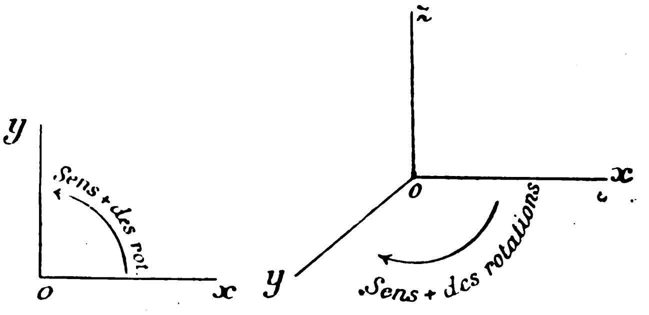


Fig. 1 et 2.

» Les formules restent les mêmes parce que l'on change à la fois la disposition des axes et le sens positif des rotations. Mais si cette circonstance suffit à dissimuler l'incohérence des conventions dans l'exposé des théories géométriques, elle n'en est que plus dangereuse dans les applications physiques où les phénomènes ont une orientation déterminée qu'on ne change pas à volonté (fig. 3 et 4).

» Aussi les astronomes ont-ils toujours adopté les

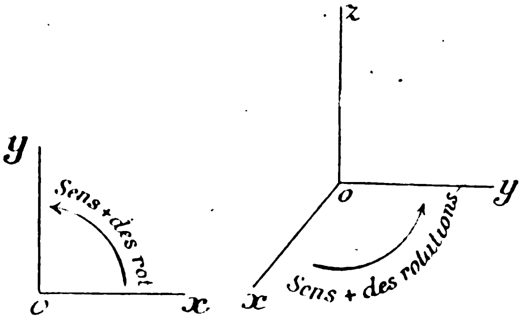


Fig. 3 et 4.

conventions cohérentes représentées par les deux figures ci-dessus.

» Dans les deux cas, les rotations sont comptées positivement dans le sens contraire au mouvement des aiguilles d'une montre. C'est le sens trigonométrique, le sens des rotations astronomiques.

» Depuis quelques années, l'influence des physiciens, tels que Maxwell, a déterminé les mathématiciens à adopter de plus en plus la convention des astronomes. »

Le moment est venu de faire connaître notre opinion avant de la défendre.

Je propose de distinguer le signe et l'orientation. Je réserve aux mots positif et négatif le sens relatif suivant : un trièdre sera de même signe que le trièdre des axes ou il sera de signe contraire ; par rapport au trièdre de référence, il sera donc dit positif ou négatif.

Quant au trièdre de référence lui-même, je propose de n'employer jamais pour définir son orientation les mots positif ou négatif, car il s'agit alors d'une orientation absolue ; on le dira dextrorsum ou sinistrorsum. Le trièdre de référence des astronomes ci-dessus défini sera dit dextrorsum.

On remarquera que le sens dextrorsum de M. Painlevé et celui de Maxwell sont différents. Le sens direct de la cinématique n'est pas celui de la physique. Aussi faut-il se méfier de la signification de mots de ce genre, que des auteurs considérables ont employés dans des acceptions contraires. C'est pour éviter toute confusion possible que je proposais d'adopter la notation symbolique suivante, que j'applique à un exemple pris dans Maxwell :

$$\left.\begin{aligned} 4\pi u &= \frac{d\gamma}{dy} - \frac{d\beta}{dz} \\ 4\pi v &= \frac{d\alpha}{dz} - \frac{d\gamma}{dx} \\ 4\pi w &= \frac{d\beta}{dx} - \frac{d\alpha}{dy} \end{aligned}\right\} \begin{pmatrix} x\ y\ z \\ E\ N\ Z \end{pmatrix}$$

J'entends par là que le trièdre de référence auquel se rapportent les équations de définition du vecteur courant (u, v, w) en fonction de la force magnétique (α, β, γ, intensité du champ magnétique) est un trièdre dont les axes ox, oy, oz sont orientés comme les directions Est, Nord, Zénith, représentées dans la parenthèse par leurs initiales.

Et s'il faut une règle mnémonique, je ferai remarquer que les lettres E N Z, pour un trièdre droit, se succèdent dans l'ordre alphabétique naturel, comme les lettres x, y, z, auxquelles elles correspondent.

Voici maintenant quelques observations. J'admets, à titre de définition, que le trièdre formé par trois vecteurs de même origine A, B, C conserve la même orientation, quand on le déforme d'une façon continue, sans que cependant, au cours de ces changements, l'un des vecteurs passe dans le plan des deux autres. Cela posé, A, B, C étant trois vecteurs de même origine O et A′, B′, C′ trois autres vecteurs de même origine O′, considérons les deux trièdres A B C et A′ B′ C′. Je puis, par une déformation continue, après avoir mis A et A′ en coïncidence et porté le plan A′ B′ dans l'azimut de A B, faire coïncider B′ et B, mais alors je ne pourrai pas toujours faire coïncider C′ avec C, à cause de l'interdiction de traverser le plan A B ou A′ B′. Si la coïncidence est possible, les deux trièdres ont la même orientation ; si la coïncidence est impossible, je puis amener C′ en coïncidence avec le prolongement de C ; les deux trièdres ont alors des orientations contraires et l'on voit qu'il n'y a à distinguer que deux orientations.

Soit (o x y z) un trièdre trirectangulaire d'axes de référence. Soit A B C un trièdre quelconque. Appelons, conformément à la notation du calcul vectoriel, (A B C) le déterminant formé par les composantes suivant les axes

Digitized by Google

des trois vecteurs ABC ; je dis que le trièdre ABC est orienté comme le trièdre des axes, si le déterminant (ABC) est positif. En effet, il ne pourrait changer de signe qu'en passant par zéro, mais alors un des vecteurs serait dans le plan des deux autres, ce qui est interdit ; or, si A vient sur ox et B sur oy, C pourra venir soit sur oz, soit sur son prolongement ; mais comme le déterminant se réduit aux éléments de la diagonale principale et qu'il est positif, il faut que C vienne sur oz.

C'est pour cette raison et par allusion au déterminant (ABC) dont le signe est caractéristique de l'orientation, que je propose d'appeler positif le sens d'un trièdre orienté comme les axes. Il sera négatif dans le cas contraire. Ces mots se rapporteraient donc exclusivement à la conformité ou à la non-conformité de l'orientation avec celle du trièdre de référence.

On peut aussi parler de l'orientation réciproque de deux vecteurs OA et O'A' qui n'ont pas la même origine. Je propose, par définition, de dire que cette orientation est positive ou négative suivant que le signe du déterminant (OA, OO', O'A') sera lui-même positif ou négatif.

Je dis que cette orientation est réciproque, c'est-à-dire qu'elle ne change pas quand on intervertit le rôle des deux vecteurs. En effet, le déterminant à considérer est alors

$$(O'A',\ O'O,\ OA).$$

Il y a permutation entre la ligne O'A' et la ligne OA et simultanément changement de signe des éléments de la ligne OO'. Le déterminant ne change donc pas de signe.

Le sens dans lequel deux circuits dirigés s'embrassent mutuellement comme deux anneaux est donc le même, quel que soit celui des deux circuits que l'on considère comme tournant autour de l'autre.

C'est ainsi qu'en électricité le vecteur courant est défini au moyen du rotationnel du champ magnétique

$$4\pi I = \text{rot}\ H,$$

et le champ magnétique, B, induction magnétique est défini de même au moyen du rotationnel du potentiel vecteur

$$B = \text{rot}\ A\ ;$$

les signes sont les mêmes.

Notation vectorielle. — Je crois qu'il ne peut pas y avoir de doute sur ce qu'on appelle produit vectoriel ou extérieur de deux vecteurs A, B. Je forme le tableau des composantes

$$\begin{matrix} A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z\ ; \end{matrix}$$

les mineurs de ce tableau doivent représenter les composantes de $[AB]$, produit vectoriel de A et de B. On aura ainsi

$$[AB]_x = A_yB_z - A_zB_y,$$

et deux équations analogues.

D'après cette façon de voir, le produit vectoriel a une définition essentiellement relative. Le vecteur produit a la même orientation que oz par rapport à ox et oy, car on a

$$([AB]\,AB) = ([AB].[AB]),$$

quantité essentiellement positive.

De même, il me semble qu'il ne peut y avoir de doute sur ce qu'on doit appeler le rotationnel d'un vecteur A. On formera le tableau

$$\begin{matrix} \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ A_x & A_y & A_z \end{matrix}$$

et l'on aura pour composantes du rotationnel les mineurs de ce tableau ; on aura, par exemple, pour la projection suivant ox

$$\text{rot}_x A = \frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z}.$$

Dans cette manière de voir, la définition du rotationnel est toute relative ; le rotationnel changera de sens si l'on change le sens du trièdre de référence.

Considérons un trièdre dextrorsum, au sens de Maxwell, des astronomes, de M. Carvallo. Supposons qu'un fil conducteur rectiligne soit parallèle à oz et qu'il se déplace suivant oy avec une vitesse V dans un champ magnétique dirigé suivant ox, la force électromotrice d'induction E, comptée positivement suivant oz, sera par unité de longueur .

$$E = -[HV].$$

Avec un trièdre de référence de ce même nom, on aura de même

$$4\pi I = \text{rot}\ H.$$

Aucun auteur, à ma connaissance, n'a jamais employé une formule de signe contraire pour I. J'en conclus que l'accord est tout au moins fait pour tous ceux qui emploient le calcul vectoriel. Dans ces conditions, il y a, en physique, un grand intérêt à employer toujours le sens (ENZ) comme sens du trièdre de référence afin qu'on n'ait pas à changer le signe des formules analytiques ou, ce qui augmenterait encore la confusion, à changer les définitions des produits et des rotationnels.

Le pôle Nord de la Terre pouvant être considéré comme dû à l'action magnétique de courants équatoriaux circulant de l'Ouest vers l'Est, le sens de rotation positif autour de l'axe terrestre est celui de l'Ouest à l'Est ; c'est justement le sens de rotation réel de la Terre.

Changements d'orientation. — Il s'agit maintenant de savoir, étant donnée une formule telle que la formule de Stokes, comment le choix des axes influe sur les signes.

Digitized by Google

La formule de Stokes sert à transformer l'intégrale de ligne d'un vecteur H le long d'un contour fermé en une intégrale de surface, étendue à l'aire entourée par le contour.

Je suppose que la surface limitée au contour soit telle qu'on puisse y distinguer deux faces, ce qui, comme on sait, n'est pas toujours le cas. Dans cette hypothèse, on pourra parler d'une face positive et d'une face négative. La normale à la face positive sera dirigée du côté de l'espace qui baigne la face positive et sera de sens contraire à la normale élevée au même point à la face négative. Soit ν le vecteur unité normal à la face positive en un point M; faisons glisser le point M et son vecteur unité à la surface de l'aire considérée pour l'amener dans le voisinage du contour. Soit ds l'élément d'arc du contour compté positivement dans le sens tel que ds et ν soient orientés positivement. Cette orientation est réciproque. Ce n'est pas une orientation absolue; c'est une orientation par rapport au trièdre des axes. De même, le rotationnel ne définit pas un vecteur ayant une orientation absolue, mais seulement une orientation relative; il change bout pour bout quand on passe d'un trièdre dextrorsum à un trièdre sinistrorsum.

Dans ces conditions, la formule analytique

$$\int (H\,\mathrm{d}s) = \int (\nu \operatorname{rot} H)\,\mathrm{d}S,$$

subsistera toujours; car, si au lieu de tourner dans un certain sens le long du contour d'intégration, nous tournons en sens inverse, l'intégrale de ligne changera de signe, mais comme alors, d'après les conventions faites, la face positive deviendra négative et réciproquement, le sens de ν sera, lui aussi, inversé, et l'intégrale de surface changera également de signe, de sorte que la formule reste valable dans tous les cas.

Mais il s'agit maintenant d'appliquer cette formule à un cas concret de la pratique : je suppose, par exemple, que H représente le vecteur champ magnétique, alors il faut faire attention. Si le système des axes est droit, on aura

$$\operatorname{rot} H = 4\pi I$$

et par suite

$$\int (H\,\mathrm{d}s) = 4\pi \int (\nu I)\,\mathrm{d}S.$$

Pour Vaschy, qui prenait les axes de la cinématique, la même formule subsistait, mais il écrivait

$$4\pi I_x = \frac{\partial H_y}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial y}$$

formule de signe contraire à celle de Maxwell, qui est

$$4\pi u = \frac{\partial \gamma}{\partial y} - \frac{\partial \beta}{\partial z}.$$

C'est à dessein et pour éviter toute confusion que j'emploie ici des notations différentes pour désigner les mêmes quantités, rapportés à des systèmes différents.

Toutes les formules seraient passibles d'une semblable discussion.

J.-B. Pomey,
Ingénieur en chef des Télégraphes.

Revues, analyses et informations

Quelques appareils de mesures du Bureau of Standards (1).

Les derniers fascicules des Scientific Papers of the Bureau of Standards contiennent la description d'un certain nombre d'appareils de mesures imaginés et construits par les physiciens du Laboratoire; nous nous proposons d'en faire connaître quelques-uns.

I. Bobine de self-induction et d'induction mutuelle réglable. — Dans les essais des transformateurs de courant, on a ressenti la nécessité de pouvoir disposer de bobines de self-induction variables dans les limites de 0 à 1 millihenry et capables de supporter d'une façon continue un courant de 5 A. On a réalisé, au Bureau of Standards, un appareil de ce genre dont l'emploi peut même s'étendre à tous les cas où l'on a besoin de faire varier la self-induction d'un circuit ou l'induction mutuelle entre deux circuits sans changer la résistance.

(1) H.-B. Brooks et F.-G. Weaver. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, 12 octobre 1916, n° 290, p. 569-580, 8 fig.

L'appareil des auteurs est constitué par deux groupes de bobines : chaque groupe comprend deux bobines fixes F_1 et F_2 entre lesquelles se déplace une bobine mobile M portant autant de tours de fils que les bobines F_1 et F_2 ensemble. Les deux bobines mobiles sont reliées rigidement entre elles et sont manœuvrées au moyen d'un bouton. Le problème à résoudre consistait à trouver une section telle que les variations de la self-induction fussent rigoureusement proportionnelles aux angles dont avaient tourné les bobines mobiles, autrement dit, réaliser une variation linéaire.

Après de nombreux essais, les auteurs ont trouvé que des bobines à section elliptique et orientées de telle sorte que les grands axes soient perpendiculaires à la droite qui joint les centres des bobines jumelées répondaient à ces desiderata. La figure 1 donne une vue schématique de ces bobines. On peut s'imaginer qu'elles sont obtenues en coupant des bobines circulaires en deux parties égales par un plan perpendiculaire au plan des spires ; on écarte les deux moitiés jusqu'à la distance d et on les raccorde par des portions rectilignes. L'épaisseur des bobines mesurée normalement à la figure est représentée par c et est égale à sa largeur radiale. La signification des autres lettres est indi-

Digitized by Google

quée sur la figure. Pour avoir une échelle régulière, il faut qu'il existe entre les différentes dimensions des relations déterminées. Or l'expérience a montré que, si l'on prend comme grandeur fondamentale le rayon moyen r de la por-

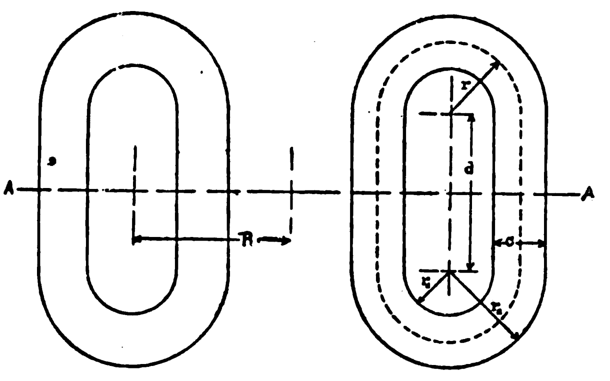


Fig. 1. — Vue en plan des bobines jumelées de sections elliptiques, dont la self-induction varie linéairement.

tion circulaire, les valeurs satisfaisant à la condition imposée sont données par les formules

$$c = 0{,}78\,r, \quad d = 2{,}2\,r, \quad R = 2{,}26\,r, \quad r_1 = 0{,}61\,r, \quad r_2 = 1{,}39\,r.$$

La figure 2 est une coupe verticale de l'appareil construit d'après ces principes. Quand la bobine mobile est décalée d'angles variant de 30° à 150°, la partie correspondante de

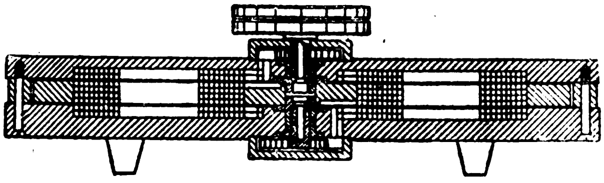


Fig. 2. — Coupe verticale de l'inducteur variable.

l'échelle qui indique la valeur de la self-induction en fonction de l'écart angulaire est rigoureusement linéaire. Les courbes de la figure 3 ont été obtenues avec différents types d'inducteurs variables. La courbe H se rapporte à l'appareil que nous venons de décrire ; de 30° à 0° et de 150° à 180°, le coefficient angulaire décroît régulièrement et devient nul à 0° et 180° ; mais entre 30° et 150°, on a une portion bien rectiligne. A résume les résultats obtenus avec deux bobines circulaires pour une variation de 0° à 180°. Il est assez curieux de remarquer que la self-induction, après avoir augmenté jusqu'à 60°, décroît jusqu'à 120°, puis croît de nouveau ; il y a deux paliers caractéristiques de 60° à 75° et aux environs de 180°, où la variation est nulle. Ces bizarreries rendent l'appareil impropre aux expériences qui sont basées sur des méthodes de compensation.

Si la valeur de R est augmentée de 6 pour 100 de sa valeur optimum, on trouve la courbe G, tandis que I correspond à une diminution de 6 pour 100 de cette valeur optimum de R. Les courbes B à F sont reproduites à titre de comparaison. B a été construite d'après l'échelle d'un inducteur de Campbell constitué d'une bobine mobile excentrée par rapport aux deux bobines fixes entre lesquelles elle se déplace. Ce dispositif ne convient pas, cependant, comme inducteur variable, parce qu'il rend l'induction mutuelle trop faible par rapport à la self-induction. Les courbes E et F sont dessinées d'après l'échelle publiée dans un catalogue consacré à l'inducteur variable Mansbridge ; C et D se rapportent à des appareils Ayrton-Perry, fabriqués par une maison américaine.

Construction de l'appareil. — La valeur adoptée pour r, dans le modèle construit par les ouvriers du Laboratoire, est 36,8 mm. Les bobines sont montées sur trois disques en ébonite, dont le médian est muni de deux axes tournant dans des crapaudines en laiton serties dans les plateaux fixes ; ceux-ci sont assemblés au moyen de six vis et maintenus à un écartement constant par des cales. Ils constituent

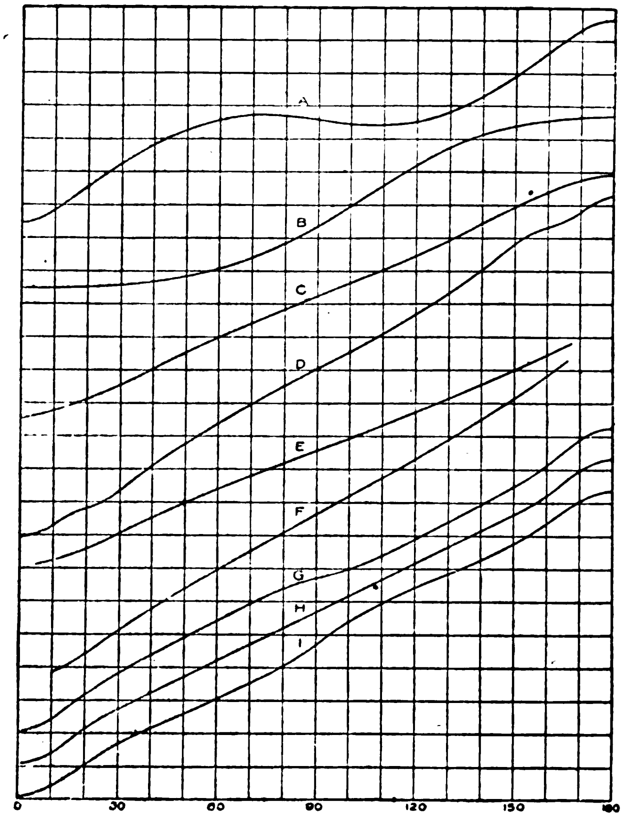


Fig. 3. — Courbes montrant les variations de la self-induction en fonction du déplacement des bobines mobiles pour différents types d'inducteurs.

le corps de l'appareil. Leur diamètre commun est de 35,5 cm. Sur les deux axes de la bobine mobile s'appuient de larges ressorts en cuivre protégés par des capuchons en ébonite et qui servent pour l'amenée et le départ du courant de la bobine. Il n'est pas recommandé de se servir des crapaudines elles-mêmes comme prises de courant, parce qu'on introduit, de cette manière, une résistance inconnue qui a une répercussion néfaste sur le circuit secondaire d'un transformateur de courant et introduit de sérieuses perturbations dans toutes les expériences où l'on fait usage d'inducteurs variables. Des butées limitent la course de la bobine intérieure à 180°.

Les enroulements sont tels que les montre la figure 2. Par exemple, chaque bobine fixe est formée de neuf couches de deux tours de câble torouné, à sept brins de 0,8 mm de diamètre. La section totale du conducteur est de

Digitized by Google

3,6 mm². L'appareil est prévu pour une variation de 1 225 microhenrys; l'échelle est graduée en microhenrys sur le pourtour du plateau mobile dont la figure 4 est une reproduction photographique; chaque division représente 5 microhenrys, mais les divisions ne sont pas égales dans tout l'intervalle de 0° à 180°, ce qui exigerait ou que les bobines fixes et les bobines mobiles coïncident exactement à 0° et 180° ou que chaque groupe de bobines contienne un nombre infini de fils infiniment petits. Cependant on remarque sur la figure que, au-dessous de 325 et au-dessus de 1 025 microhenrys l'écart entre divisions décroît régulièrement jusqu'à 150 et 1 175; dans tous les cas, dans toute la région utile, il n'y a pas de sauts brusques, ce qui permet de réaliser une échelle de grande précision et de faire l'interpolation entre deux divisions consécutives.

L'échelle est figurée pour les quatre bobines fixes en série, d'une part, et les deux bobines mobiles en série, d'autre part. Quand les bobines fixes et les bobines mobiles sont utilisées comme primaire et secondaire, l'instrument devient un inducteur à induction mutuelle variable Il n'y a pas d'échelle correspondante pour éviter toute confusion, mais l'induction mutuelle s'obtient en retranchant 669 du nombre lu et divisant la différence par 2 (¹).

La résistance de toutes les bobines en série est de 0,35 ohm et la constante de temps pour la self-induction maximum, 3, 4 millisecondes; l'inducteur Ayrton-Perry a une constante de temps de 4,5 millisecondes; celui de Mansbridge, 1,6 milliseconde. Pour la comparaison de ces

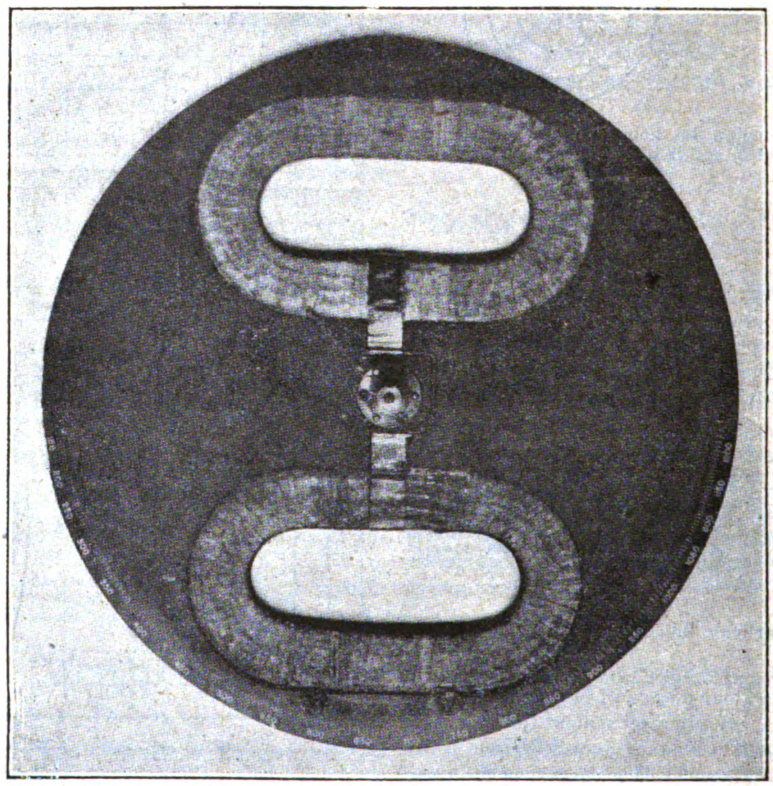


Fig. 4. — Photographie du plateau intérieur avec sa division en microhenrys.
Échelle, 1/4 environ de la grandeur naturelle.

constantes, il faut tenir compte de l'encombrement de l'appareil; cette constante croît, pour un modèle donné, avec les dimensions.

L'auteur signale enfin que les connexions des bobines fixes et des bobines mobiles sont telles que les deux groupes aient des polarités opposées; cette construction astatique élimine les perturbations dues à la dispersion magnétique.

Projet d'un appareil à induction variable. — Pour réaliser un enroulement devant donner une self-induction maximum déterminée, on procède comme suit. Faisant abstraction du fait que l'induction mutuelle des deux groupes de bobines contribue dans la proportion de 3 pour 100 à la self-induction totale dans la position du maximum, on calcule chaque groupe pour qu'il fournisse la moitié de la self-induction totale demandée. A cet effet, on considère chacun de ces groupes comme une simple bobine de section carrée, qui aurait été enroulée sur un cadre circulaire, puis aplatie à la forme elliptique; comme, alors, le rapport de leurs self-inductions est égal au rapport inverse des aires embrassées par un tour moyen de fil, on pourra déterminer la self-induction de la bobine elliptique,

(¹) Il est facile de voir, en effet, que ce dispositif donne pour la self-induction totale

$$L = L_1 + L_2 \pm M_{12};$$

Quand les bobines sont placées de telle sorte que $M_{12} = 0$, $L_1 + L_2 = C = 669$ microhenrys pour l'appareil ci-dessus; d'où l'on tire

$$\pm M_{12} = \frac{L - 669}{2}.$$

Digitized by Google

puisque, pour la bobine circulaire, elle se déduit avec une approximation suffisante de la formule de Maxwell. Dans l'inductomètre décrit, on avait $\frac{L_{circulaire}}{L_{elliptique}} = 0{,}830$.

Cependant, il sera plus simple de profiter de l'expérience acquise dans la construction de la bobine qui vient d'être décrite; de ces constantes, on déduira les valeurs des nouvelles dimensions et le nombre de tours de fils qui doivent satisfaire à des conditions données. On désire, par exemple, changer la constante de temps, ce résultat s'obtiendra en changeant toutes les dimensions dans un même rapport m; pour la détermination de ce coefficient, on se reportera aux formules exprimant le coefficient de self-induction en fonction des dimensions. Ainsi, pour des bobines de même forme, enroulées avec du fil ayant même facteur d'encombrement, la constante de temps, varie comme le carré d'une dimension linéaire et est indépendante de la grosseur du fil.

L'inductance, elle, varie proportionnellement à une dimension donnée; par conséquent, pour le nouveau groupe de bobines, elle devient m fois l'inductance du groupe original, si le nombre de spires reste le même. Si toutes les dimensions sont multipliées par m, sans modifier le fil, l'inductance devient m^5 fois la valeur primitive. Ce n'est pas toutefois cette valeur de l'inductance qui est recherchée, mais plutôt celle qui découle de cette propriété que, pour une bobine de volume donné, l'inductance varie comme le carré du nombre de tours de fils. C'est alors le diamètre du fil qu'il faut déterminer. Il est bon ensuite de contrôler les valeurs calculées en enroulant sur un gabarit en bois une bobine d'essai avec du fil de cette grosseur de façon à réaliser le même encombrement que les trois bobines composant la moitié de l'inducteur. Cette bobine devra donc avoir un coefficient de self-induction égal à la moitié du coefficient maximum de l'inducteur complet.

II. **Appareil pour la vérification du degré d'homogénéité des aimants étalons** [1]. — Les barreaux aimantés droits, utilisés comme étalons, sont toujours formés de matériaux magnétiques choisis et préparés en vue d'obtenir le maximum de constance et d'homogénéité. Ils servent, en particulier, au calibrage des perméamètres ou à la comparaison de méthodes de mesures magnétiques. Comme qualité principale, ils doivent présenter une aimantation rigoureusement uniforme dans toute leur longueur, sinon les mesures sont entachées d'erreurs considérables que l'on ne peut ni calculer ni éliminer. M. L. Sandorf a donc imaginé : 1° un dispositif qui permet de déterminer le degré d'uniformité de l'aimantation le long d'un barreau droit ; 2° une méthode d'évaluation des erreurs résultant du manque d'uniformité; 3° un critérium pour fixer le degré d'uniformité d'un aimant étalon.

Théorie et description du dispositif. — Le degré d'uniformité se déduit de la distribution des fuites magnétiques le long de l'échantillon, qui est aimanté entre les deux pôles d'un électro-aimant convenable. Dans un barreau aimanté uniformément, l'induction magnétique et la dispersion varient d'une façon régulière. L'auteur définit la dispersion comme étant la variation de l'induction par unité de longueur le long du barreau ou

$$D = \frac{dB}{dl} \quad \text{et} \quad \frac{dD}{dl} = \frac{d^2B}{dl^2}$$

représente le coefficient de dispersion ou taux de variation de la dispersion le long du barreau. On voit que, si l'on construit des courbes en prenant comme axe des x le barreau lui-même et en portant en ordonnées les valeurs de l'induction, ou des fuites, ou du coefficient de dispersion (qui n'est autre chose que le coefficient angulaire des tangentes à cette dernière courbe), on aura un ensemble de graphiques tels que ceux de la figure 5, qui résument les résultats

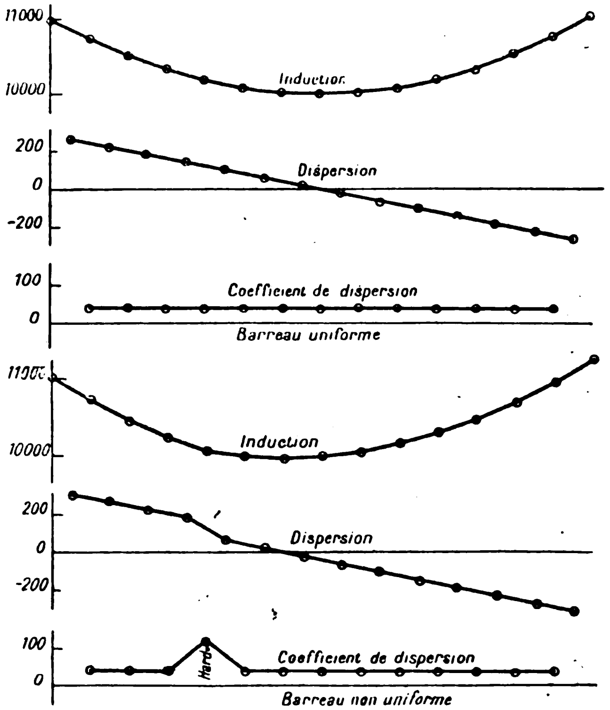


Fig. 5. — Répartition de l'induction magnétique et des fuites dans un barreau aimanté entre les deux pôles d'un électro.

obtenus avec un barreau uniforme et un barreau non uniforme. C'est la courbe du coefficient de dispersion qui définit le degré d'uniformité du barreau : pour un barreau uniforme, D est constant, donc la courbe des fuites est une ligne droite dont le coefficient angulaire constant $\frac{dD}{dl}$ donne une droite parallèle à l'axe des x. Si le circuit magnétique est symétrique et que les deux joints aient la même réluctance, la dispersion est nulle au milieu du barreau ; en cas de dyssymétrie du circuit, le zéro est déplacé, la courbe de dispersion est toujours une droite.

Si le barreau n'a pas une aimantation uniforme, on constate des irrégularités telles que celles que l'on remarque sur la figure

Description de l'appareil. — Les parties essentielles de l'appareil consistent en un électro-aimant et deux bobines exploratrices à enroulement spécial. L'ensemble est représenté schématiquement en figure 6. Les pièces polaires sont alésées pour recevoir les échantillons sur lesquels coulissent les deux bobines exploratrices, formées chacune de 100 tours de fil enroulés sur des formes identiques. Chaque bobine a 1 cm d'épaisseur et leurs centres sont écartés de 2 cm. Leurs déplacements se mesurent sur une règle divisée parallèle au barreau ; elles sont reliées, séparément ou en série, à un galvanomètre balistique étalonné. Dans le premier cas, la déviation obtenue par renversement du courant

[1] R.-L. Sandorf. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, 21 novembre 1916, n° 295, p. 1-14, 12 fig.

Digitized by Google

mesure l'induction dans la région où se trouve la bobine ; dans le second, le renversement du courant donne la différence des inductions entre les deux régions couvertes par les bobines. Cette différence, divisée par la distance des bobines, représente la dispersion moyenne relative à cette région.

Avec quelques modifications, l'appareil se prête à l'enregistrement continu ou bien à la photographie des expériences.

Le choix de l'induction qui convient le mieux à la détermination du degré d'uniformité a une importance considérable. Si elle est prise trop élevée, on constate une augmentation des ordonnées extrêmes de la courbe d'uniformité $\left(\frac{dD}{dl}\right)$, ce qui est dû probablement à la grande force d'aimantation nécessaire pour produire ces hautes inductions ; si celles-ci sont très faibles, les mesures se ressentent de l'histoire magnétique antérieure de l'échantillon. La meilleure valeur à adopter serait celle qui cause les plus

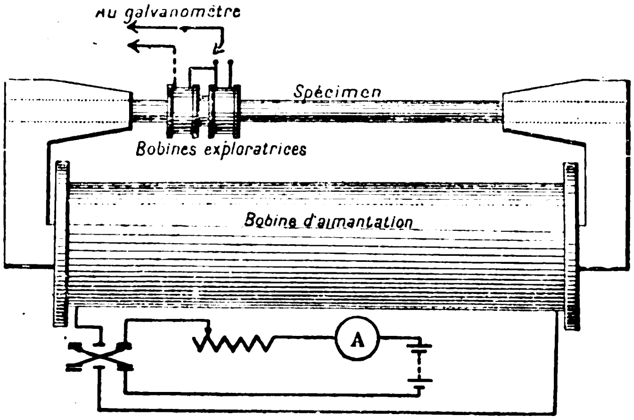


Fig. 6. — Schéma de l'appareil servant à la vérification de l'uniformité d'aimantation le long d'un barreau droit.

grandes variations de l'induction ; mais sa recherche exigerait des essais préliminaires sur l'éprouvette, ce qui n'est pas à recommander. L'auteur conseille de s'en tenir à une induction de 10 000 gauss au milieu du barreau.

L'allure de la courbe d'uniformité est influencée par les pôles de l'électro-aimant qui modifient la distribution de l'induction au voisinage des extrémités du barreau ; l'effet se traduit par un abaissement de la courbe à l'origine et à la fin, ce qui limite la longueur réelle qui peut être explorée par cette méthode. En réalité, le déficit n'est pas considérable et on peut encore le réduire en appliquant contre les abouts du barreau des pièces de même section maintenues par des raccords en fer.

Des expériences répétées à un an d'intervalle, sur un même échantillon, donnent des résultats concordants dans les limites de précision des lectures du galvanomètre et du repérage des bobines.

Conclusions. — Un grand nombre de barreaux d'acier ont été étudiés avec ce dispositif et il en est peu dont l'uniformité d'aimantation soit acceptable, mais les résultats obtenus avec du fer forgé recuit sont absolument déconcertants.

Si, dans les mesures d'induction avec un perméamètre, on place la bobine exploratrice de cet instrument dans la région médiane du barreau étalon caractérisée par un point magnétique doux, on constate qu'il faut une force d'aimantation moins grande pour produire la même induction ; la différence atteint souvent 15 pour 100. Un trou de 2,5 mm de diamètre, percé dans une éprouvette d'acier à faible teneur de carbone et de 1,27 cm de diamètre produit un point fortement aimanté ; il faut alors augmenter l'intensité d'aimantation pour réaliser une induction donnée.

Le dispositif se prête également à la détection des défauts mécaniques et des soufflures. Un barreau ployé sous un angle de 10°, puis rectifié, accuse à la courbure un point magnétique très dur, mais le recuit fait disparaître en majeure partie les effets de la contrainte mécanique.

III. — GALVANOMÈTRE A CADRE MOBILE DANS UN CHAMP ÉLECTROMAGNÉTIQUE POUR LES MESURES DE COURANTS ALTERNATIFS (1). — L'emploi toujours plus fréquent du pont à courant alternatif et des méthodes potentiométriques a fait ressortir le besoin d'avoir un appareil capable de déceler et de mesurer les plus faibles courants alternatifs. L'auteur a cherché à utiliser les grandes qualités du galvanomètre à cadre, mais, au lieu de le placer dans le champ d'un aimant permanent, il le soumet au champ d'un électro-aimant à excitation séparée ; tel quel, cet instrument n'est pas d'une manipulation aussi simple que le téléphone ou le galvanomètre à vibration ; cependant, sa haute sensibilité et ses nombreuses applications font plus que compenser les inconvénients qu'on peut lui reprocher d'autre part.

Théorie de l'instrument. — Pour préciser le mode de fonctionnement des galvanomètres à cadre mobile dans un champ électromagnétique, dans les conditions les plus variées, il faut établir l'équation générale du mouvement d'une bobine traversée par un courant alternatif et placée dans un champ magnétique également alternatif. Cette bobine étant formée de fils fins on peut, en première approximation, la considérer comme constituant un circuit linéaire, rigide et suspendu, libre de tourner d'un très petit angle dans un champ alternatif. On admettra aussi que le champ est uniforme, sans composante tournant autour de son axe, en sorte qu'il est toujours possible d'amener la bobine dans une position pour laquelle la résultante du flux magnétique total est nulle. Cette position constitue la position normale de la bobine et nous ne considérerons ici que les petites déviations à partir d'un repère voisin de cette position normale.

En général, le champ magnétique de l'électro contient des harmoniques qui dépendent de son mode d'excitation ; par conséquent, le flux à travers la bobine est de la forme

$$\Phi = \sum_{n=1}^{n=\infty} \sqrt{2}\, G_n\, (\theta - \theta_0) \sin (n\omega t + \alpha_n) ;$$

G_n représente la variation, en fonction de la déviation $(\theta - \theta_0)$, de la valeur efficace du $n^{\text{ième}}$ harmonique du flux total.

Le couple agissant sur la bobine mobile traversée par le courant i est alors

$$i \frac{d\Phi}{d\theta} = i \sum_{n=1}^{n=\infty} \sqrt{2}\, G_m \sin (n\omega t + \alpha_n).$$

En égalant ce couple à la somme des moments des couples antagonistes dus à l'accélération angulaire, à l'amortisse-

(1) Ernest WEIBEL. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, février 1917, n° 297, p. 23-58, 9 fig.

Digitized by Google

ment et à la force de rappel, on aura l'équation différentielle du mouvement, soit

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2} + D\frac{d\theta}{dt} + U\theta = i\sum_{n=1}^{n=\infty}\sqrt{2}\,G_n \sin(n\omega t + \alpha_n).$$

Le courant dans la bobine mobile résulte de la force électromotrice appliquée et de la force électromotrice induite ; si la première contient des harmoniques et si elle est en synchronisme avec le champ excitateur, on aura

$$e_1 = \sum_{n=1}^{n=\infty}\sqrt{2}\,E_n(\sin n\omega t + \beta_n);$$

quant à la deuxième, elle est donnée par l'expression

$$e_2 = -\frac{d\Phi}{dt}$$

et, par suite, désignant par Z l'impédance du circuit total dont fait partie l'équipage mobile.

$$i = \sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{\sqrt{2}\,E_n}{Z_n}\sin(n\omega t + \beta_n + \gamma_n)$$

$$-\theta\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{\sqrt{2}\,n\omega G_n}{Z_n}\cos(n\omega t + \alpha_n + \gamma_n), \text{ etc.}$$

Tous calculs faits, l'auteur arrive à une équation de la forme

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2} + D'\frac{d\theta}{dt} + U'\theta = A + B,$$

dans laquelle les lettres ont les significations suivantes :

K, moment d'inertie de l'équipage mobile dans le cas où le champ excitateur et la tension appliquée sont sinusoïdaux.

$$D' = D + \sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{G_n^2}{Z_n}\cos\gamma_n \quad \text{ou} \quad D + \frac{G^2}{Z}\cos\gamma,$$

$$U' = U - \sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{n\omega G_n^2}{Z_n}\sin\gamma_n \quad \text{ou} \quad U - \frac{\omega G^2}{Z}\sin\gamma,$$

$$A = \sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{G_n E_n}{Z_n}\cos(\alpha_n - \beta_n - \gamma_n) \quad \text{ou} \quad \frac{GE}{Z}\cos(\beta + \gamma),$$

$$B = -\theta_0\sum_{n=1}^{n=\infty}\frac{n\omega G_n^2}{Z_n}\sin\gamma_n \quad \text{ou} \quad -\theta_0\frac{\omega G^2}{Z}\sin\gamma.$$

D', U' et B ne dépendent que des constantes du galvanomètre et du circuit de la bobine et A dépend de la tension appliquée à ce même circuit.

La discussion de l'équation complète ou de l'équation simplifiée par l'hypothèse que le champ alternatif et la tension appliquée sont sinusoïdaux se fait suivant les méthodes ordinaires. On trouve, en particulier, que la période T en circuit ouvert est

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{K}{U'}}.$$

et que le décrément logarithmique est

$$\lambda = \frac{\pi D}{\sqrt{4KU' - D'^2}}.$$

La période ne dépend pas seulement du moment d'inertie de l'équipage et du couple antagoniste de la suspension, mais encore des constantes des circuits bobine et excitation ; elle peut être plus grande ou petite que la période sans excitation. L'amortissement est toujours plus élevé si l'électro est excité. Le couple B dévie l'équipage de sa position d'équilibre même en l'absence d'une force électromotrice. La déviation est proportionnelle à l'angle θ_0 et provient du courant induit dans le circuit. Le couple A qui résulte de la tension appliquée produit une déviation qui dépend de la grandeur des harmoniques du champ magnétique et de la tension, des angles de phase et enfin des constantes du circuit extérieur à la bobine mobile.

Discussion de quelques cas simples. — Les constantes qui jouent un rôle important dans l'emploi d'un galvanomètre donné avec le pont ou potentiomètre sont : la sensibilité S, la période libre T et la résistance critique extérieure R. La sensibilité est la déviation exprimée en millimètres par microvolt sur une échelle placée à un mètre du miroir, quand le mouvement est réglé à l'apériodicité ou amortissement critique et que γ est nul. Les constantes actives et les constantes intrinsèques sont liées par les formules

$$S = 200\,000\,\frac{\sqrt{4KU} - D}{GU}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{K}{U}}$$

$$R = 10^{-9}\,\frac{G^2}{\sqrt{4KU} - D} - r;$$

r est la résistance de la bobine.

Il est bon de remarquer que, pour l'effet cherché, les constantes actives sont indépendantes de la fréquence et, par conséquent, sont les mêmes que pour un galvanomètre à courant continu. Inversement, il est quelquefois nécessaire de prévoir un instrument dont les constantes intrinsèques répondent à des constantes actives fixées à l'avance. On tire alors K, U ou G des trois équations ci-dessus. En réalité, on trouve deux systèmes de valeur pour ces dernières grandeurs, ou deux solutions qui répondent à la question.

La présence d'une inductance dans le circuit de la bobine entretient le couple $-\theta_0\frac{\omega G^2}{Z}\sin\gamma$; comme γ est négatif, ce couple entraîne l'équipage vers la position correspondant à un flux nul ; mais si le circuit a de la capacité, l'équipage tourne en sens contraire. Mais cet effet est nul, si θ_0 est nul, c'est-à-dire si la position d'équilibre de la bobine est telle qu'aucun flux ne l'embrasse. Enfin, tant que $\gamma = 0$, on a allongement ou diminution de la période suivant que γ est négatif ou positif, parce qu'on a une augmentation ou une diminution corrélative du couple antagoniste de la suspension.

En reprenant les formules qui donnent T, S et λ et tenant compte du terme $-\frac{\omega G^2}{Z}\sin\gamma$, on reconnaît que ces grandeurs dépendent aussi de la réactance du circuit de la bobine.

Digitized by Google

Si D et r sont petits, on a

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{K}{U}}, \quad S = \frac{200\,000}{\pi}\frac{T}{G}, \quad R = \frac{10^{-9} \times G^2 T}{4\pi \times K}.$$

En remplaçant, dans ces formules, U par $U - \frac{\omega G^2}{Z}\sin\gamma$, on voit que la période, la sensibilité et la résistance critique changent dans le même rapport quand on change les constantes du circuit de la bobine, ce qui permet de faire varier les constantes opérantes de l'instrument sans rien changer à sa construction actuelle.

L'auteur revient ensuite à la formule générale et étudie l'influence des harmoniques : puis il indique les méthodes de détermination des constantes. Z_1, Z_2, Z_3,... etc., γ_1, γ_2, γ_3,... etc., dépendent de la résistance, de l'inductance et de la capacité du circuit de la bobine mobile et sont faciles à mesurer. E_1, E_2, E_3 ... etc., et β_1, β_2, β_3,... etc., dépendent des conditions d'emploi. Les constantes intrinsèques Z, D, U, D_0, G_1, G_2, G_3,... etc., et α_1, α_2, α_3,... etc., dépendent de la construction et de l'excitation et sont susceptibles d'une détermination directe par des méthodes développées dans le mémoire original.

Couples perturbateurs. — La plupart des causes perturbatrices qui interviennent se traduisent par une altération de la période et une déviation supplémentaire de l'équipage, dont l'amplitude est proportionnelle à la déviation normale elle-même, c'est-à-dire telle quelle serait si la cause perturbatrice était supprimée.

L'attraction électrostatique entre la bobine et la cage, les faces polaires, etc., par suite de leur différence de potentiel, développe un couple proportionnel au carré de la différence de potentiel et proportionnel aussi à la variation de la capacité de la bobine par rapport à la cage avec la déviation. On a nettement identifié ce couple sur plusieurs instruments et on a constaté qu'il fallait une différence de potentiel de 20 à 30 v pour rendre son influence sensible.

La variation de la self-induction avec la rotation de la bobine introduit également un couple égal à $\frac{i^2}{2}\cdot\frac{dL}{d\theta}$, mais qui est en général très faible.

Un couple perturbateur réellement gênant provient du fait que les matériaux entrant dans la construction de l'équipage ont une certaine susceptibilité. Les particules magnétiques qu'ils contiennent sont sollicitées par des forces proportionnelles à H^2 et, dans les appareils sensibles, le couple résultant arrive à compenser le couple antagoniste de la suspension.

Les courants de capacité entre spires, la différence de potentiel alternative entre la cage et l'une des bornes de la bobine qui donne naissance à un courant à travers la bobine, les courants de perte et de capacité entre les différentes parties du circuit de la bobine et les corps extérieurs sont autant de causes capables de susciter des couples perturbateurs, mais dont on peut annihiler les effets en entourant la bobine d'un écran métallique.

Après cette rapide analyse des considérations théoriques qui ont guidé l'auteur, et on voit qu'elles sont nombreuses, nous décrirons quelques-uns de ces appareils.

Galvanomètre A. — Son équipage mobile est formé d'une bobine de 8 mm de largeur, 12 mm de hauteur avec 27,5 tours de fil de cuivre isolé à la soie, de 0,08 mm de diamètre ; son miroir a 1 cm de diamètre et 0,6 mm d'épaisseur. La suspension inférieure et supérieure est assurée par un ruban de cuivre provenant du laminage d'un fil de 0,065 mm de diamètre ; chaque ruban mesure 5 cm de longueur.

La bobine est suspendue dans un entrefer de 10 mm de longueur entre des faces polaires de 8 mm² de surface. Le noyau de l'électro est feuilleté ; les tôles sont en acier au silicium. Sur ce noyau sont enroulées 1 560 spires de fil de cuivre émaillé ayant un diamètre de 0,51 mm. Une tension de 120 v, à la fréquence de 60 p : sec, entretient dans cet enroulement un courant de 0,93 A et le tableau ci-dessous résume ses caractéristiques. C est la capacité du condensateur qui shunte la bobine, T la période, R la résistance critique extérieure ; S_{60}, S_{180} et S_{300} sont les sensibilités relatives aux premier, troisième et cinquième harmoniques. A noter que la résistance extérieure nécessaire pour se placer dans les conditions de l'amortissement critique est très faible.

TABLEAU I.

C microfarads	T secondes	R ohms	S_{60}	S_{180}	S_{300}
			millimètres par microvolt		
0	5,6	0,1	13,5	0,13	0,015
2	8,0	5,1	16		

Les constantes intrinsèques ont à peu près les valeurs suivantes :

$$K = 0{,}022, \quad D = 0{,}001, \quad U = 0{,}028,$$
$$G_1 = 28\,000, \quad G_2 = 280, \quad G_3 = 30, \quad r = 14 \times 10^9.$$

Galvanomètre B. — Pour les appareils comprenant une résistance de 100 ohms entre les bornes qui doivent être connectées à l'appareil de mesure, on a construit le type B, caractérisé par une période de quelques secondes, une sensibilité de plusieurs millimètres par microvolt et un mouvement apériodique ; ces conditions exigeaient l'emploi d'un équipage très léger. Celui-ci comprend donc 100 tours de fil de cuivre émaillé de 0,08 mm de diamètre, enroulé sur une carcasse en bois et mesure 2 cm de longueur, 0,3 cm en largeur et 0,1 cm en épaisseur. L'émail est constitué par une couche très mince d'acétate de cellulose. La bobine finie est traitée par du chlorure de cuivre et de potassium pour éliminer les particules magnétiques, puis lavée, séchée et plongée dans du collodion pour agglutiner toutes les parties ensemble. Les extrémités de l'enroulement sont ramenées vers le haut de l'appareil, contrairement à la pratique habituelle. L'une est soudée à un autre fil de cuivre beaucoup plus gros qui est fixé à la carcasse et qui porte le miroir de 0,8 cm de diamètre ; sur ce gros fil se soude le cuivre constituant la suspension. L'autre extrémité est soudée à un ruban semblable auquel on laisse un peu de mou et qui court à peu près parallèlement à la suspension à une distance de 0,3 cm. Le tout est supporté par un bouchon en fibre qui se loge dans la cage de l'appareil. Le système mobile peut être facilement remplacé par un autre ayant des constantes différentes ; il oscille dans un entrefer de 0,6 cm de longueur entaillé dans le noyau feuilleté qui a 2 cm × 0,8 cm de section. Il y a deux bobines excitatrices portant chacune 650 tours de fil de cuivre émaillé de 0,72 mm de diamètre et pouvant travailler en série ou en parallèle. Les constantes mesurées sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Digitized by Google

Tableau II.

Fréquence périodes : seconde	Excitation volts	Excitation ampères	C microfarads	T secondes	R ohms	S millimètres par microvolt
0	2,6	0,4	0,00	1,7	20	2,3
0	3,9	0,6	0,00	1,4	60	1,2
60	29,0	0,4	0,00	1,9	30	2,6
60	29,0	0,4	0,22	4,2	100	5,7

Pour les constantes intrinsèques, on a trouvé

$$K = 0{,}006,\quad D = 0{,}0009,\quad U = 0{,}05 + 0{,}2\, I^2,$$
$$G = 115\,000\, I,\quad r = 25 \times 10^9 \quad \text{et} \quad c = 0{,}07.$$

I désigne le courant en ampères qui traverse les bobines excitatrices couplées en série. Le couple antagoniste de la suspension dépend de l'excitation, ce qui prouve que des impuretés magnétiques existent dans le système mobile.

Le courant de capacité entre spires de l'équipage mobile est particulièrement important à cause de la faible couche d'isolant qui recouvre les fils. Si on suppose cette capacité localisée aux bornes du système mobile au lieu d'être uniformément répartie, ce courant donne lieu à un couple

$$\frac{\omega G^2}{Z} \sin \gamma\, (\theta - \theta_0) = \omega^2 G C\, (\theta - \theta_0),$$

qui est directement proportionnel à la capacité, au carré de la fréquence et enfin au carré du courant d'excitation. L'effet de ce couple est de diminuer le couple de rappel total ou d'allonger la période; en agissant simplement sur les constantes du circuit extérieur, il est possible de se replacer dans les conditions initiales. La capacité C exprimée en microfarad est connectée aux bornes de l'équipage et doit compenser les variations de la période introduite par la capacité distribuée. La résistance des deux bobines en série est 6,3 ohms et l'inductance, 0,18 henry.

Galvanomètre D. — Cet instrument est particulièrement intéressant en ce qu'il est destiné aux courants alternatifs dont la fréquence peut atteindre jusqu'à 2 000 p : sec. Dans ces conditions d'emploi, il y a lieu de tenir compte des pertes par hystérésis et courants de Foucault. Puisqu'il faut un entrefer pour permettre à l'équipage de se déplacer, il y a nécessairement des fuites, de sorte que l'induction dans le noyau doit être élevée pour donner au champ sa valeur convenable dans cette région. Les pertes se calculent assez facilement en faisant état des résultats acquis aux basses fréquences.

Le noyau a une forme rectangulaire de 5,9 cm et 8 cm de côtés, sa section a $1{,}5 \times 1{,}7$ cm². Il est constitué par la superposition de lames d'acier au silicium de 0,18 mm d'épaisseur, séparées par des feuilles de papier mince. Une bobine excitatrice de 500 tours de fil de cuivre de 0,64 mm de diamètre est enroulée sur l'un des côtés du rectangle; au milieu de l'autre sont découpés deux logements de 0,18 cm de longueur et écartés de 0,75 cm dans lesquels oscille l'équipage.

Celui-ci a aussi une forme rectangulaire, qui, vue de face, présente une aire moyenne de $0{,}8 \times 2{,}5$ cm², comme le montre la figure 7. Il comprend une carcasse en cuivre et mica sur laquelle sont bobinées 71,5 spires de fil de cuivre isolé à la soie et de 0,08 mm de diamètre. Les pièces de cuivre sont recouvertes de soie et, quand l'enroulement est terminé, on rabat leurs prolongements pour maintenir les fils en

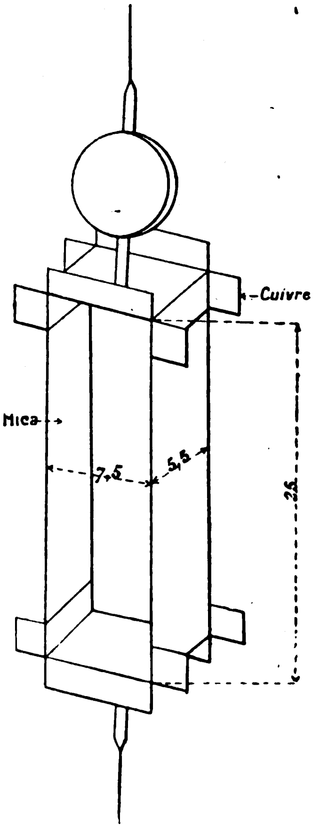


Fig. 7. — Schéma de l'équipage mobile d'un galvanomètre à excitation alternative pour fréquence de 2 000 p : sec.

place. Les rubans en cuivre de la suspension ont environ 1 cm de longueur.

Un instrument de ce genre est caractérisé par les constantes suivantes.

Ses constantes intrinsèques sont

$$K = 0{,}075,\quad D = 0{,}03,\quad U = 0{,}6,\quad G = 200\,000\, I,\quad r = 19 \times 10^9.$$

La résistance en courant continu de la bobine excitatrice est de 4 ohms. Sa résistance effective en courant alternatif croît avec l'intensité du courant et la fréquence ; elle est de 320 ohms à 2 100 p : sec et 50 ohms à 430 p : sec, quand l'intensité du courant dépasse 0,1 A ; au-dessous de cette dernière intensité, la résistance tend vers la valeur qu'elle a en courant continu quand le courant alternatif se rapproche de zéro. L'inductance apparente croît de 0,06 henry pour les faibles courants, à 0,1 henry pour les courants supérieurs à 0,1 A.

Aux fréquences élevées, une des perturbations les plus gênantes qui se manifestent consiste en une oscillation continue du cadre aussitôt qu'il est fermé sur un circuit de faible impédance. Tantôt l'oscillation s'effectue à amplitude constante, tantôt à amplitude variable et alors, on constate un phénomène analogue à celui des battements. Les faits

Digitized by Google

TABLEAU III.

FRÉQUENCES p : s	I ampères	W watts	C microfarads	T secondes	R ohms	S millimètres par microvolts	S_i millimètres par microampères
0	0,490	1,0	0,00	2,4	16	1,10	38,0
430	0,260	3,4	0,00	3,3	23	0,70	38,0
430	0,260	3,4	0,10	2,5	76	0,23	22,0
2 100	0,068	1,2	1,00	1,7	11	0,09	2,7
2 100	0,066	1,1	1,00	2,4	22,5	0,12	5,0
2 100	0,063	0,9	0,25	2,4	42,1	0,08	4,9
2 100	0,063	0,9	0,05	3,1	100,1	0,07	8,3
2 100	0,151	6,8	1,00	2,2	23,5	0,23	9,8
2 100	0,198	12,6	1,00	2,4	23,5	0,37	16,0
2 100	0,210	14,2	0,05	1,5	94,00	0,058	6,6
2 100	0,210	14,2	0,05	4,2	100,00	0,43	51,0

sont, en réalité, plus compliqués qu'ils ne paraissent à première vue ; car l'oscillation autour de l'axe n'est que la conséquence d'un mouvement d'avant en arrière du cadre dans son entrefer ; si le champ n'y est pas uniforme, ce mouvement produit une variation périodique de G et, par suite, du couple de la suspension ; c'est cette dernière variation qui engendre l'oscillation tournante. Si la fréquence du premier est à peu près deux fois plus grande que celle du second, la vibration est constante, sinon il y a des battements.

On supprime le mouvement d'avant en arrière en faisant la suspension très courte ; celle-ci à 1 cm de longueur dans le galvanomètre D que nous avons décrit. Il faut aussi s'appliquer à rendre le champ très uniforme.

Applications. — Tous ces instruments ont les mêmes applications que les galvanomètres pour courant continu ; ils sont donc tout indiqués pour les méthodes de zéro et pour celles où le courant ou la force électromotrice ne doivent pas changer quand on introduit certaines variations dans le courant ou la tension à mesurer. Ils sont aptes aussi à des mesures absolues, à la condition de les soumettre à un étalonnage préalable ; mais, pour ces emplois, ils donnent cependant de moins bons résultats.

B. C.

Répulsion et induction mutuelle des bobines de réaction (1).

Etant donné l'emploi constamment croissant des bobines de réaction dans les installations électriques dans le but de localiser les perturbations à la section où elles ont pris naissance, il est important de connaître l'ordre de grandeur de leur induction mutuelle et des forces qui s'exercent entre elles. Les formules d'induction mutuelle, entre bobines cylindriques à noyau d'air, existant actuellement, s'appliquent uniquement à des bobines de même axe. L'auteur détermine des formules s'appliquant à deux bobines à axes parallèles et traduit les résultats en graphiques plus commodes pour les calculs.

ÉTABLISSEMENT DE LA FORMULE D'INDUCTION MUTUELLE. — Pour calculer l'induction mutuelle entre les deux bobines cylindriques A et B (fig. 1), imaginons qu'on déforme cette dernière de manière que sa section, tout en conservant la même surface, soit limitée par deux arcs de circonférence concentriques à A et deux droites passant par le centre de A. La nouvelle section peut alors être considérée comme une portion d'un anneau compris entre deux circonférences de rayons $s - m$ et $s + m$. Or l'induction mutuelle de la bobine A et d'une grande bobine concentrique de rayon

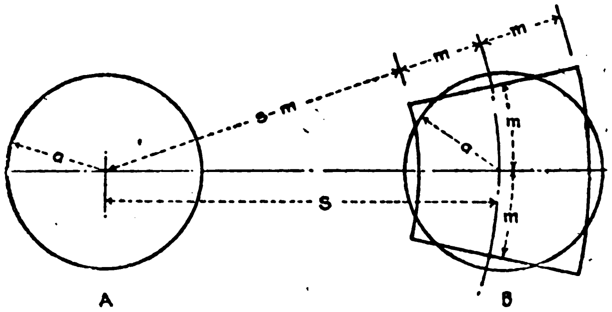


Fig. 1. — Coupe de deux bobines A et B dont l'une A est à section circulaire et l'autre B a été modifiée pour augmenter l'inductance et la répulsion.

$s - m$ et de même longueur axiale b est, d'après la formule de Searle et Airey (1) :

$$M_1 = \frac{2\pi^2 a^2 N^2}{q}\left[1 + \left(\frac{3}{8}a^2 - \frac{1}{8}b^2\right)\frac{(s-m)^2}{q^4} + \left(\frac{15}{64}a^4 - \frac{15}{64}a^2b^2 + \frac{3}{128}b^4\right)\frac{(s-m)^4}{q^8} - \left(\frac{5}{64}a^4b^2 - \frac{5}{64}a^2b^4 + \frac{1}{128}b^6\right)\frac{(s-m)^2}{q^8} + \ldots\right]. \qquad (1)$$

a = rayon moyen de la bobine,
b = longueur de la bobine,
c = épaisseur du fil,
s = distance entre centres des bobines, } en cm
N = nombre de spires de chaque bobine,

$$q = \sqrt{\frac{1}{4}b^2 + (s-m)^2}.$$

(1) H.-B. DWIGHT. *Electrical World*, 16 juin 1917, t. LXIX, n° 24, p. 1 148-1 150, 1 700 mots, 6 fig.

(1) *The Electrician*, 1905, t. LVI, p. 318 ; *Bulletin of the Bureau of Standards*, t. VIII, n° 1, équation 43, p. 62.

Digitized by Google

$$r = \sqrt{\frac{1}{4}b^2 + (s+m)^2}.$$

De même, l'induction mutuelle de la bobine A et d'une bobine de rayon $s + m$ est donnée par la formule

$$M_2 = \frac{2\pi^2 a^2 N^2}{r}\left[1 + \left(\frac{3}{8}a^2 - \frac{1}{8}b^2\right)\frac{(s+m)^2}{r^4} + \ldots\right]. \quad (2)$$

La différence entre M_1 et M_2 représente le nombre de lignes de forces qui traversent l'espace circulaire d'épaisseur $2m$ qui sépare les deux grandes bobines. La section de la bobine modifiée B (carré de côté $2m$) étant $4m^2 = \frac{m}{\pi s}4\pi ms$, soit $\frac{m}{\pi s}$ fois la surface de la section de cet espace annulaire, l'induction mutuelle de A et de B sera

$$\frac{m}{\pi s}(M_1 - M_2). \quad (3)$$

Ces formules s'appliquant aux solénoïdes théoriques ;

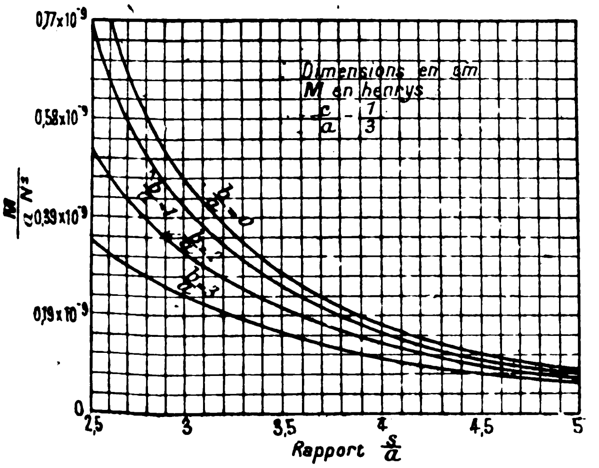


Fig. 2. — Induction mutuelle de bobines à axes parallèles.

pratiquement, l'épaisseur c du fil nécessite la correction suivante :

$$M = M_s + \frac{c^2}{24}\left(\frac{d^2 M_s}{da^2} + \frac{d^2 M_s}{ds^2}\right). \quad (4)$$

où

M est l'induction mutuelle des deux bobines de rayons moyens a et $s - m$ ou $s + m$, et M_s est l'induction mutuelle de deux solénoïdes théoriques de mêmes rayons.

La valeur corrigée M_1 devient

$$M'_1 = M_1 + \frac{\pi^2 c^2 N^2}{6q} = M_1 + \frac{2\pi a^2 N^2}{q}\cdot\frac{c^2}{12a^2}. \quad (5)$$

Le premier terme des séries dans l'expression de M_1 et de M_2 devient donc $1 + \frac{c^2}{12a^2}$ au lieu de 1.

Finalement, introduisant les termes en c, l'équation (3) devient

$$M = \frac{2\pi a^2 N^2 m}{s \times 10^9}\left[\left(1 + \frac{c^2}{12a^2}\right)\left(\frac{1}{q} - \frac{1}{r}\right) - \left(\frac{1}{8}b^2 - \frac{3}{8}a^2\right)\left(\frac{(s-m)^2}{q^5} - \frac{(s+m)^2}{r^5}\right) + \ldots\right] \quad (6)$$

dans laquelle les dimensions sont exprimées en centimètres et M en henrys.

Déduction de la formule exprimant la force de répulsion. — La force en dynes qui s'exerce entre deux bobines est égale à la dérivée de l'induction mutuelle par rapport à la distance qui sépare les bobines sous condition d'emploi d'unités absolues et les bobines étant parcourues par l'unité d'intensité de courant. Différentions les formules (1) et (2), par rapport à s, nous obtenons l'expression de la force

$$F = \frac{2\pi a^2 i_1 i_2 N^2 m}{4{,}45 \times 10^7}\left[\left(1 + \frac{c^2}{12a^2}\right)\left(\frac{1}{qs^2} + \frac{s-m}{q^3 s} - \frac{1}{rs^2} - \frac{s+m}{r^3 s}\right) + \left(\frac{1}{8}b^2 - \frac{3}{8}a^2\right)\left(\frac{(s-m)(s+m)}{q^5 s^2} - \frac{5(s-m)^3}{q^7 s} - \frac{(s-m)(s+m)}{r^5 s^2} + \frac{5(s+m)^3}{r^7 s}\right) + \ldots\right]. \quad (7)$$

Les rapports des diverses dimensions intervenant seuls, il en résulte que celles-ci peuvent être mesurées au moyen d'une unité quelconque et que, lorsque toutes les dimensions d'un groupe de bobines varient dans le même rapport, la force n'est pas changée.

Les figures 2 et 3 représentent les graphiques établis par l'auteur au moyen des formules (6) et (7).

Les résultats des formules (6) et (7) sont seulement approximatifs pour deux bobines rondes, mais peuvent être considérés comme suffisamment exacts pour la bobine A et pour la bobine déformée B (fig. 3), si on calcule un nombre suffisant de termes de la série.

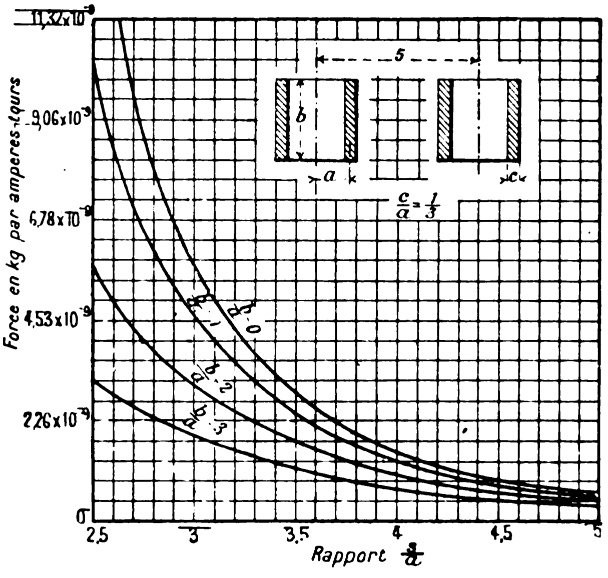


Fig. 3. — Force s'exerçant entre deux bobines de réaction à axes parallèles.

P. G.

Installation de compteurs à double tarif, sans mouvement d'horlogerie [1].

Ordinairement, les compteurs à double tarif sont munis d'un mouvement d'horlogerie qui actionne, à des heures déterminées, la commande de changement de tarif; depuis

[1] *Elektroindustrie*, 15 juillet 1917, t. IX, p. 240-242, 5 fig.

Digitized by Google

quelque temps, on emploie en Suisse, dans les petites installations, des compteurs à double tarif qui enregistrent au tarif maximum dès que l'on allume une des lampes de l'installation.

L'installation comporte alors deux circuits avec retour commun, l'un pour la lumière, l'autre pour la force motrice et le chauffage. Le montage peut être fait de deux manières, soit qu'un seul des circuits puisse être fermé, soit que les deux puissent être fermés simultanément de manière que l'on puisse avoir à la fois de l'énergie pour lumière et force motrice, mais au tarif maximum.

En général, on emploie un interrupteur principal qui, en fermant le circuit lumière, ferme un circuit de relais dans lequel est intercalé un électro-aimant qui, pendant qu'il est excité, fait enregistrer le compteur au tarif maximum; quand le circuit lumière est couplé, l'électro de relais n'est plus excité et le compteur enregistre au tarif minimum.

Dans le cas où un seul des circuits peut être fermé, il faut parfois, pour pouvoir allumer une seule lampe, se rendre à l'endroit où est installé l'interrupteur principal qui peut être très éloigné; dans le second cas, quand les deux circuits peuvent être fermés simultanément, il peut se faire que, quand tous les interrupteurs isolés pour lumière sont

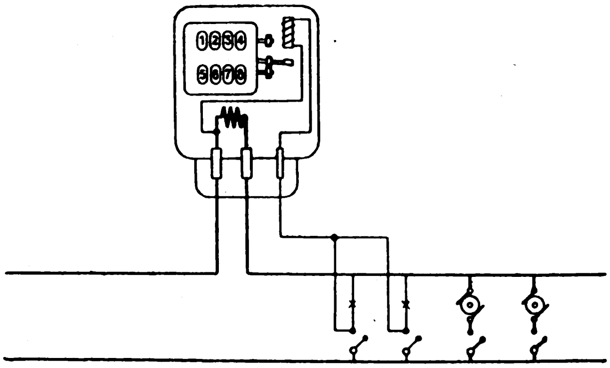


Fig. 1.

fermés, on paie l'énergie motrice au tarif maximum, si on a oublié de manœuvrer l'interrupteur principal.

Il est alors naturellement venu à l'idée de faire commander le relais d'enregistrement au tarif maximum du compteur par chacun des interrupteurs de lumière; cela, il est vrai, exige la pose de conducteurs supplémentaires, mais ceux-ci peuvent être en métal de grande résistance, comme le fer, de sorte que l'inconvénient n'est pas grand surtout dans une installation nouvelle.

Cependant, dans ce cas, on ne peut employer pour les lampes, ainsi qu'on le fait ordinairement, des interrupteurs unipolaires, car dès que l'un de ceux-ci serait fermé, ainsi que le montre le schéma de la figure 1, toutes les lampes de l'installation s'allumeraient, étant mises en circuit, par les fils de relais.

Il faut employer des interrupteurs bipolaires, comme le montre la figure 2, soit en reliant deux des plots à un des conducteurs principaux, comme le montre le schéma de l'interrupteur de gauche, soit en reliant les deux plots directement par un conducteur et en faisant communiquer celui-ci avec le conducteur principal, ainsi que le montre le schéma du deuxième interrupteur, soit encore en remplaçant la plaque isolante entre les deux plots du bas par une plaque métallique, comme le montre le schéma du troisième interrupteur représenté par une croix.

On utilise, dans la pratique, des interrupteurs tournants bipolaires qui ne sont pas beaucoup plus chers que des unipolaires.

Si, avec ce système de montage, il n'y a pas deux circuits

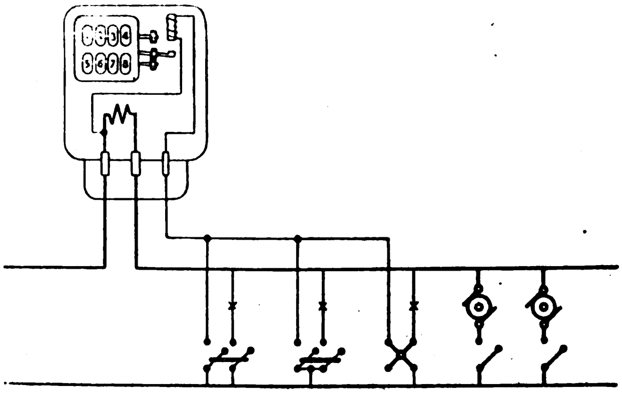


Fig. 2.

distincts, on peut, pendant le temps de l'allumage, utiliser de l'énergie motrice, mais alors au prix maximum.

Si on a une lampe, qui doit pouvoir être allumée, même pendant les périodes de tarif minimum, on la branche, comme les moteurs et les appareils de chauffage, au moyen d'un interrupteur ordinaire ne fermant pas le circuit de relais.

Si l'on veut que, pendant la période d'allumage, on ne puisse mettre en service certains appareils de chauffage et certains moteurs, on les dispose dans un circuit spécial, dont l'interrupteur commandé par un relais reste ouvert tout le temps pendant lequel une lampe est allumée, comme il est indiqué sur la droite du schéma de la figure 3.

Ces dispositifs ont été brevetés par la Société Landis et

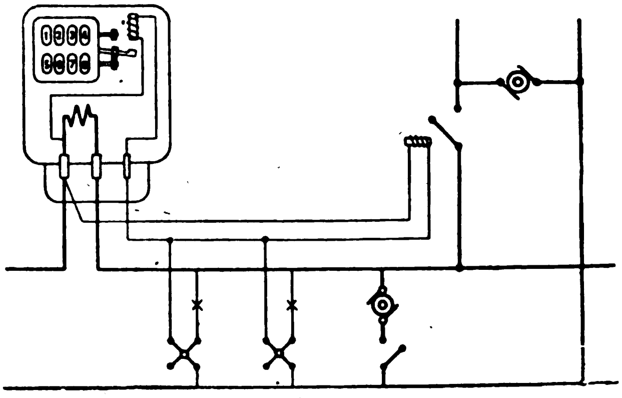


Fig. 3.

Gyr, de Zoug, qui avait une telle installation à la Foire d'échantillons de Bâle.

Le seul inconvénient de ce mode de montage est que l'abonné peut, s'il n'allume aucune de ses lampes pendant le temps de l'éclairage, faire fonctionner au tarif minimum ses moteurs et appareils de chauffage; mais il n'est pas très grand dans la pratique, vu la gène due au manque de tout éclairage électrique. F. L.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Conseils pratiques pour la construction des grands postes de transformation à haute tension

Il n'y a eu jusqu'ici aucune unification dans l'installation des postes de transformation à haute tension et grande puissance. On est frappé de voir, en visitant quelques postes dans différents pays, que les expériences faites dans une installation ont été rarement mises à profit pour la construction d'autres postes. Il en résulte que les interruptions de service dues à des dispositions défectueuses des stations de transformation sont très nombreuses. L'auteur s'est attaché dans cet article à montrer combien il est important d'étudier dans tous ses détails un poste de transformation à haute tension. Il indique un certain nombre de précautions à prendre au moment de la construction pour éviter des déboires pendant l'exploitation.

Considérations générales. — Les difficultés d'approvisionnement en charbon des centrales thermo-électriques pendant la guerre ont montré une fois de plus les avantages incontestables des centrales hydro-électriques.

Comme il est rare de trouver des forces hydrauliques importantes à proximité immédiate des grands centres de distribution, le développement des centrales hydrauliques est lié à celui des lignes électriques et des postes de transformation à très haute tension.

Une ligne de transmission à haute tension comporte, en général, un poste de transformation à chacune de ses extrémités : poste élévateur du côté de l'usine, poste abaisseur du côté de la distribution. Le premier élève la tension des génératrices de l'usine à la tension choisie pour le transport, et le second abaisse cette dernière à la tension moyenne choisie pour la grande distribution, c'est-à-dire pour l'alimentation des abonnés haute tension et des postes de transformation secondaires fournissant aux petits abonnés le courant à 100 ou 200 v. Nous ne parlerons pas ici de ces derniers postes, nous ne nous occuperons que des postes élévateurs ou abaisseurs reliés aux lignes de transmission.

L'ingénieur chargé de l'étude d'un poste de transformation doit se laisser guider par les trois principes suivants :

1° Sécurité de service ; 2° rapidité de manœuvre ; 3° économie.

La sécurité n'est pas obtenue, comme on le croit souvent, en multipliant les appareils et les connexions de réserve.

Un schéma simple, un choix et une disposition judicieux d'appareils, des espaces suffisants entre barres et entre appareils, des dispositifs de signaux bien étudiés sont les principaux facteurs à considérer pour obtenir une installation sûre.

On obtiendra la rapidité de manœuvre en réunissant dans un même local toutes les commandes des interrupteurs et tous les instruments de mesure.

Ce n'est pas dans la diminution du nombre d'instruments de mesure ou de dispositifs de signaux qu'il faut rechercher l'économie. Celle-ci, en effet, ne doit pas être réalisée aux dépens de la sécurité. C'est principalement en étudiant soigneusement la disposition des appareils que l'on pourra réduire l'espace inutilement occupé par des connexions. La réduction des dimensions du poste est un des grands facteurs d'économie. Un second facteur se trouve dans le choix d'un schéma simple : des barres en boucle, des lignes et appareils de réserve, des systèmes de barres doubles sont parfois indispensables pour le service, mais, dans bien des cas, ils sont inutiles et diminuent même la sécurité. Certains postes comprennent en réalité deux postes complets enchevêtrés l'un dans l'autre et dont l'un doit servir de réserve à l'autre, c'est inutile, cher et cela peut être même dangereux.

L'ingénieur qui étudie un poste devrait avoir toujours devant les yeux une liste des prix des appareils, il peut souvent réaliser de grandes économies en réduisant leur nombre. C'est pour cette même raison qu'il faut être très prudent lorsque l'on confie au fournisseur des appareils l'étude complète du poste.

Nous verrons plus loin plus en détail de quelle manière on peut obtenir une installation sûre et en même temps économique.

Choix des tensions. — Le choix des tensions ne rentre pas à proprement parler dans le cadre de cette étude ; aussi n'en dirons-nous que quelques mots.

La tension de transmission est choisie en appliquant les règles d'économie et de bon service [1]. La limite supérieure de tension de ligne actuellement atteinte en Europe est de 110 000 v pour une ligne existant en Catalogne.

La tension de distribution est en général choisie entre 3 000 et 15 000 v. Elle dépend de l'étendue de la distri-

[1] Voir *Calculs techniques et économiques des lignes de transport*, par C. Le Roy. Hermann éditeur.

Digitized by Google

bution, du genre de distribution (câbles souterrains, lignes aériennes), de la puissance distribuée et aussi de la tension des lignes déjà existantes dans la région au moment de l'installation.

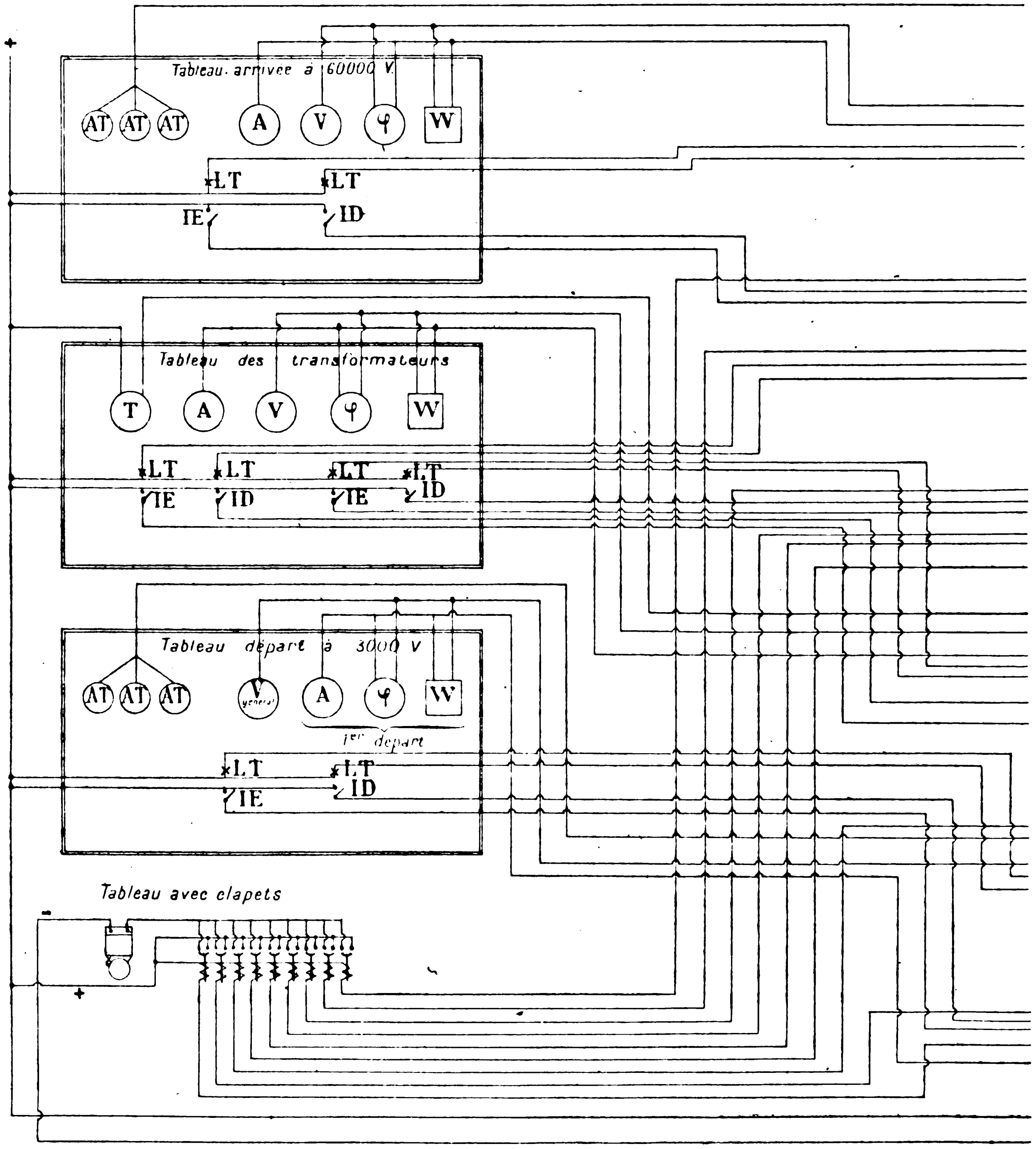


Fig. 1.

LT, lampe témoin; IE, contact commandant l'enclanchement d'un interrupteur; ID, contact commandant le déclanchement d'un interrupteur; T, thermomètre thermo-électrique; A, ampèremètre; V, voltmètre; W, wattmètre; φ, indicateur de cos φ; AT, ampèremètre indicateur de terre.

La tension des génératrices est fixée par des règles d'économie et de sécurité, elle est comprise le plus souvent entre 2 000 et 12 000 v. La tendance a été, ces dernières années, de choisir une tension élevée, de 10 000 à 12 000 v; on est actuellement revenu à des tensions plus basses, étant donnés les inconvénients révé-

Digitized by Google

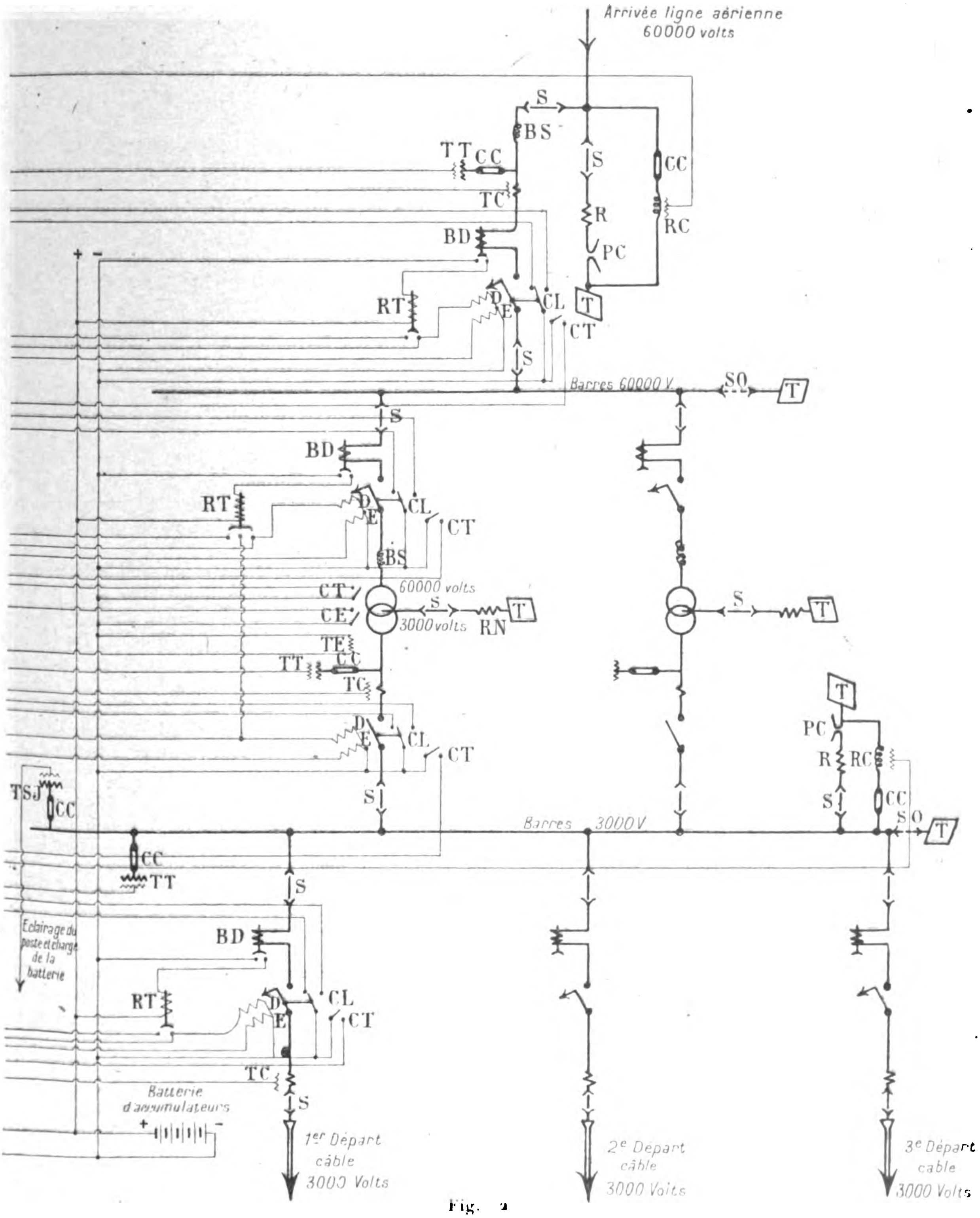


Fig. 2

S, sectionneur ; BS, bobine de self-induction ; CC, coupe-circuit ; TT, transformateur de tension ; TC, transformateur de courant ; RC, bobine de réactance pour l'écoulement des charges statiques avec enroulement secondaire alimentant les amperemetres indicateurs de terre ; R, résistance dans l'huile ; PC, parafoudre ; BD, bobine haute tension fermant le circuit du relais à temps lorsque le courant dépasse sa valeur normale ; RT, relais à temps ; D, bobine commandant le déclanchement de l'interrupteur ; E, bobine commandant l'enclanchement de l'interrupteur ; CL, contact commandé par l'interrupteur fermant le circuit des lampes témoins ; CT, contact de température fermant le circuit sonnerie lorsque la température de l'huile dépasse sa valeur normale ; SO, sectionneur ouvert pendant le service permettant de mettre les barres à la terre ; RN, résistance de mise à terre du neutre des transformateurs ; CE, contact fermant le circuit sonnerie lorsque la circulation de l'eau est arrêtée ; TE, résistance du thermomètre électrique ; TSJ, transformateur pour l'alimentation des services internes.

Digitized by Google

lés pendant l'exploitation avec des tensions trop élevées. Pour l'unification du matériel, il peut être indiqué de choisir, pour la tension des génératrices, la tension fixée pour la distribution.

Il est tentant parfois, lorsque la distance de l'usine au centre de distribution n'est pas grande, de supprimer les postes de transformation à haute tension en choisissant la même tension pour la production, le transport et la distribution. Cette solution ne doit être adoptée que dans des cas spéciaux. Les résultats obtenus en branchant des lignes aériennes sur les barres des génératrices ont été en général mauvais. Nous connaissons de nombreux cas de coups de foudre sur des lignes aériennes ayant causé des avaries aux génératrices malgré les appareils de protection. Ces accidents ne se seraient probablement pas produits si la ligne avait été séparée des génératrices par un transformateur, ils ne se sont de fait plus produits dans une installation en Italie, depuis le moment où l'on a intercalé entre la ligne et les génératrices des transformateurs avec rapport de transformation 1/1.

Schéma. — Le schéma type d'un poste de transformation est excessivement simple, nous le donnons ci-dessus pour un poste abaisseur (fig. 1). Il est susceptible d'une infinité de variantes suivant les conditions particulières que doit remplir chaque poste. Il pourra être nécessaire, par exemple, de placer plusieurs jeux de barres pour séparer les départs en groupes alimentés par certains transformateurs, mais en règle générale, comme nous l'avons déjà dit, il ne convient, ni au point de vue économique, ni au point de vue sécurité, de compliquer le schéma général.

Batiment. — Les plans définitifs de construction du bâtiment ne doivent être établis qu'après que les plans exacts de l'installation électrique sont terminés. En d'autres termes, le bâtiment doit être construit en prévision des appareils et connexions qu'il contiendra.

Ceci paraît évident et cependant la méthode suivie souvent consiste à construire le poste avec des données approximatives et vagues sur les dimensions des locaux nécessaires et ensuite à y disposer les appareils. Combien de kilomètres de câbles auraient été épargnés et combien de dispositions d'appareils extravagantes auraient été évitées si l'on avait toujours commencé par faire le plan exact de l'installation, avec les dimensions exactes des appareils, avant de commencer à construire. Les plans d'installation et de construction doivent être étudiés en même temps, le plan définitif de construction étant établi en dernier lieu.

Lorsque le terrain le permet, il est bon d'éviter un trop grand nombre d'étages, et de disposer le poste sur un ou deux étages seulement. Les risques d'incendie seront ainsi réduits, la surveillance plus facile, la manutention et le remplacement des appareils plus rapides.

Les plans du bâtiment doivent être tels qu'un agrandissement soit possible si le poste n'est pas construit de prime abord pour la puissance maximum disponible ou pour le nombre de lignes maximum prévues.

Il est dangereux d'utiliser pour la construction d'un poste de transformation des matériaux inflammables. Le bois doit être absolument proscrit, aussi bien pour les poutraisons que pour les plafonds, les portes ou les fenêtres. Les constructions en béton armé sont de plus en plus employées ; dans ce cas, toutes les traversées de murs et scellements doivent être préparés pendant la construction.

Tous les locaux doivent être dimentionnés largement, c'est une fausse économie que de vouloir réduire à l'extrême les dimensions, car les accidents sont alors plus fréquents et le temps perdu à des réparations et manutentions d'appareils plus grand. Ce n'est pas dans la réduction de l'espace départi à chaque appareil qu'il faut chercher l'économie de place, mais dans la bonne disposition des appareils et connexions.

En Amérique, il existe un certain nombre de postes de transformation en plein air (¹), mais il ne semble pas que les avantages de ce système soient suffisants pour que les postes extérieurs supplantent les postes intérieurs, tout au moins en Europe. Nous ne pensons pas que l'on puisse avec les postes extérieurs obtenir la même sécurité et la même rapidité de manœuvre qu'avec les postes intérieurs.

Un système intermédiaire et qui semble devoir donner de bons résultats a été appliqué pour deux postes de transformation à Turin. Il consiste à placer l'appareillage haute tension dans un bâtiment, l'appareillage moyenne tension dans un autre, et chaque transformateur dans une construction spéciale. Les avantages principaux sont : la diminution des risques d'incendie, ou tout au moins la localisation des incendies dans une partie des installations seulement, et la facilité d'agrandissement.

Les postes de transformation élévateurs sont installés parfois dans le bâtiment même de l'usine hydro-électrique. La tendance actuelle est plutôt de les installer dans des bâtiments spéciaux à proximité de l'usine. S'il n'est pas possible d'adopter cette disposition, la partie du bâtiment de l'usine contenant le poste doit être tout à fait indépendante du reste de l'usine.

Transformateurs. — Le choix du nombre et de la puissance des transformateurs dépend de conditions particulières. Il peut être avantageux, dans certains cas, pour les postes élévateurs, d'attribuer à chaque groupe générateur un transformateur, ou d'en attribuer un à chaque départ à haute tension. Il est nécessaire, pour la sécurité du service et pour permettre des revisions périodiques, de disposer d'au moins un transformateur de réserve.

Un certain nombre de postes de transformation triphasés sont encore pourvus de transformateurs monophasés, chaque groupe transformateur comprenant alors trois transformateurs monophasés en étoile ou triangle.

(¹) Voir dans la *Revue générale de l'Electricité*, 17 mars 1917, t. I, p. 423. « Les sous-stations extérieures de transformation ».

Digitized by Google

Cette disposition se justifiait à une époque où la construction de transformateurs triphasés à haute tension n'offrait pas de garanties suffisantes. Actuellement, sauf peut-être pour des tensions exceptionnellement élevées, les constructeurs donnent des garanties qui permettent l'emploi de transformateurs triphasés, d'où économie de place et d'argent.

Les transformateurs utilisés le plus couramment sont les transformateurs dans l'huile avec refroidissement par circulation d'eau dans le transformateur. Certains constructeurs préfèrent éviter de faire entrer de l'eau sous pression dans les transformateurs, par crainte de fuite, et construisent des transformateurs avec circulation d'huile par thermo-siphon, l'huile se refroidissant dans des serpentins qui traversent un réservoir d'eau extérieur au transformateur [1]. Ce dispositif exige plus de place.

Les Américains, dans les postes de transformation modernes, installent une tuyauterie permettant de remplacer l'huile d'un transformateur sans en interrompre le service. Un réservoir contient toujours une réserve d'huile suffisante pour un ou deux transformateurs. L'huile usagée passe à travers des filtres et redevient utilisable. Tous les postes importants devraient être disposés ainsi, de manière à permettre le remplacement périodique, qui doit être fait une ou deux fois par an, de l'huile usagée par de l'huile fraîche.

Il est bon d'exiger que les transformateurs possèdent un robinet de vidange à très grand débit. Ce robinet déverse l'huile dans une canalisation qui la conduit à l'extérieur du poste dans un puits perdu; il n'est utilisé qu'en cas d'incendie du transformateur et doit pouvoir être manœuvré de l'extérieur du local contenant ce dernier. Pour diminuer les risques d'incendie, il est indiqué de placer chaque transformateur dans un local spécial, fermé, avec ouverture à jalousies sur l'extérieur à la partie inférieure et supérieure, afin d'assurer la ventilation. Le local doit être suffisamment vaste pour que l'échauffement ne soit pas trop grand; si l'espace disponible n'est pas suffisant, il faut prévoir une ventilation artificielle.

Il est très important que la température de l'huile ne dépasse pas la valeur limite fixée par le constructeur. Dans certains postes, on se contente d'un dispositif provoquant le déclanchement d'une sonnerie lorsque la circulation d'eau est interrompue; dans d'autres, on place à l'intérieur de la cuve un appareil fermant le circuit d'une sonnerie lorsque la température de l'huile dépasse une valeur fixée; dans d'autres, enfin, on installe un thermomètre électrique donnant sur le tableau la température de l'huile. Ces trois dispositifs ne s'excluent d'ailleurs pas l'un l'autre, et une installation moderne les comprendra en général tous trois. Tous les transformateurs devraient être munis au moins du second.

Cloisonnements et cellules. — Peu de questions ont été autant discutées et réalisées de tant de manières différentes que celles du cellulage. Dans certains postes, toutes les barres et tous les appareils sont enfermés dans une cellule fermée de tous les côtés; dans d'autres, toutes les cellules sont supprimées et, entre ces deux cas extrêmes, on trouve tous les cas intermédiaires : cellulage vertical seulement, ou horizontal seulement, cellules ouvertes d'un côté ou entièrement fermées, cellules autour des appareils seulement et non autour des barres, cellules en treillis métallique ou en ciment, briques, duro ou autres matières isolantes, cellules pour les tensions moyennes seulement et non pour les hautes tensions, ou l'inverse, cellules dans les régions à portée de la main seulement ou aussi hors de portée de la main.

Chacune de ces dispositions a des adversaires et des partisans acharnés.

Voyons quels sont les avantages et les inconvénients du cellulage. Les cloisons qui entourent un appareil contenant de l'huile ont pour première fonction de circonscrire les incendies et d'empêcher qu'un interrupteur qui a pris feu, par exemple, ne provoque l'incendie d'autres appareils, elles empêchent les projections d'huile sur d'autres appareils, elles protègent aussi les personnes contre un contact accidentel avec des conducteurs sous tension.

Les cloisons séparant des parties d'installation entre elles permettent de travailler sans danger dans une cellule, les autres cellules restant sous tension.

Les cloisons entourant des conducteurs permettent de diminuer un peu la distance entre conducteurs de phases différentes et protègent les personnes contre des contacts involontaires. A côté de ces avantages, le cloisonnement a aussi de gros inconvénients : le cloisonnement vertical en premier lieu, loin de limiter les incendies, constitue fréquemment une véritable cheminée et active le feu. Les cloisons rendent souvent les réparations très difficiles, elles empêchent un remplacement rapide d'appareils, elles augmentent beaucoup le nombre des traversées de murs qui sont toujours des points faibles, elles empêchent aussi une bonne ventilation. De plus, la construction des cloisonnements est chère et augmente le prix de l'installation.

Est-ce à dire qu'il faille supprimer complètement les cloisonnements? Ce n'est pas notre avis, mais nous estimons qu'il suffit d'enfermer les appareils, principalement les interrupteurs dans l'huile, dans des cellules en briques ou en ciment, fermées d'un côté par une porte en treillis métallique. Il est bon aussi de placer des cloisons de chaque côté des sectionneurs et des transformateurs de mesure.

Il convient encore de séparer, par une cloison qui peut être simplement en treillis métallique, certaines parties d'installation distinctes, pour permettre aux monteurs de travailler sans danger dans une partie du poste et sans qu'il soit nécessaire d'interrompre le service dans les régions voisines. Nous estimons les cloisons entre barres tout à fait inutiles, l'espace doit être prévu suffisant pour que l'économie de place réalisée par une paroi isolante séparant deux barres n'entre pas en ligne de compte. Comme protection mécanique pour les barres se trouvant à portée de la main, nous préconisons des treillis métal-

[1] *R. G. E.*, 6 octobre 1917, t. II, p. 535.

Digitized by Google

liques, mis à la terre, d'un prix de revient moins élevé et d'une protection plus efficace.

Interrupteurs. — Les seuls interrupteurs utilisés actuellement sont les interrupteurs dans l'huile. Le choix d'un interrupteur dans l'huile est délicat car ces appareils ont fréquemment causé des accidents. Il n'est pas possible de poser des règles précises sur la quantité d'huile nécessaire, les dimensions des contacts, etc. La qualité d'un interrupteur dépend beaucoup de la disposition des organes, profondeur d'immersion des contacts, rapidité de déclanchement, etc. C'est l'expérience surtout qui montre les qualités d'un type d'interrupteur. Un accident fréquent est l'explosion des interrupteurs sous l'effet des gaz provoqués par l'échauffement de l'huile.

La commande de l'interrupteur doit être séparée de ce dernier par une paroi en maçonnerie, de telle sorte que celui qui manœuvre l'interrupteur ne soit pas exposé à des projections d'huile.

Les explosions se produisent en général au moment d'un déclanchement après échauffement préalable de l'huile par un mauvais contact. Une bonne précaution consiste à placer dans chaque cuve d'interrupteur un contact fermant le circuit d'une sonnerie lorsque l'huile dépasse une température donnée.

Le fond de la cellule contenant l'interrupteur doit être en forme d'entonnoir débouchant dans une cuvette remplie de sable en suffisance pour noyer toute l'huile de l'interrupteur, ou aussi débouchant dans une conduite amenant l'huile à un puits perdu situé en dehors du poste.

On adopte de plus en plus les dispositifs de commande électrique, enclanchement et déclanchement, des interrupteurs à distance depuis le tableau. Le prix un peu plus élevé de l'installation est compensé par la plus grande rapidité et la sûreté des manœuvres. Il est bon de placer à différents endroits du poste, sur le tableau, à l'entrée, etc., des contacts provoquant le déclanchement instantané de tous les interrupteurs d'arrivée de courant, afin de pouvoir mettre tout le poste hors tension. Ces contacts peuvent être protégés par une glace mince ou du papier pour qu'ils ne soient manœuvrés qu'en cas d'urgence. Ce dispositif a, à notre connaissance, sauvé la vie à un homme au moins dans une installation en Italie.

En Europe, les interrupteurs sont construits généralement avec au moins deux points de rupture et souvent, lorsque le courant à couper est de grande intensité, avec intercalation d'une résistance de choc pour rendre la rupture moins brusque. Les interrupteurs américains sont plus simples avec parfois un seul point de rupture, mais en général dimensionnés plus largement.

Il est nécessaire de pouvoir rapidement et facilement enlever un interrupteur et le remplacer par un autre, pour cela, il est prudent de ménager des accès faciles aux cellules des interrupteurs. Ceux-ci sont montés le plus souvent sur des chariots faisant corps avec eux. Ces chariots sont en outre munis d'un dispositif permettant de sortir facilement l'interrupteur de sa cuve afin de vérifier les contacts.

Le réglage du déclanchement automatique est délicat. Lorsqu'une surcharge se produit sur une ligne, seul l'interrupteur de cette ligne doit déclancher; il est donc nécessaire de régler très exactement le nombre de secondes après lequel le déclanchement se produira, ce temps étant différent pour les interrupteurs d'arrivée, pour les interrupteurs des transformateurs et pour les interrupteurs de départ.

Le temps de déclanchement doit être absolument indépendant du courant. Cette condition est rarement remplie, mais elle est très importante. Si elle n'est pas remplie, il n'est pas possible de régler d'une manière normale le temps de déclanchement des différents interrupteurs. Il est bon en outre, dans certains cas, de munir les interrupteurs de départ d'un contact provoquant le déclanchement instantané en cas de court-circuit.

L'appareil d'enclanchement est constitué soit par un dispositif électromagnétique, soit par un moteur, suivant les constructeurs. Ces deux systèmes ont fait leurs preuves.

Sectionneurs. — Les sectionneurs servent à séparer entre elles les différentes parties de l'installation. On place des sectionneurs à l'entrée des lignes dans le poste, on en place de chaque côté des interrupteurs et, en général, partout où il peut être nécessaire d'isoler un appareil ou une partie d'installation, pour permettre des revisions, nettoyages ou réparations.

Les sectionneurs du type couramment employé, c'est-à-dire constitués par un couteau pivotant autour d'un axe et muni d'un anneau pour permettre la manœuvre à l'aide d'une perche isolante, sont des appareils qui n'ont d'autre qualité que leur prix relativement peu élevé. Ils sont mal commodes à manœuvrer et dangereux, car il est toujours dangereux de manier une perche souvent très longue au milieu d'appareils sous tension. De plus, comme rien n'empêche de manœuvrer les sectionneurs par erreur, en charge, leur ouverture dans ces conditions a fréquemment provoqué des accidents.

Pour remédier à ces dangers, les sectionneurs doivent : 1° être commandés non plus par perche isolante, mais par commande fixe, à portée de la main; 2° ne plus être constitués par trois couteaux indépendants l'un de l'autre, mais reliés mécaniquement de telle sorte que les trois couteaux soient manœuvrés simultanément.

Il est bon de munir certains sectionneurs d'un dispositif de verrouillage empêchant leur ouverture lorsqu'ils sont sous charge. Des sectionneurs répondant à ces conditions existent, mais leur prix élevé a beaucoup limité jusqu'à présent leur emploi. Nous estimons que, malgré cet inconvénient, ils devraient être employés au moins pour les sectionneurs principaux. La commande du sectionneur doit être placée de telle sorte que celui qui la manœuvre soit séparé par une cloison de l'appareil. Ceci est surtout important lorsque le sectionneur n'est pas muni d'un dispositif empêchant la manœuvre par erreur en charge.

Digitized by Google

Il est bon que l'arrivée du courant se fasse sur la partie fixe du sectionneur pour que le couteau ouvert ne soit pas sous tension.

—

Appareils de protection. — Le choix des appareils de protection des lignes à haute tension ne rentre pas dans le cadre de cette étude [1], nous en dirons quelques mots seulement. Les appareils de protection le plus couramment employés sont :

1° Les parafoudres à cornes ou à distance explosive avec résistances liquides ou métalliques. Ces parafoudres, placés entre phase et terre ou aussi entre phase et phase, sont le plus couramment employés.

2° Les déchargeurs continus destinés à écouler les charges statiques et constitués par des résistances hydrauliques ou métalliques.

3° Les parafoudres électrolytiques en aluminium, très peu connus en Europe mais très employés en Amérique. Ces appareils sont, au dire des ingénieurs américains, ceux qui leur ont donné les meilleurs résultats.

4° Les condensateurs. Ces appareils ne semblent pas avoir donné en pratique les résultats que la théorie [2] permettait d'attendre d'eux.

5° Les bobines de self-induction placées dans toutes les installations, servant à compléter les autres dispositifs de protection.

Les appareils de protection, quel qu'en soit le système, doivent être placés près de l'entrée de la ligne aérienne dans le poste.

La ligne doit aller directement sans coudes brusques de l'entrée du poste aux parafoudres, car les coudes forment une self-induction qui diminue l'efficacité des parafoudres. S'il n'est pas possible d'éviter les coudes, ceux-ci doivent être à très grand rayon.

Lorsque, comme on le voit encore dans beaucoup de postes, les appareils de protection sont placés loin de l'entrée, la partie de l'installation située entre l'entrée et les parafoudres n'est pas protégée.

Pour les très hautes tensions, la ligne ne doit comporter ni arêtes vives ni pointes.

Les bobines de self-induction sont constituées par une barre de section ronde ou rectangulaire et enroulée en forme de cylindre ou de disque. Les bobines en fer sont avec raison de plus en plus employées.

La forme de la bobine a peu d'importance, la question d'encombrement fait choisir, suivant les cas, des bobines cylindriques ou en disque.

Il est bon de protéger chaque transformateur par des bobines de self-induction placées à l'arrivée de la ligne au transformateur.

La question des lignes de terre est souvent négligée. Une installation de protection est inutile si la ligne de terre et la mise à la terre sont mauvaises. On se contente parfois pour un poste d'une seule mise à la terre à laquelle sont reliés tous les circuits de terre, c'est-à-dire les parafoudres haute et basse tensions et les parties métalliques de l'installation. Cette disposition peut être dangereuse si la mise à terre devient défectueuse pour une raison ou une autre, les parties métalliques pouvant se trouver alors sous tension lorsque les parafoudres fonctionnent.

Nous croyons que les parafoudres doivent avoir une mise à la terre indépendante et une ligne de terre qui sera traitée comme une ligne sous tension, c'est-à-dire qui sera supportée par des isolateurs et sera hors de portée de la main. Cette ligne doit être droite, sans coudes brusques, constituée avec du fil de cuivre d'une section égale à celui de la ligne d'arrivée au parafoudre ou tout au moins de 35 à 50 mm² de section. La ligne de terre ne comporte pas de soudure.

La mise à terre est constituée en général par une plaque de tôle enterrée dans un terrain humide. Cette disposition est bonne si le terrain est toujours humide pendant toutes les saisons de l'année. Lorsqu'il n'y a pas de terrain humide à proximité du poste, on croit parfois pouvoir s'en passer en entourant la plaque de charbon. Les mesures de résistance de terre que nous avons faites avec des plaques entourées de charbon ne nous ont pas donné de bons résultats.

Une bonne disposition consiste à relier la ligne de terre à des plaques de cuivre ou de tôle de fer galvanisées ou mieux plombées, à noyer ces plaques dans de la terre végétale à deux ou trois mètres de profondeur et à placer au-dessus des tubes de fer verticaux percés de trous. Ces tubes débouchent à la surface du sol et on y verse périodiquement de l'eau salée qui arrose le terrain entourant les plaques. Il est bon aussi de conduire l'eau des chéneaux dans ces tubes.

Suivant le terrain, les plaques ont une surface totale de contact de 2 à 6 m².

A côté de cette mise à la terre, réservée exclusivement aux parafoudres, il convient d'en placer une autre reliée à toutes les parties métalliques du poste. La ligne de terre est fixée directement aux murs, elle n'est pas portée par des isolateurs comme la ligne de terre des parafoudres.

Cette seconde terre permet de faire des mesures périodiques et précises de résistance de terre. Il suffit de mesurer la résistance entre les deux lignes de terre pour se rendre compte de la valeur des mises à la terre.

Il est bon de placer des sectionneurs sur les barres à haute et à basse tension permettant de mettre à la terre toute l'installation.

Tableau. — Il faut réserver un local spécial fermé, ne contenant aucun appareil à haute tension, pour y placer les tableaux. Le tableau principal doit porter tous les instruments de mesure et les appareils de manœuvre des interrupteurs haute tension. Comme nous l'avons indiqué au sujet des interrupteurs, ces derniers doivent, dans un poste moderne, être commandés aussi bien pour l'enclanchement que le déclanchement depuis le tableau. Des lampes témoins placées sur le tableau

(1) Voir le Rapport sur la protection des installations électriques contre les surtensions, élaboré par le secrétariat général de l'Association suisse des Electriciens, *Revue générale de l'Electricité*, 28 avril 1917, t. 1, p. 645-654.

(2) Voir G. Capard. *La protection des réseaux contre les surtensions*. Dunod et Pinat, éditeurs.

Digitized by Google

indiquent si les interrupteurs sont fermés ou ouverts.

Le déclanchement d'un interrupteur, l'échauffement anormal de l'huile d'un transformateur ou d'un interrupteur et l'arrêt de circulation d'eau de refroidissement d'un transformateur, doivent être signalés dans le local des tableaux par une sonnerie, le dispositif le plus simple consiste à placer dans le local un tableau avec des clapets qui en tombant ferment le circuit d'une sonnerie, l'homme de garde s'aperçoit ainsi de suite, en voyant quel est le clapet qui tombe, de ce qui se passe et fait instantanément au tableau les manœuvres nécessaires. Cette installation nécessite un grand nombre de circuits secondaires, mais la rapidité et la simplicité des manœuvres qui en résultent rachètent largement la faible augmentation de dépenses d'installation.

Pour le service des signaux, pour la manœuvre des interrupteurs, l'éclairage de secours, etc., il convient d'installer une batterie d'accumulateurs alimentée par un groupe transformateur recevant du courant d'un petit transformateur à basse tension.

Les interrupteurs et les appareils de mesure pour le service de cette installation à courant continu, ont leur place dans le local des tableaux, de telle sorte que toutes les manœuvres, sauf l'enclanchement et déclanchement des sectionneurs, soient faites dans le même local.

Transformateurs de mesure. — Ces appareils doivent être de construction robuste; il arrive trop souvent qu'une avarie à un transformateur de mesure provoque un arrêt de toute l'installation.

Un transformateur de mesure ne doit alimenter que le nombre d'appareils de mesure pour lequel il a été construit. Si cette condition n'est pas remplie, les indications des instruments de mesure peuvent être faussées. Il est prudent de vérifier ces derniers après leur pose, car la résistance des fils reliant les transformateurs aux appareils peut entrer en jeu si la distance est grande. Il est bon de protéger les transformateurs de tension par des fusibles à haute tension.

Si les bobines de déclanchement des interrupteurs sont construites pour être alimentées par le courant à basse tension produit par un transformateur, il faut installer un transformateur spécial à cet effet et ne pas utiliser pour cela un transformateur alimentant des instruments de mesure. Actuellement, presque tous les constructeurs construisent les interrupteurs avec bobines de déclanchement à haute tension, supprimant ainsi les transformateurs de déclanchement.

Conducteurs et connexions. — L'emploi de conducteurs à haute ou moyenne tension isolés tend à disparaître dans les postes modernes. L'isolation perd souvent sa valeur après quelques années et un conducteur nu est beaucoup moins dangereux qu'un conducteur mal isolé parce que l'on se méfie du conducteur nu et on ne se méfie pas du conducteur isolé. Il est bien préférable de protéger les parties d'installation sous tension à portée de la main par un grillage en fer plutôt que d'utiliser des conducteurs isolés.

L'isolation permet, il est vrai, de diminuer les distances entre conducteurs, mais cet avantage n'entre pas en ligne de compte; il faut prévoir des espaces suffisants pour n'être pas obligé d'avoir recours à l'expédient du conducteur isolé. L'isolant est, de plus, formé de matières combustibles et, pour cette seule raison, doit être proscrit. Nous conseillons de débarrasser les parties de câbles souterrains se trouvant à l'air libre à l'intérieur des postes, de la jute qui entoure l'armature et qui est facilement inflammable.

Les connexions haute tension sont, suivant l'intensité du courant qu'elles doivent transporter, formées soit de fils de cuivre, soit de barres rectangulaires. Le fil ne doit pas avoir moins de 6 mm de diamètre afin d'être suffisamment rigide. Pour augmenter la rigidité et diminuer le nombre d'isolateurs de support, on remplace maintenant fréquemment le fil par du tube [1].

Il faut chercher à avoir des connexions aussi droites que possible avec un minimum de coudes, mais restant cependant parallèles aux arêtes des parois du local. Les connexions obliques sont à éviter en règle générale : elles compliquent les réparations et les modifications d'installations, sont inesthétiques et augmentent souvent le nombre de croisements.

Cette règle doit être appliquée aussi aux connexions des lignes à basse tension pour les signaux, appareils de mesure, etc.

Il convient de ne donner aux connexions, derrière le tableau, que deux directions perpendiculaires l'une à l'autre. Des fils qui se croisent dans toutes les directions sur le tableau rendent très difficile la compréhension du schéma.

Les lignes de signaux à basse tension sont généralement constituées par du fil avec forte isolation enfermé dans du tube isolant système Bergmann. Il est bon d'enlever l'armature métallique de ces tubes aux endroits où ils passent à proximité d'appareils sous haute tension et en outre sur environ 50 cm de longueur avant l'entrée des tubes dans le local des tableaux.

Atelier. — Un poste doit avoir comme annexe un atelier. Celui-ci peut être installé dans un bâtiment spécial ou dans le bâtiment même du poste, auquel cas il aura un accès séparé et sera tout à fait indépendant du poste. Il faut pouvoir transporter facilement les transformateurs à l'atelier. Ce transport se fait généralement par voie ferrée et chariot disposé pour recevoir le transformateur. L'atelier contient soit un pont roulant, soit un palan permettant de sortir le transformateur de sa cuve. Il doit être muni de l'outillage nécessaire aux réparations courantes.

Maurice Koechlin,
Ingénieur à Bâle.

[1] On trouve dans la *Revue générale de l'Électricité* du 9 juin 1917, page 909, un tableau donnant les distances à ménager entre les connexions et les appareils.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Courants de capacité et mises à la terre de protection sur les lignes à haute tension et à longue portée (¹).

Le développement des centrales destinées à la transmission de l'énergie à grande distance a attiré l'attention sur les phénomènes produits par la capacité des canalisations à haute tension. Ces phénomènes influencent surtout les dispositifs de sécurité, particulièrement la mise à la terre.

Les mises à la terre dont il est question dans cet article sont uniquement celles qui servent de protection et non pas celles qui, comme les mises à la terre télégraphiques, sont indispensables au fonctionnement de l'installation.

Les mises à la terre ont pour but de protéger les êtres vivants, et particulièrement l'homme, contre les dangers des courants à haute tension. D'ailleurs, toute mise au sol devient mauvaise dès l'apparition d'une surintensité qui engendre une tension égale au produit de l'intensité par la résistance du conducteur.

La figure 1 indique de quelle façon la tension se répartit à l'entour de la plaque de terre (²).

Dans son parcours du conducteur au sol, le courant traverse 3 résistances en série : la résistance de la ligne, généralement négligeable, la résistance de passage de la ligne au sol, et finalement la résistance du sol. Cette dernière étant proportionnelle à la densité de courant qui atteint elle-même sa valeur maximum au voisinage immédiat de la ligne de terre, se confond donc avec la résistance de passage de la ligne au sol et peut être calculée avec elle.

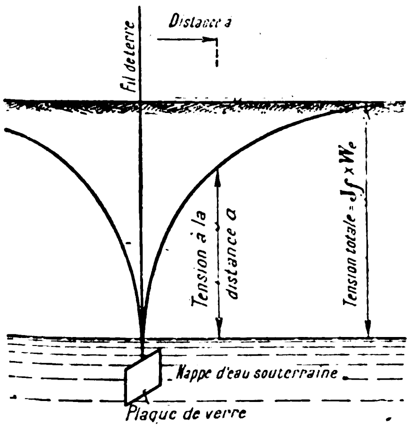


Fig. 1. — Répartition de la tension au voisinage de la plaque de terre.

Les mises à la terre, lorsqu'elles sont parcourues par un courant, ont donc un potentiel toujours différent de celui de la terre, et un homme ne pourra pas sans danger, s'il repose sur le sol, se mettre en contact avec la ligne de mise à la terre, car il constitue alors une dérivation de cette ligne. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que l'homme touche le conducteur pour courir un danger ; il lui suffit de se trouver en un point du sol parcouru par le courant.

Dans un précédent article (¹) l'auteur a donné les formules donnant l'intensité du courant de capacité dans les canalisations à longue distance. Ces formules sont, pour les lignes triphasées

$$I_c = \frac{\text{kilovolts} \times \text{kilomètres}}{550}$$

et pour les lignes monophasées

$$I_c = \frac{\text{kilovolts} \times \text{kilomètres}}{630}.$$

En un point où se trouve un défaut, le courant qui s'écoule à la terre est

$$I_f = 1{,}4\ I_c \text{ (triphasé)}$$
$$I_f = I_c \text{ (monophasé)}.$$

Pour les basses tensions (de 10 à 20 kv) ces valeurs sont un peu faibles. Elles sont au contraire un peu fortes pour les hautes tensions (40 à 100 kv).

La question de la tension dangereuse pour l'organisme humain a été très discutée (²). Il semble établi que les courants alternatifs à fréquence normale, jusqu'à 100 milliampères, traversant le corps entre les mains ou entre une main et un pied ne sont pas dangereux si la durée d'application est courte. Mais, si l'intensité passe au double ou au triple, la mort s'ensuit.

Un autre effet dangereux produit par la capacité des lignes est l'apparition de hautes tensions dans les circuits à basse tension. L'auteur prend comme exemple simple deux circuits monophasés indépendants (fig. 2) : les enroulements à haute

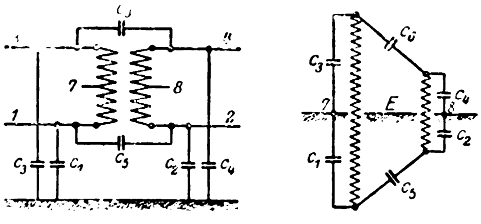


Fig. 2.

tension et à basse tension d'un transformateur. Si les capacités des deux circuits sont négligeables, on peut réunir deux points quelconques des deux circuits sans que la dérivation soit traversée par un courant. Ce genre d'accouplement des deux circuits est d'ailleurs utilisé dans les autotransformateurs et les diviseurs de tension.

Mais, en réalité, les deux circuits possèdent généralement des capacités appréciables, soient $C_1 = C_3$, $C_2 = C_4$.

Les tensions des deux circuits, par rapport à la terre,

(¹) H. Behrend. *E. T. Z.*, 21 juin 1917, n° 25, p. 329-332, 5000 mots, 7 fig.

(²) Voir Kuppel. *E. T. Z.*, 1913, p. 1 221 ; Creighton. *Gen. Elec. Rev.*, 1912, p. 11 ; Kuhn. *Dissertation Erlangen*, Junge u. Sohn, 1910.

(¹) *E. T. Z.*, 1916, p. 114.

(²) Voir K. v. Alvensleben. *E. T. Z.*, 1915, p. 381-398.

Digitized by Google

sont également élevées. Supposons les tensions suivantes :

Conducteur 1	= + 7500 v	par rapport à la terre,	
Id.	2 = — 7500 v	Id.	
Id.	3 = + 110 v	Id.	
Id.	4 = — 110 v	Id.	

Les deux points à relier ensemble devront maintenant être choisis au même potentiel pour que le point ne soit pas parcouru par un courant, par exemple, les points 7 et 8 qui sont à une tension égale à celle de la terre.

Il n'en est plus de même si une onducteur, 1 par exemple (fig. 3), est mis à la terre. Le condensateur C_1 présente le

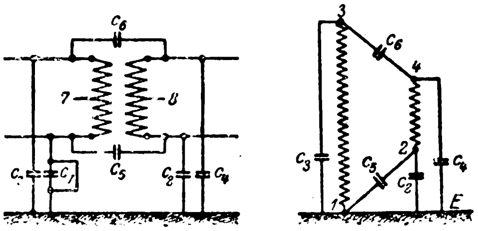


Fig. 3.

même potentiel sur ses deux faces, le point 7 n'est plus à un potentiel nul, mais à — 7500 v et le conducteur 3 à — 15000 v. Si une communication est établie entre 7 et 8 les condensateurs C_2 et C_3 seront à — 7500 + 110 v, C_4 à — 7500 — 110 v et les conducteurs 2 et 4 sont à cette tension par rapport à la terre. L'apparition de ces hautes tensions dans les conducteurs 2 et 4 peut également être produite par la mise en court-circuit du condensateur C_1. Dans ce cas, le conducteur 4 se trouve à un potentiel $P_4 = 15000 \frac{C_4}{C_4 + C_6}$ et le conducteur 2 à un potentiel $P_2 = 220$ v.

Le point neutre 8 n'étant pas, dans ce cas, mis à la terre, des surtensions apparaissent dans le circuit à basse tension qui ne sont, d'ailleurs, pas dangereuses pour l'organisme lorsque l'on touche l'un des deux conducteurs 2 ou 4 car les capacités correspondantes sont beaucoup trop faibles.

L'auteur indique ensuite, d'une façon détaillée, quelles sont les dispositions à prendre relativement aux fils neutres pour réduire au minimum le danger d'apparition des surtensions.

La mise au sol des poteaux supportant les lignes est également une question délicate. Le meilleur procédé consiste à relier tous les poteaux ou les plaques de terre par une ligne métallique. De la sorte, le courant de capacité se divise en autant de dérivations qu'il y a de mises à la terre, par conséquent la tension est réduite.

Pour le calcul de mises à la terre, la recommandation suivante extraite de l' « Agenda Uppenborns » (1913, 2e partie, p. 154), devra être prise en considération : « On obtiendra une diminution de la résistance du passage à la terre ainsi qu'un accroissement de la durée de service du matériel de mise à la terre en logeant la ligne dans une conduite d'argile à surface ondulée, de façon à favoriser l'accumulation de l'eau de pluie. De cette façon, le tuyau d'argile sera maintenu dans un état aussi constant que possible d'humidité. »

D'autres difficultés se présentent, en outre, occasionnées par le passage du courant lui-même qui échauffe la terre en la rendant plus conductrice ou la dessèche, en augmentant alors la résistance.

C'est pourquoi, il convient, lorsque des variations anormales se présentent, de mesurer la résistance de la terre à de courts intervalles. L'auteur indique un montage permettant de faire ces mesures rapidement, avec une précision plus que suffisante en la circonstance (fig. 4).

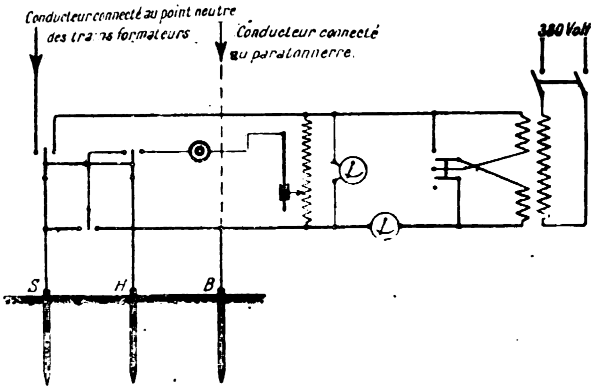


Fig. 4. — Dispositif de contrôle des mises à la terre.

En résumé, les conclusions de cette étude sont les suivantes :

1° Aucune mise à la terre des pylônes ou poteaux sur les lignes aériennes;

2° Des résistances inductives élevées entre le point neutre et la terre dans la centrale;

3° Les lignes de terre ne doivent être parcourues par aucun courant ou du moins l'apparition de celui-ci doit-il être utilisée pour couper immédiatement le circuit;

4° Le conducteur neutre dans les réseaux de distribution à basse tension doit être isolé et mis au sol à la centrale par l'intermédiaire d'un disjoncteur;

5° Les mises à la terre doivent être tenues sous un contrôle permanent.

P. G.

Prévention des accidents dus au givre sur les lignes de transmission à haute tension (1).

S'inspirant du proverbe : mieux vaut prévenir que guérir, une Compagnie américaine de distribution à haute tension entreprit une série d'essais qui lui permirent d'éviter la formation de dépôts de neige ou de givre sur ses lignes, et, en tout cas, d'éviter toute perturbation de ce fait. Elle préconise les deux moyens suivants : perfectionnement du calcul mécanique des lignes, et surtout, entretien, le long des lignes, d'une température suffisante empêchant la formation de dépôts ; cette température est obtenue par l'exploitation à faible facteur de puissance ou, si cela est impossible, en court-circuitant la ligne et la soumettant ainsi à un régime d'échauffement convenable.

Le dommage causé peut être mécanique, électrique, ou les deux à la fois. On peut avoir : 1° une rupture mécanique des câbles, isolateurs, traverses, poteaux ou pylônes, causée par un poids excessif de neige ou de glace combiné à une plus grande action du vent due à l'augmentation de surface offerte; ce genre de rupture est rare sur une ligne bien calculée; 2° des troubles d'ordre électrique et des courts-circuits qui peuvent être provoqués par de longs glaçons formés sur les isolateurs ou entre les conducteurs, ou par des masses de neige sur les disques des isolateurs; ceci

(1) Ralph L. THOMAS. *Electrical World*, 10 mars 1917, t. LXIX, p. 452-456. 3000 mots, 4 fig.

Digitized by Google

est plutôt rare; 3° ces mêmes troubles électriques, mais causés par déséquilibre ou distorsion, ou par un affaissement dyssymétrique dû à l'inégale distribution de la masse de neige. Ils sont suivis d'un arc puissant qui peut affaiblir suffisamment le câble pour en causer la rupture; il devient alors difficile de distinguer entre les cas 1 et 3.

Les moyens de prévention mécaniques des troubles 2 et 3 sont le raccourcissement des portées, l'emploi d'isolateurs à tiges ou rigides, l'augmentation de l'intervalle des conducteurs ou un changement dans leurs places respectives. Le cas n° 3 est le plus fréquent sur une ligne munie d'isolateurs à suspension flexible, ne comportant des points d'arrêt qu'à des intervalles de plusieurs portées; sur une telle ligne, si une portée est plus chargée que les autres portées de la même section entre deux pylônes d'arrêt, tous les isolateurs flexibles vont s'incliner vers la portée surchargée qui se rapprochera du conducteur situé au-dessous, même si ce dernier n'est pas dans le même plan vertical, car le vent peut les balancer tous les deux en même temps. Cependant en les étageant dans des plans verticaux assez éloignés, et en s'aidant de quelques dispositifs électriques contre le givre, on pourra espérer obtenir une protection effective. Les essais entrepris portèrent surtout sur la charge maximum, la courbure des conducteurs, etc. La charge de neige était représentée artificiellement par une série de poids reliés à une corde et attachés de point en point au câble étudié. L'article donne des tableaux et des photographies suggestifs.

Quant aux moyens de prévention électrique, par échauffement des conducteurs, ils nécessitent la coopération des clients principaux de la Compagnie. Tout d'abord, il est nécessaire que la centrale soit prévenue par ses visiteurs de ligne, ou par toute autre personne, des conditions atmosphériques tendant à provoquer la formation de givre ou de neige sur les lignes. Dans l'exemple concret donné par l'auteur, la station génératrice de Holtwood alimente 3 lignes à 70 000 v. Deux de ces lignes transmettent l'énergie à Baltimore (65 km); l'autre alimente Lancaster à 25 km. La première ligne de Baltimore compte 2 circuits triphasés dont les conducteurs, placés dans un plan vertical, sont espacés de 2,15 m. La seconde comprend un seul circuit triphasé dont les traverses sont espacées de 2,75 m et les conducteurs décalés, le conducteur du milieu étant situé à 75 cm de plus de l'axe du pylône que les deux autres. Tous ces conducteurs ont un diamètre de 14 mm; ils sont en aluminium et constitués de 19 brins. La ligne de Lancaster comprend 2 circuits triphasés, les conducteurs, situés dans un plan vertical, étant espacés de 2,15 m; ils sont constitués de 7 fils de cuivre toronnés. La ligne fut calculée pour une couche de glace de 1,25 cm mesurée le long d'un rayon et pour une pression de vent de 4,535 kg par pied carré à une température inférieure à 25°.

Aussitôt connue la tendance à formation de givre, si la charge est inférieure à 60 000 kw, la centrale coupe l'un des trois circuits de Baltimore; ce circuit est court-circuité et mis à la terre à la sous-station terminale; il est réuni aux barres à basse tension à la centrale; le régime d'échauffement consiste en environ 390 A ou 5 000 kw. Si la charge n'est pas suffisante, avec le facteur de puissance normal, pour établir un courant de 300 A sur chacun des six conducteurs restant en service, on demande aux consommateurs de sous-exciter leurs machines synchrones ou d'augmenter le courant déwatté, de façon à porter le courant de la ligne à 300 A. Ceci augmente la chute en ligne, et on doit surexciter les alternateurs de la centrale. Si la limite de surexcitation est atteinte avant que le courant en ligne atteigne 300 A, on donne la préférence à un seul circuit jusqu'à ce que son courant atteigne 300 A. Ce circuit et l'autre sont interchangés si cela est nécessaire. Si les conditions atmosphériques appréhendées se produisent pendant une période de « pointe », les trois circuits sont laissés en service jusqu'à ce que la charge descende au-dessous de 60 000 kw à la centrale de Holtwood. Si le givre apparaît à un moment où la charge est moindre que 24 000 kw, on n'utilise qu'un circuit. Les deux autres sont reliés ensemble à la sous-station terminus de Baltimore. A la centrale, on court-circuite un des circuits, et la boucle ainsi formée est soumise à un régime d'échauffement au moyen d'un courant fourni par deux génératrices et deux transformateurs. Quand la charge commence à croître, les trois circuits sont mis en service et on crée des courants de circulation de la façon suivante : cinq génératrices surexcitées, en parallèle, alimentent deux circuits à travers leurs transformateurs respectifs; deux autres génératrices avec circuit de champ ouvert sont connectées au troisième circuit à travers leurs transformateurs; à la sous-station terminus, les connexions sont normales, c'est-à-dire que les trois groupes de transformateurs, un pour chaque circuit, sont mis en parallèle du côté basse tension seulement. Le courant déwatté circule des génératrices surexcitées à travers les lignes pour revenir aux génératrices à champ ouvert. En d'autres termes, ces dernières génératrices sont excitées par les premières. On obtient ainsi un courant suffisant pour maintenir la température des lignes au-dessus du point de formation du givre.

Pour les circuits de Lancaster, on n'a pu encore établir une méthode définitive; on a essayé diverses combinaisons. Les moyens de prévention décrits ci-dessus ont été appliqués pendant les deux dernières saisons froides; ils ont donné satisfaction; cependant, il ne faut encore les considérer que comme des expériences. Leur efficacité dépend grandement de la rapidité avec laquelle la centrale est prévenue du danger de congélation.

Les résultats obtenus en décalant les conducteurs sur la seconde ligne de Baltimore ont été si satisfaisants que l'on dispose de la même façon les conducteurs de la première ligne. Et ceci fut accompli sans qu'on ait eu à modifier les traverses, par l'emploi d'isolateurs en V représentés par la figure 1. Les vieux isolateurs furent laissés intacts, mais leurs extrémités inférieures furent rentrées de 0,75 m à 1 m au moyen d'une nouvelle chaîne d'isolateurs. P. V.

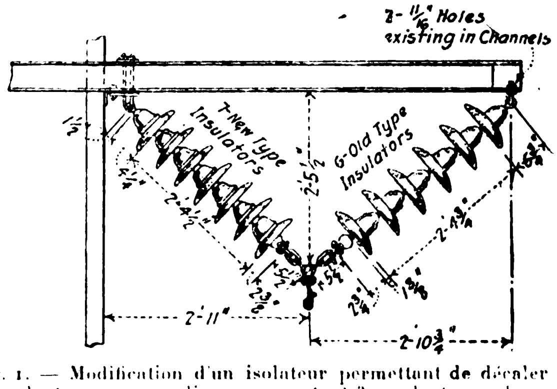


Fig. 1. — Modification d'un isolateur permettant de décaler un conducteur, sur une ligne comportant 3 conducteurs dans un même plan vertical.

7 new Type Insulators = 7 isolateurs nouveaux; 6 old Type Insulators = 6 isolateurs anciens; le signe ' désigne *un pied* (0,30 m); le signe " désigne *un pouce* (2,54 cm).

Digitized by Google

Réparations temporaires de moteurs [1].

La plupart des grandes installations possèdent des moteurs de réserve; les petites n'en possèdent généralement pas; quand elles en ont, leur mise en service demande souvent beaucoup de temps. Il est rare qu'un moteur grille complètement; souvent, quelques bobines seulement sont endommagées; nous allons voir comment on peut faire des réparations temporaires par suppression des bobines défaillantes.

Dans le cas de petits moteurs à basse tension, qui ont généralement des enroulements en simple ou double Y ou Δ, la suppression se fait sans difficultés. La charge est déséquilibrée, mais, en général, la ligne n'en sera pas affectée. Il sera seulement question de savoir si le moteur pourra maintenir sa puissance et si l'enroulement pourra supporter un courant plus intense. Si le moteur n'est que faiblement chargé, on pourra sectionner un grand nombre de ses bobines. S'il en a un grand nombre ayant chacune peu de tours, plusieurs bobines par phase pourront être coupées, mais s'il a relativement peu de bobines ayant chacune un grand nombre de tours, la suppression ne pourra pas toujours être faite.

Dans le cas de grands moteurs, qui ont généralement des enroulements multiples, des complications vont se présenter, du fait de la naissance de courants locaux. Si on supprime des bobines dans un circuit, il sera quelquefois nécessaire d'en couper aussi dans tous les circuits qui sont en parallèle avec le premier. Ces suppressions amèneront un déséquilibre dans les phases, mais les circuits individuels d'une même phase resteront égaux. Par exemple, considérons la figure 1 qui représente un enroulement en triple Y avec des bobines coupées dans les circuits A_1 et C_1 des phases A et C. Dans cet enroulement, les circuits A_1 et C_1 peuvent être complètement coupés, ce qui laissera seulement deux circuits pour les phases A et C; la puissance du moteur en sera fort réduite. Si, cependant, on sectionne un nombre égal de bobines dans les circuits parallèles, le moteur conservera pratiquement la même puissance.

Un changement dans la disposition des connexions, tel que la conversion d'une double Y en un simple Δ, peut souvent aussi permettre un fonctionnement de fortune.

Différentes applications de ces principes ont été faites dans une papeterie de la Nouvelle-Angleterre qui emploie des moteurs triphasés de 440 v, 25 p : sec. Avant de couper des bobines ou de changer les connexions, il faut procéder à des essais pour découvrir les circuits coupés, les mises à la terre ou les courts-circuits entre phases. On peut se servir d'une lampe à 110 v alimentée par un circuit auxiliaire; il est préférable cependant d'employer des lampes en série sous la tension totale du moteur. Avec un moteur ayant un enroulement unique, il est facile de déconnecter les différentes phases; dans le cas contraire, il est souvent plus rapide d'essayer de faire tourner le moteur en tâchant de découvrir le point faible; la section défaillante peut alors être déconnectée et « sonnée ».

Il sera prudent de connecter des fusibles dans le circuit pour prévenir un courant trop intense en cas de court-circuit. Voici quelques exemples :

Un moteur de 50 ch ayant un enroulement en double Δ, eut une panne détériorant un certain nombre de bobines. On trouva que la phase B restait intacte; le circuit B_1 de la phase B était presque complètement abîmé. Quelques-unes de ses bobines restées intactes furent connectées dans le circuit B_2 à la place des bobines endommagées de ce dernier circuit; au total, la phase B devenait simple, de double qu'elle était. Plusieurs bobines du circuit A_2 et seulement une bobine du circuit A_1 furent aussi détériorées; on enleva le nombre nécessaire de bobines dans ce dernier circuit pour le rendre identique à A_2. Le moteur n'aurait pas pu supporter une lourde charge persistante, mais on continua à l'employer pendant plus de deux mois, pendant l'hiver, à l'entraînement d'une scie circulaire.

Un autre moteur de 50 ch, ayant un enroulement double, grilla seulement deux bobines. L'enroulement s'échauffa aussitôt considérablement; il faut dire que chaque bobine avait un nombre exceptionnel de tours et qu'il y avait relativement peu de bobines par phase. On changea l'enroulement en un Δ simple. Le moteur ainsi transformé put encore être utilisé sous charge variable. Les connexions originales et finales sont représentées figures 3 et 4.

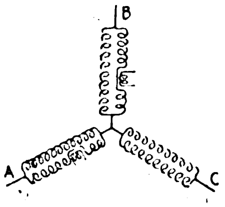


Fig. 1.

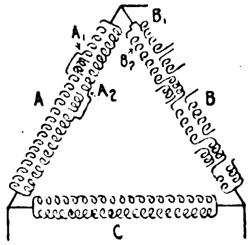


Fig. 2.

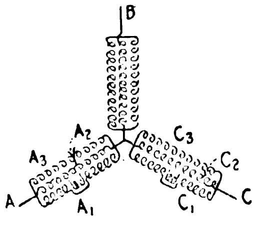


Fig. 3.

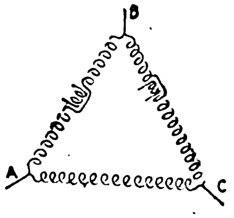


Fig. 4.

Dans un autre cas, un moteur enroulé en Y simple et actionnant une petite pompe, eut une bobine endommagée dans une branche et plusieurs dans une autre. La suppression de ces bobines amena un surcroît d'intensité dans une

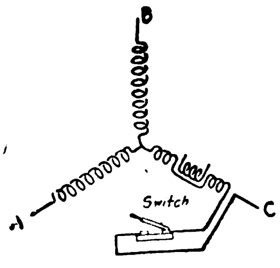


Fig. 5.

phase, même à faible vitesse. Comme ce moteur pouvait maintenir la charge en fonctionnant en monophasé, on intercala un interrupteur dans la phase défaillante, de façon

[1] H.-L. Hayes, *Electrical World*, 14 juillet 1917, t. LXX, p. 54-55, 1 500 mots, 5 fig.

Digitized by Google

à permettre un démarrage en triphasé ; une fois la vitesse atteinte, on coupait l'interrupteur. La disposition finale est représentée figure 5.

Les cas examinés montrent qu'un moteur n'est pas nécessairement mis hors de service quand il lui arrive un accident. Quoiqu'il soit merveilleux qu'un moteur, parfois très endommagé, puisse encore être capable de bien maintenir la charge, il est judicieux de ne pas employer de tels moteurs plus longtemps qu'il ne le faut, car il y a toujours perte de rendement.

P. V.

Les nouvelles installations du réseau téléphonique de Milan [1]

Le plan général comprend l'installation de sept centraux; ceux de Porta Venezia et de Porta Ticinese dont les travaux avaient été confiés à la maison Pirelli, sont actuellement terminés.

Types de canalisations adoptés. — Les canalisations sont posées sous tubes de grès du type Camp (fig. 1), qui ont donné les meilleurs résultats tant à l'étranger qu'en Italie. Les tubes sont posés bout à bout, la jonction s'opérant par l'intermédiaire d'un joint en jute goudronné. Les

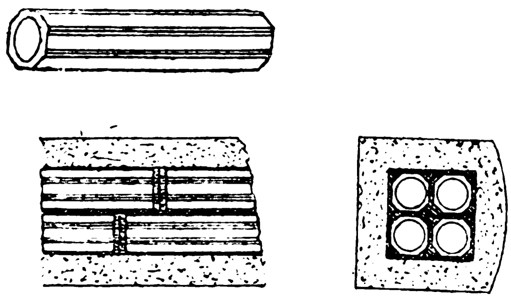


Fig. 1. — Canalisation sous tubes de grès à section octogonale type Camp.

tubes sont posés sur un lit de ciment rendu imperméable. La pose des tubes étant terminée, ceux-ci sont noyés dans une masse de ciment également imperméabilisé, de sorte que la canalisation présente l'aspect de la figure 1 (fig. inférieures).

Un autre type de canalisation également employé sur une grande échelle est représenté par la figure 2. Il se compose

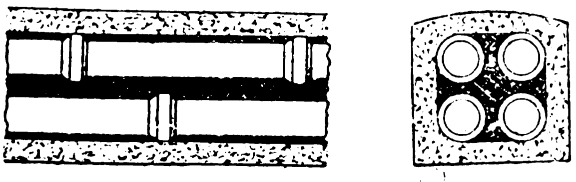


Fig. 2. — Canalisation sous tubes de grès. Jonction au bitume.

de tubes de grès à manchon et à joints spéciaux. Ce système a donné des résultats excellents, notamment pour la protection des canalisations contre les effets électrolytiques. La jonction s'effectue au moyen de bitume fondu à haute température que l'on coule et que l'on revêt d'un anneau de caoutchouc à armature d'argile que l'on enlève lorsque le bitume a fait prise. Le joint est ainsi parfaitement étanche.

Boites de jonction. — Les boites de jonction sont en maçonnerie de briques, la couverture étant en ciment

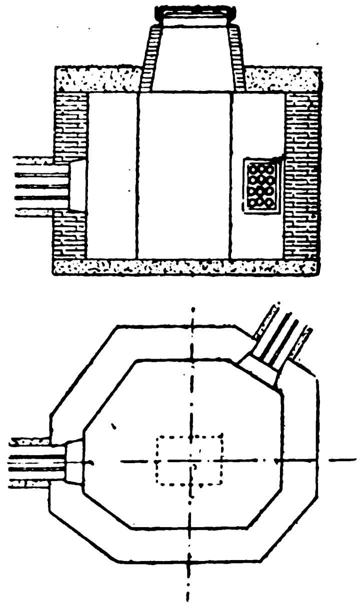


Fig. 3. — Boites de jonction.

armé (fig. 3). Ces boites furent étudiées spécialement dans chaque cas pour s'accommoder aux nombreuses canalisations souterraines qui parcourent le sous-sol de Milan.

Boites de protection (fig. 4). — Les boites de protection

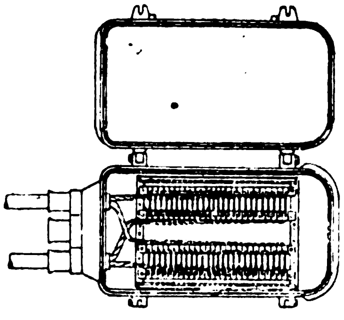


Fig. 4. — Boites de protection.

sont en fonte avec couvercle à garniture de caoutchouc assurant une fermeture hermétique.

Isolateurs. — Les isolateurs sont à cloche à chapeau métallique (fig. 5). Ils comportent une dérivation permettant de brancher la ligne en bronze phosphoreux qui va chez l'abonné.

(1) Mario Borghi. *Rivista tecnica d'Elettricita*, 5 juillet 1917, n° 1 826, p. 1 à 6, 1 750 mots, 22 fig.

Digitized by Google

Cette installation, qui donne d'excellents résultats, a été

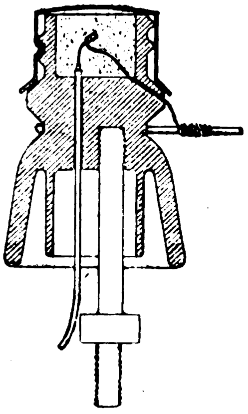


Fig. 5. — Isolateur à dérivation.

établie uniquement avec des matériaux produits par l'industrie nationale.

P. G.

Protection des câbles contre l'électrolyse [1]

Cette étude, très substantielle, envisage successivement les causes et les effets de l'électrolyse, ainsi que les moyens d'investigation et de protection suggérés par l'expérience; elle peut se résumer ainsi : dans les phénomènes d'électrolyse intéressant les câbles, c'est la terre qui joue le rôle d'électrolyte; presque tous les terrains contiennent une proportion plus ou moins forte d'humidité, certains sels métalliques du sol (chlorures, nitrates, etc.), peuvent ainsi se dissoudre et constituer un milieu conducteur électrolysable. Le béton humide présente le même inconvénient.

L'attaque d'une canalisation se produit aux points où les « courants vagabonds » la quittent pour passer dans le sol. Ces courants vagabonds constituent généralement une dérivation du courant de retour des chemins de fer électriques employant leur voie ferrée comme deuxième conducteur.

Les réseaux de câbles sous plomb, les conduites d'eau ou de gaz et toutes les canalisations à surface métallique offrent en général au courant des chemins bien plus conducteurs que le sol environnant. Quand de tels systèmes se trouvent en certains points dans le voisinage des tramways électriques, ils recueillent et transportent, sur des trajets assez étendus, des intensités notables de « courant vagabond ». A moins qu'ils ne soient en communication métallique directe avec la barre négative, ce courant devra les quitter en quelque endroit et repasser par le sol pour rejoindre la source d'énergie. En ce point, la canalisation constitue l'anode d'un élément électrolytique ; elle est donc chimiquement attaquée.

Le plomb, qui résiste assez bien à beaucoup de solutions corrosives, est facilement rongé par les alcalis du sol. Aussi les gaines de plomb des câbles sont-elles parfois attaquées même aux points d'entrée des courants vagabonds, où le plomb joue cependant le rôle de cathode. Il se produit alors une réaction secondaire : tant que le courant circule, l'électrolyse accumule des bases alcalines au contact des câbles. Quand, par suite du ralentissement ou de l'arrêt de la circulation des voitures, le courant vient à cesser, la corrosion intervient par simple réaction chimique. Les dégradations peuvent donc se produire, non seulement aux points d'entrée des courants, mais, parfois, à leurs points de sortie. Comme résultat final, la gaine de plomb se trouvera percée, les conducteurs qu'elle protégeait seront exposés à l'humidité et bientôt le câble endommagé deviendra inutilisable.

Il est donc nécessaire de procéder à des inspections périodiques des câbles exposés aux détériorations électrolytiques. La manière la plus efficace de dépister ces derniers est de déterminer la différence de potentiel existant entre l'enveloppe du câble et un fragment de métal isolé, mis en contact avec le sol tout près d'elle. Aux points où l'enveloppe est trouvée positive par rapport à l'électrode témoin, on peut admettre l'existence d'un courant passant du câble dans le sol; dans un seul cas, assez rare, ce courant peut faire défaut, c'est lorsque la gaine du câble est parfaitement isolée de la terre environnante. En dehors de cette opération fondamentale, il est bon de noter la chute linéaire de potentiel le long des différentes sections du câble et de mesurer les différences éventuelles de tension entre ce dernier et les conducteurs voisins. Si les résultats de ces recherches démontrent qu'il n'existe aucun courant se dirigeant du câble dans le sol, et que les courants passant éventuellement du sol dans la gaine de plomb ne présentent pas une intensité excessive, on peut conclure que le réseau ne souffre pas de l'électrolyse. Dans le cas contraire, des travaux immédiats s'imposent, si l'on veut éviter des accidents futurs.

Les vérifications à effectuer, tant au moment de la pose des câbles qu'ultérieurement, doivent donc porter sur les points suivants :

1° Différence de potentiel entre des points déterminés (par exemple les trous d'homme) et la terre environnante;

2° Différences de potentiel entre le réseau étudié, d'une part et, d'autre part, les câbles, conduites, ponts métalliques, rails de chemins de fer à vapeur, etc.., aux points où ces derniers ouvrages traversent le réseau ou viennent dans son voisinage immédiat ;

3° Mesure des courants qui circulent dans les enveloppes des câbles.

En un point d'essai sur cinq, environ, il faudra déterminer la direction et l'intensité du courant dans la gaine du câble.

Il suffira de noter l'indication d'un millivoltmètre relié aux extrémités d'une longueur donnée du câble; du chiffre relevé de la résistance linéaire, facile à calculer, de la gaine, on déduira l'intensité cherchée.

Toutes les mesures devront être faites au cours de la période active de la journée. Dans les endroits situés assez loin de la source d'énergie, on devra choisir l'instant où les voitures, circulant sur les lignes voisines du point d'observation, se trouvent au delà de ce dernier.

En quelques endroits judicieusement choisis, on emploiera avec avantage des instruments de mesure enregistreurs, donnant les courbes de potentiel et d'intensité pendant une période de vingt-quatre heures, ou même plus. Il sera bon de comparer ces caractéristiques à celles du trafic journalier. On pourra constater ainsi la relation entre les effets et leur cause probable. Cette comparaison est particulièrement nécessaire quand le « courant vagabond » peut provenir de deux ou plusieurs sources. Les moyennes des observations, portant sur vingt-quatre heures, permettront encore

[1] *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1917, 6e année, p. 225-237, 5 000 mots.

de préciser le coefficient à attribuer aux lectures périodiques notées systématiquement en divers points du réseau, afin d'en déduire la moyenne journalière exacte.

Quand le réseau de câbles traverse ou avoisine des nappes d'eau ou des terres marécageuses, le sol devient relativement bon conducteur et dérive une grande partie du courant amené jusqu'à ces points par le câble. Le danger peut subsister même si les couches conductrices ont été masquées par des constructions ou des remblais. Si des mesures sont effectuées à des intervalles d'une centaine de mètres, elles révéleront généralement l'existence de conditions favorables à l'électrolyse. Il est bon, dans les vérifications ultérieures, de répéter les observations, autant que possible, en tous les points d'essai de la première série d'opérations, jusqu'à ce que la comparaison des résultats successifs permette de réduire sans inconvénient le nombre des emplacements de contrôle.

Il faudra constater l'état de l'enveloppe du câble. La dégradation ou l'oxydation du métal, la réduction d'épaisseur qui en résulte, et toute autre altération de la gaine, ne proviennent pas nécessairement de l'électrolyse. Elles peuvent avoir pour cause une simple réaction chimique. Quand ces faits coïncident avec l'existence d'un courant passant du câble dans le sol, on peut en déduire une relation de cause à effet entre les deux phénomènes. Quelles que soient les indications données par les mesures électriques, il faudra soigneusement noter les constatations matérielles faites sur le câble, l'altération des surfaces pouvant provenir d'une action électrolytique antérieure ou de conditions locales favorables à la corrosion spontanée du métal.

Lorsque l'examen d'un réseau de câbles a démontré l'existence de dangers d'électrolyse, le moyen le plus efficace est la pose d'un « conducteur de fuite », chargé de drainer le courant vagabond sortant du câble, et d'éviter qu'il passe directement de ce dernier dans le sol. On reconnaîtra l'efficacité d'un tel dispositif, en s'assurant que la différence de potentiel entre le câble et la terre est devenue en tout point négative.

Quand il s'agit d'une faible longueur, 20 à 30 m par exemple, le mieux est de poser provisoirement n'importe quel gros fil dont on peut disposer et de vérifier si l'on obtient ainsi le résultat cherché, c'est-à-dire le renversement du potentiel du câble par rapport à la terre. Cette connexion étant établie, on procède à un examen électrolytique partiel dans un certain nombre de trous d'homme. Si le câble n'est pas devenu partout négatif, on renforce la connexion à l'aide d'autres fils mis en parallèle et l'on renouvelle l'examen. Inversement, si le câble devient fortement négatif, on met en série avec la connexion une résistance qu'on augmente jusqu'à ce que le câble ne soit plus que légèrement négatif dans les trous d'homme rapprochés du point de départ du conducteur de fuite. La valeur convenable de la résistance ayant été ainsi déterminée, on choisira, en toute connaissance de cause, la section du conducteur définitif.

L'établissement d'un conducteur de fuite s'impose, en général, lorsque les conditions positives prédominent sur une grande étendue du réseau. Mais il arrive parfois que ces conditions sont réalisées seulement sur de courtes sections de câbles, situées au voisinage immédiat d'une conduite, d'un pont métallique ou d'un terrain marécageux ; les corps bons conducteurs voisins dérivant au dehors du câble une grande partie des courants amenés jusque-là par ce dernier, de part et d'autre de ces endroits le câble redevient négatif. On peut, dans ce cas, éviter les frais de pose d'un conducteur de fuite en isolant la portion négative du reste du réseau, la continuité de l'armature étant rétablie par un conducteur isolé parallèle au tronçon en cause.

Un tel dispositif peut également devenir nécessaire au cas où des circonstances analogues rendraient le câble fortement négatif par rapport au sol et lui amèneraient une grande quantité de courant, ce phénomène provoquant en général, sur d'autres points du réseau, des troubles plus difficiles à combattre. Il n'est pas toujours indispensable de conserver la continuité électrique de l'enveloppe ; on peut, dans certains cas, supprimer la liaison de raccordement.

Il se présente parfois un danger local d'électrolyse causé soit par l'ouverture d'un raccord entre rails, soit par une interruption du circuit de retour du chemin de fer électrique. Il faut, dans ce cas, faire des mesures entre des rails successifs, voisins du siège de la perturbation, et contrôler, par des observations directes, la chute de potentiel dans le circuit de retour du tramway.

Dans certains cas, on peut remplacer les conducteurs de fuite par des connexions aboutissant à des plaques de garde. Il faut limiter cette pratique aux circonstances où l'intensité du courant à dériver n'est pas très forte, et où l'établissement d'un conducteur de fuite nécessiterait de grosses dépenses. La fonction de la plaque de garde est également de drainer hors du câble le courant vagabond de sens nuisible, ce dernier s'échappant alors de la plaque dans le sol, la corrosion électrolytique se trouve simplement reportée du câble sur la plaque. Au point de vue économique, le procédé n'est donc pas absolument satisfaisant.

Les instruments de mesures généralement employés dans les opérations dont il s'agit sont : le millivoltmètre, le voltmètre et l'ampèremètre, tous trois avec le zéro au milieu de l'échelle ; pour mesurer les différences de potentiel entre les divers conducteurs et la terre, on utilise des électrodes spéciales portées à l'extrémité d'une tige ou baguette ; on se munit généralement de deux de ces électrodes. L'extrémité de l'une est du même métal que l'enveloppe des câbles à examiner ; l'autre doit être armée d'une pointe d'acier, de telle sorte qu'on puisse, même d'assez loin, établir un bon contact avec l'enveloppe d'un câble.

L'éclairage électrique des signaux d'aiguillage de voie ferrée (1).

Au cours de ces dernières années, l'éclairage électrique s'est substitué à l'éclairage au pétrole dans les signaux lumineux de voie ferrée. Cette transformation a permis de réaliser des économies importantes sur les frais d'installation et d'entretien.

Après une étude économique de la question, d'où ressort nettement l'avantage de l'éclairage électrique dont les frais d'entretien montent seulement à 31 pour 100 et à 38 pour 100 de l'éclairage au pétrole, amortissement des frais d'installation compris, l'auteur passe ensuite à la solution technique du problème.

Les lampes à filaments métalliques sont, aujourd'hui, d'une construction assez solide pour qu'il soit superflu d'employer des douilles élastiques. Celles-ci ont l'inconvénient d'un prix d'achat plus élevé et d'occasionner des perturbations plus fréquentes.

L'auteur tient également pour superflue la disposition dans la même lanterne de deux lampes montées sur circuits distincts.

L'expérience a montré qu'une lampe unique offre une

(1) WECHMANN, *E. T. Z.*, 17 mai 1917, n° 20, p. 265-268, 2900 mots, 9 fig.

Digitized by Google

sécurité suffisante lorsque l'installation en est faite soigneusement. Cependant, il est très important que le câble d'amenée du courant soit protégé, ce qui est obtenu à peu de frais par l'adjonction de deux fusibles montés dans la boite de jonction. De la sorte, si un court-circuit se produit dans un appareil, la lampe correspondante seule est éteinte, les autres lampes du groupe continuant à fonctionner normalement.

D'ailleurs, la disposition de la lampe dans la lanterne, disposition sur laquelle nous reviendrons plus loin, est établie de telle sorte que le remplacement de l'éclairage électrique par une lampe à pétrole est possible à un moment quelconque. Ceci est très important, du moins pour les signaux d'aiguillage principaux, car, malgré un entretien parfait de l'installation, une perturbation est toujours possible dans un appareil ou dans tout un circuit; il est d'ailleurs possible également, et cela surtout dans les petites compagnies, que le personnel de surveillance ne soit pas en état de faire les réparations, et, dans ce cas, il suffit de remplacer les lampes électriques par des lampes à pétrole, ce qui peut être fait en très peu de temps par n'importe quel employé.

Au début, les constructeurs s'appliquaient à disposer la lampe au centre de la lanterne; il a été reconnu, depuis, que

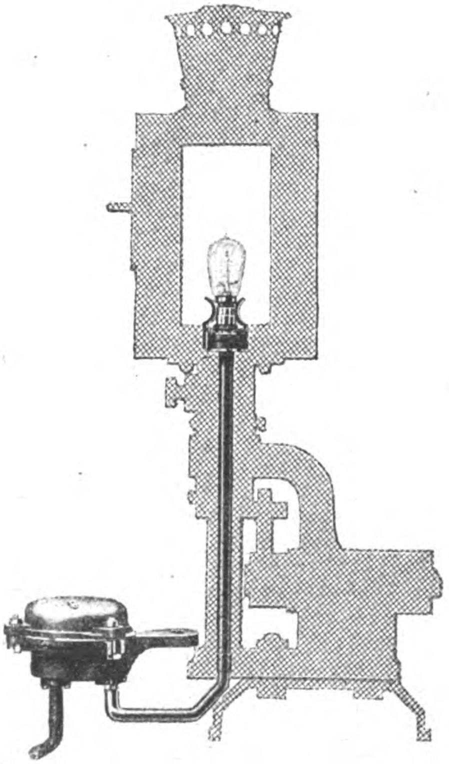


Fig. 1. — Equipement électrique d'une lanterne d'aiguillage (Siemens et Halske).

l'éclairage était tout aussi bon, par suite des réflexions multiples produites par les parois de la lanterne, lorsque la lampe reposait immédiatement sur la paroi inférieure.

L'intensité sphérique de la lampe ne doit pas dépasser un maximum de 10 bougies Heffner, car une intensité plus forte diminue la netteté du signe porté par la vitre de la lanterne.

Les trois types d'équipements adoptés par la Direction des Chemins de fer de Berlin répondent aux conditions précédentes. Ce sont les équipements Siemens et Halske, A. E. G. et Bergmann.

Dans ces trois appareils, un tube fixe, passant à l'intérieur de l'axe mobile et creux de la lanterne, reçoit les canalisations depuis la boîte de jonction jusqu'à la douille (fig. 1).

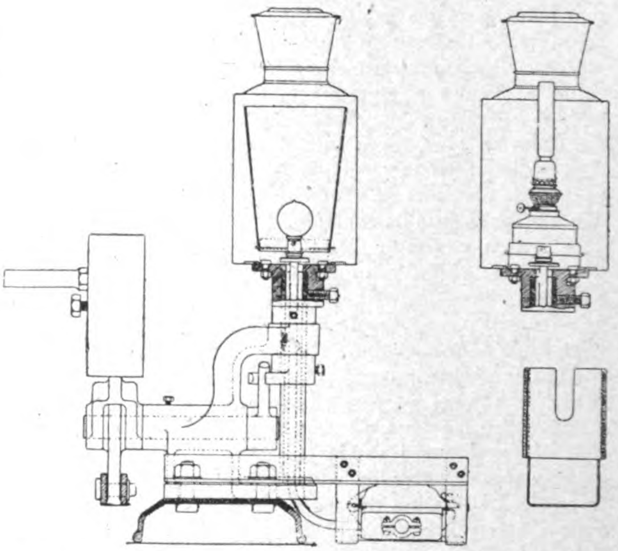


Fig. 2, a, b, c. — Equipement électrique de lanterne d'aiguillage de l'A. E. G.

a, lanterne pourvue de la lampe électrique; b, lanterne pourvue de la lampe à pétrole; c, chariot-support de lampe à pétrole avec dégagement pour le passage de la douille de la lampe électrique.

Lorsque l'aiguille change de position, la lanterne tourne avec son axe autour du tube d'amenée de courant.

Dans la lanterne de l'A. E. G. ce tube d'amenée de courant se termine, à l'intérieur de la lanterne, en forme de douille à baïonnette. Le chariot-support de lampe à pétrole est pourvu d'un dégagement correspondant à la douille (fig. 2*c*); ce qui permet de le mettre facilement en place (fig, 2*b*). Ce chariot peut d'ailleurs ainsi rester en permanence dans la lanterne.

L'équipement de la Bergmann Elektrizitats Werke est représenté par la figure 3. Il comprend une douille cylindrique à baïonnette qui se fixe au moyen d'un pas de vis sur le tube de protection des câbles. Le chariot porte-lanterne à pétrole peut être mis en place aisément sans nécessiter le déplacement d'aucune pièce. Un bouchon recouvrant la douille la protège pendant la durée de l'éclairage au pétrole (fig. 3*b*).

L'appareil Siemens et Halske comporte une douille à baïonnette amovible. Elle peut être facilement mise en place ou enlevée à l'aide de griffes. Le courant est amené au moyen de deux petits ressorts à boudin faisant corps avec la partie amovible (fig. 4).

Le montage des canalisations nécessite une étude spéciale. Sauf dans le cas des gares à faible trafic, la canalisation doit être constituée par des câbles. Le dispositif représenté par la figure 5 permet d'éviter l'emploi de boîtes de branchement à l'aide d'une boite de jonction judicieusement utilisée. En outre, à proximité de chaque lanterne, on devra prévoir

Digitized by Google

une certaine longueur du câble enroulé en réserve pour le cas d'un petit déplacement de l'appareil.

Les lanternes correspondant à des aiguilles d'un même

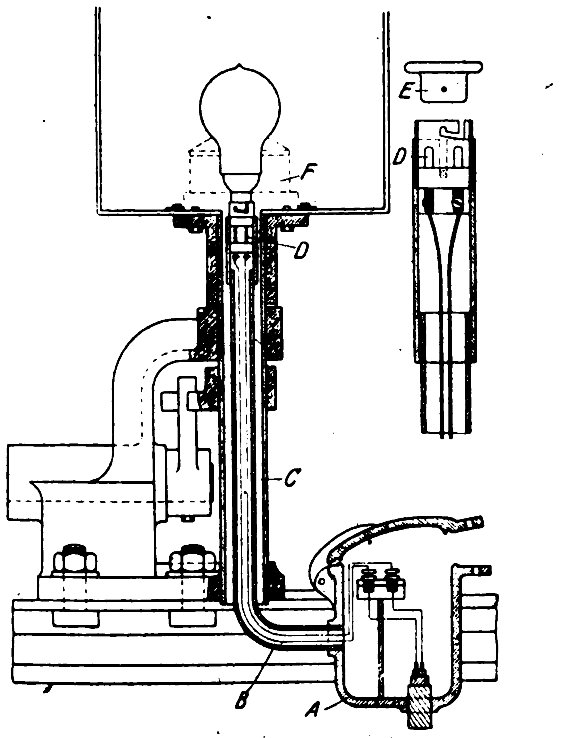


Fig. 3 a et b. — Equipement électrique de lanterne d'aiguillage de la Bergmann Elektrizitäts Werke A. G.

A. boite de raccordement avec fusibles ; B. tube fixe d'amenée du courant (en acier) ; C, tube rotatif support de lanterne ; D, douille à baïonnette ; E, bouchon de la douille ; F, chariot-support de lampe à pétrole.

service seront réunies par groupes dont l'éclairage sera commandé par un interrupteur situé au poste d'aiguillage (fig. 6). Dans certains cas, le signal ne doit être éclairé que lorsque l'aiguille est dans une certaine position. Dans ce cas,

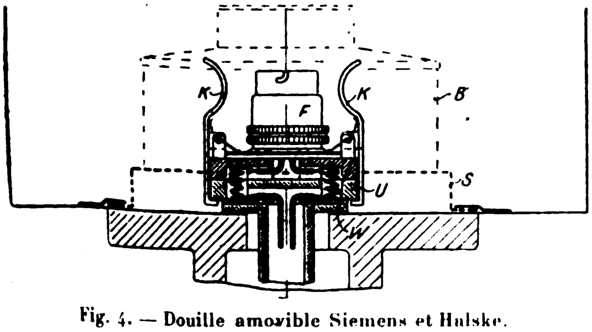


Fig. 4. — Douille amovible Siemens et Halske.

F, douille de la lampe électrique ; U, partie passant sous le chariot S ; S, chariot support de lampe à pétrole ; K, griffes de fixation de la douille ; W, ressorts de prise de courant ; B, lampe à pétrole.

on adopte alors la commande automatique de l'éclairage par le levier de l'aiguille.

En ce qui concerne la tension d'éclairage, on employait primitivement une tension de 50 v obtenue au moyen de petits dévolteurs disposés dans un coffret étanche à proximité de chaque lanterne. Plus tard, on utilisa des diviseurs de tension installés au poste d'aiguillage qui divisaient le courant à 220 v en deux fois 110 v. Actuellement, la construction des lampes à 220 v est assez solide pour permettre de les employer directement. Ces diverses modifications ont sensiblement diminué les frais d'installation.

Les raisons principales qui se sont opposées à l'électrification de l'éclairage des aiguillages sont les suivantes :

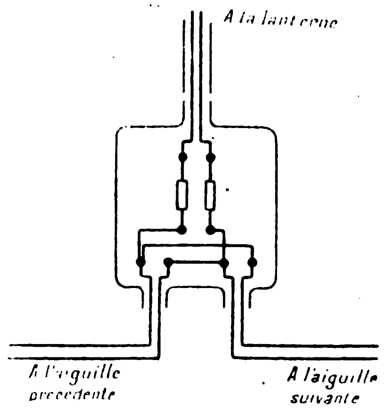


Fig. 5. — Connexions de la boite de jonction.

1° Arrêt possible du courant ;

2° Eclatement du câble ;

3° Courts-circuits ou interruption du courant dans les boites de jonction ou dans les lanternes ;

4° Détérioration de la lampe à incandescence.

La première raison ne peut exister car l'éclairage électrique des aiguillages ne sera naturellement installé que dans les gares déjà éclairées à l'électricité et qui, par conséquent, doivent disposer d'une source d'électricité correspondant à la sécurité du service de la gare dont font partie les aiguillages.

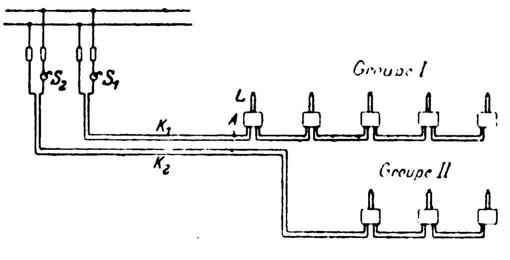


Fig. 6. — Schéma du montage d'une installation d'éclairage électrique de lanternes d'aiguillage.

S, interrupteur du poste d'aiguillage ; K, canalisations ; A, boites de raccordement ; L, lampe de lanterne d'aiguillage.

Dans une bonne installation, un éclatement de câble ne se produira pas. Dans l'installation de Berlin, le cas ne s'est pas encore présenté. Mais on devra employer pour les canalisations, même à basse tension, des câbles armés pour courant de grande intensité.

Il est très important que toutes les connexions dans les boites de jonction et dans les lampes soient faites avec le plus grand soin par un ouvrier spécialiste connaissant bien

Digitized by Google

la question. Dans l'installation de Berlin il ne s'est pas encore produit de court-circuit, et les interruptions de courant qui se sont produites étaient dues à l'emploi du zinc comme conducteur dans les canalisations.

Les lampes électriques des sociétés ci-dessus se sont très bien comportées et n'ont pas brûlé.

La sécurité du service est donc assurée d'une façon aussi complète que possible par l'éclairage électrique des aiguillages.

D'ailleurs, aucun système ne saurait l'assurer parfaitement, même par l'éclairage au pétrole qui s'éteint lorsque le vent souffle en tempête.

Notes pratiques

Le contre-écrou Vislock (1). — Le dispositif consiste, comme d'habitude, en deux écrous ; ils sont reliés mécaniquement par une pièce interne placée sous l'écrou supérieur

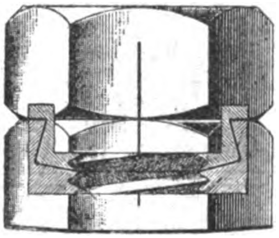


Fig. 1.

et entrant dans une cavité de forme convenable située dans l'écrou inférieur; l'efficacité dépend du serrage produit entre le boulon et les filets de l'écrou dans cette cavité, quand on tourne l'écrou supérieur relativement à l'autre. — Les écrous Vislock sont fabriqués par la Vislock, Ltd. 3, St Bride's House, Salisbury Square, EC, Londres, en diamètres variant de 6,35 mm, à 50,8 mm — P. V.

Nouvel enroulement d'armatures (1). — La figure 1 montre les bobines toutes assemblées sur le noyau; on remarquera que les tôles sont découpées de telle façon que les encoches affectent la forme d'arcs de cercle. On enroule les bobines sur une forme circulaire faite en deux moitiés et facile à construire. Un côté de la bobine est introduit dans l'encoche et ne nécessite aucun façonnage, vu la forme circulaire de celle-ci; la figure montre comment l'isolation entre noyau et bobines est assurée. Le changement d'une bobine endommagée sans toucher aux autres, et l'enroulement des bobines sont, ici, choses aisées. Le temps nécessité pour enrouler l'armature entière est grandement réduit; on fait une économie de cuivre à cause du peu de fil ne se trouvant pas sous les pôles. — Dans le cas d'une armature de 15,2 cm de diamètre, avec des encoches de 1,9 cm de profondeur et enroulée comme on l'a fait jusqu'ici, il faut

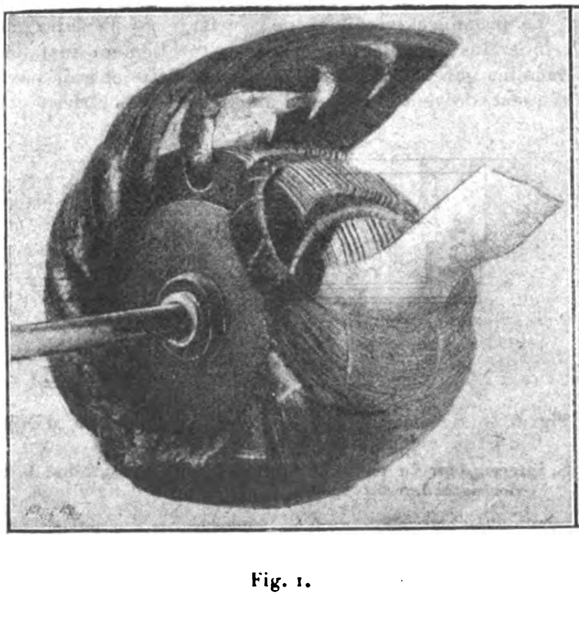


Fig. 1.

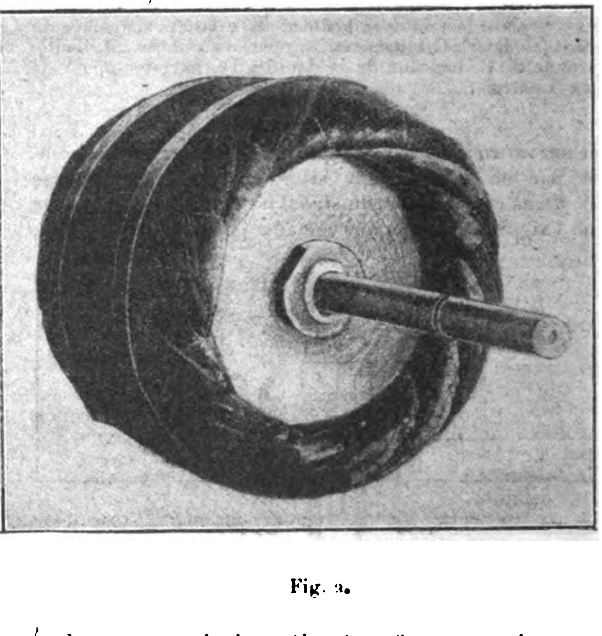


Fig. 2.

0,95 cm pour les couches du fond et du sommet ; avec le nouvel enroulement il suffira d'une encoche de 0,95 cm, l'autre côté de la bobine étant étendu uniformément pardessus la périphérie ; on réduit ainsi la profondeur de l'enroulement à partir des pôles à 1,43 cm, ce qui est avantageux. — La figure 2 est une vue complète de l'armature. Cet enroulement est surtout destiné aux petites armatures. — P. V.

(1) *Electrical Review*, 7 sept 1917, p. 224, 1 fig.

(1) *Electrical Review*, 7 sept. 1917, p. 225, 2 fig.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à Gaz.

Assemblée générale ordinaire du 30 juillet 1917.

L'année 1916-1917 a vu le complet développement des fabrications de guerre de la Compagnie des Compteurs dont l'organisation avait été commencée dans les premiers jours de 1915 et très énergiquement poussée pendant 1915-1916. Ces fabrications de guerre ont pris une expansion remarquable et les bénéfices obtenus dépassent largement ceux d'avant-guerre.

Rappelons que les résultats financiers des derniers exercices avaient été les suivants :

	Bénéfices bruts.	Bénéfices nets.	Dividende.
1912-1913.......	9 318 000	8 716 000	55
1913-1914.......	10 603 000	9 979 000	55
1914-1915.......	4 888 000	4 303 000	55
1915-1916.......	11 492 000	10 314 000	55
1916-1917.......	19 833 000	18 529 000	60

Les résultats ont donc été en croissant régulièrement pendant les exercices précédant la guerre et après le fléchissement qui s'est fait sentir sur le premier exercice de guerre, ceux-ci ont repris leur progression. D'autre part, la Société s'est préoccupée d'être en mesure de reprendre ses affaires normales avec sa clientèle habituelle après la guerre.

Dans ce but, elle a procédé, pendant l'exercice 1916-1917, à l'émission de 10 millions d'obligations, non pour des raisons de trésorerie puisque le produit de cet emprunt a été placé en bons de la Défense, mais afin de le garder disponible pour consentir, après-guerre, de longs crédits à des Sociétés ayant d'importants travaux de réfection à exécuter.

De plus, elle a procédé à l'acquisition d'un terrain de 60 000 m à Montrouge pour remplacer celui de Meudon cédé à des conditions avantageuses à la Société des automobiles Gotron. Ce terrain est destiné à la construction d'une usine pour la fabrication des compteurs d'électricité. L'usine de Milan a été également agrandie.

Une assemblée générale extraordinaire, convoquée pour le 14 septembre, doit ratifier des propositions de doublement du capital social au moyen de l'incorporation d'une partie des réserves, de la répartition de la provision spéciale et d'une faible souscription en espèces. La Société possède, en effet, en plus de cette provision spéciale qui va disparaître ainsi que de la provision pour impôts, des réserves pour plus de 35 millions, et elle juge que son capital nominal de 9 millions n'est plus en rapport avec son capital réel et le chiffre de ses bénéfices.

Néanmoins, il a paru nécessaire au Conseil de constituer immédiatement, en remplacement de la provision spéciale appelée à disparaître, une nouvelle provision spéciale en prélevant sur les bénéfices de l'exercice une somme de 4 millions.

De même, 5 millions ont été portés avant toute répartition à la provision pour impôts. En dehors des amortissements normaux avant répartition, les réserves ont reçu les sommes suivantes après distribution du dividende indiqué plus haut :

La caisse de prévoyance..................	200 000 fr
La réserve de change..	254 750
La réserve pour fluctuation des métaux...	500 000
La réserve pour accidents du travail......	400 000
La réserve extraordinaire................	2 500 000

Le solde de 505 955 fr a été reporté à nouveau.

Le Conseil d'administration s'est complété par la nomination de trois nouveaux administrateurs : M. Henry Damour, président du Gaz de Lyon; M. Boutan, président de la Société technique du gaz, et M. Michel, ce dernier directeur depuis de nombreuses années des établissements du boulevard de Vaugirard dont son père avait été le fondateur, et l'un des membres du Conseil d'administration de la « Revue générale de l'Electricité ».

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Fonds de commerce. Valeur industrielle des 13 établissements de France et de l'étranger :	
Total pour Paris..........................	7 224 795,03
Succursales province et étranger...........	6 909 330,08
Matériel industriel :	
Maison de Paris	957 284,90
Succursales de Paris, province et étranger..	1 727 711,78
Mobilier industriel..........................	1 »
Marchandises en magasin :	
Maison de Paris..........................	3 157 241,22
Succursales de Paris, province et étranger...	18 386 884,16
Caisse, effets à recevoir, banquiers :	
Maison de Paris	3 556 243,90
Succursales de Paris, province et étranger..	1 939 210,14
Bons de la Défense nationale.................	11 347 500 »
Débiteurs divers :	
Maison de Paris..........................	16 284 982,21
Succursales de Paris, province et étranger..	19 365 328,21
Old Selkstones Collieries.....................	2 155 683,08
Travaux en cours divers......................	2 027 107,42
Compteurs en location vendus par annuités....	1 136 844,27
Impôts sur actions, obligations...............	301 288,54
Titres en portefeuille	8 034 979,15
Prime de remboursement obligations 6 pour 100.	200 000 »
Coupons divers et obligations amorties en cours de paiement..........................	358 766,36
Opération change garantie Amérique......... .	5 700 000 »
	110 771 182,45

Passif.

	fr
Capital actions	9 000 000 »
Obligations :	
4 pour 100	7 948 500 »
4 pour 100 amorties	2 012 000
6 pour 100.................................	10 000 000
Réserves :	
Obligations 5 pour 100 amorties.............	190 000 »
Fonds de réserve statutaire	900 000 »
Fonds de prévoyance	1 800 000 »
Réserve extraordinaire......................	1 450 000 »
A reporter.. ..	33 300 500 »

Digitized by Google

Report	33 300 500 »
Réserve pour participations	250 000 »
Réserve de change	1 245 250 »
Réserve pour fluctuation des métaux	1 500 000 »
Réserve pour accidents du travail	600 000 »
Réserve immobilière	5 230 835 »
Réserve pour amortissement de constructions	6 500 000 »
Réserve spéciale (primes sur les augmentations du capital 1907 et 1912)	11 000 000 »
Réserve pour amortissement du matériel et outillage	2 253 493,30
Provision spéciale	5 000 000 »
Provision pour impôts	1 200 000 »
Frais pour nouvelles constructions et aménagement	261 500 »
Comptes d'ordre :	
Prévision pour constructions nouvelles	1 484 768,54
Prévision pour affaires non terminées et créances à recouvrer	400 000 »
Effets à payer	26 307,90
Créditeurs divers :	
Maison de Paris	4 481 213,70
Succursales de Paris, province et étranger	7 589 107,99
Avances sur travaux en cours	2 298 564,05
Caisse de prévoyance	936 721,28
Coupons échus à payer	507 061,43
Opération change garantie Amérique	5 700 000 »
Reliquat des bénéfices de l'exercice 1915-1916	958 482,90
Profits et pertes :	
Bénéfices de l'exercice 1916-1917	19 047 376,36
	110 771 182,45

Société Biterroise de Force et Lumière.

Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917.

Le compte d'exploitation générale de l'exercice, en accroissement sensible sur celui de l'exercice précédent, présente un excédent de recettes de 415578 fr, soit une augmentation de 62660 fr. Le bénéfice de l'exercice se monte à 270069 fr au lieu de 203209 fr en 1915. Sur cette somme il a été attribué 171000 fr aux amortissements et réserves, ce qui porte à 529312 fr le total des sommes prélevées au cours des sept dernières années sur les bénéfices pour amortissements ou réserves.

Le solde disponible de l'exercice, comprenant le report de l'année précédente, atteint 107754 fr sur lesquels 100000 fr ont été employés à répartir aux actions un dividende de 5 pour 100, et 7754 fr ont été reportés à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Chute et usine de Truteas	1 536 524,30
Réseaux et postes	2 512 312,13
Installations d'abonnés	1 »
Terrain et outillage	8 474,13
Acquisition de concessions d'éclairage	1 »
Primes de remboursement	162 477,44
Frais de premier établissement	214 597,70
Caisse	7 758,30
Banques	284 646,27
Marchandises	87 763,57
Titres en dépôt	17 065,85
Installations en cours	23 383,91
Avances à l'enregistrement	8 336,59
Compte d'ordre et frais à imputer aux exercices suivants	500 »
Abonnés	179 288,58
Debiteurs divers	62 338,10
	5 105 468,87

Passif.

	fr
Capital actions	2 000 000 »
Capital obligations	2 762 500 »
Réserve légale	29 973,03
Provision pour amélioration	6 000 »
Coupons échus	30 756,79
Provision pour coupons d'obligations (échéance du 1er janvier 1917)	63 283,80
Créditeurs divers	79 247,62
Réserve pour remboursement d'obligations en 1917	21 000 »
Report de l'exercice précédent	13 638,29
Bénéfice de l'exercice 1916	99 069,34
	4 505 468,87

Compagnie Centrale d'Energie Electrique.

Assemblée générale ordinaire du 23 juillet 1917.

Les exploitations d'Alger et d'Oran de la Compagnie, qui étaient à leur début au moment de la déclaration de guerre, sont restées stationnaires, et celle de Châteauroux a suivi une marche normale.

L'augmentation des recettes brutes d'exploitation provient presque exclusivement de l'affaire de Rouen : celles-ci, qui étaient de 4076695 fr en 1914, avaient passé, en 1915, à 4691697 fr, et elles ont atteint, en 1916, 5745323 fr.

Le solde du compte Profits et pertes a été de 679665 fr. Cette somme a été jointe à la provision spéciale pour 1916, soit 1106367 fr et au report des exercices antérieurs de 106375 fr de manière à former un total de 1892408 fr. Le Conseil a décidé d'affecter cette somme à l'extinction à l'actif du bilan du compte « Charges spéciales de la guerre » qui avait été constitué pendant les exercices antérieurs et qui s'était enflé jusqu'à atteindre, au 31 décembre 1915, un total de 1854053 fr par suite de la crise du charbon et des frets.

Le solde après ce prélèvement, soit 38354 fr, a été reporté à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Frais de constitution	1 »
Premier établissement :	
Usines, sous-stations et postes de transformation	23 365 830,44
Réseau de distribution aérien et souterrain	10 414 913,03
Gros et petit outillage	131 352 »
Compteurs et appareils en location	461 148,45
Installations téléphoniques	648,90
Mobilier	346,[illegible]
Fonds de commerce, Rouen, Alger Oran et communes voisines	9 379 750 »
Cautionnements déposés par la Compagnie	46 064,85
Approvisionnements et marchandises en magasins	1 952 958 »
Caisses et banquiers	906 820,34
Débiteurs divers et comptes d'ordre	2 705 617,27
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations	964 704 »
Charges spéciales de la guerre	1 854 053,50
	52 184 211,03

Passif.

	fr
Capital actions	20 000 000 »
Capital obligations 5 pour 100 en circulation	18 914 000 »
Réserve légale	99 506,60
Banquiers créditeurs	9 685 225 »
Créditeurs divers et comptes d'ordre	1 256 692,96
Coupons à payer et obligations à rembourser	336 378,45
Provision pour l'exercice 1916	1 106 367,19
Profits et pertes :	
Solde de l'exercice 1916	679 665,15
Report des exercices antérieurs	106 375,68
	52 184 211,03

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

La perception de l'impôt cédulaire au point de vue comptable

La mise en vigueur dès l'année prochaine des nouveaux impôts destinés à remplacer la patente et les portes et fenêtres, semble devoir entraîner des modifications dans la présentation des résultats annuels des sociétés. L'auteur de cet article expose les points sur lesquels il croit qu'il serait bon d'apporter ces modifications en vue de faciliter aux agents des contributions directes leur travail d'assiette de l'impôt tout en prenant les dispositions nécessaires pour ne payer que ce qui sera strictement dû.

La savante étude de M. Paul Bougault, avocat à la Cour de Lyon, que la « Revue générale de l'Électricité » a publiée dans son numéro du 1er septembre, sur la nouvelle loi fiscale du 31 juillet 1917 et l'approfondi commentaire qu'il en a fait, montrent qu'il serait utile d'apporter quelques modifications dans la présentation des résultats annuels aussi bien des sociétés que des particuliers exerçant un commerce ou une industrie.

Le maintien de l'impôt foncier, qu'il s'agisse de propriétaires vivant du revenu de leurs immeubles ou de commerçants, d'industriels et de sociétés, aurait mis ceux qui exercent une profession dans des locaux leur appartenant en infériorité par rapport à ceux qui travaillent dans des locaux loués, au point de vue de l'impôt cédulaire sur les bénéfices industriels et commerciaux; aussi le législateur a-t-il prévu que les propriétaires d'immeubles dans lesquels ils exercent leur profession étaient fondés à augmenter leurs frais généraux de la valeur locative de ces immeubles: ils louent à eux-mêmes leurs immeubles et ont ainsi deux revenus, l'un foncier, l'autre professionnel.

D'un autre côté, la loi admet la déduction, sur les bénéfices, des amortissements généralement pratiqués d'après les usages de chaque nature d'industrie ou de commerce.

Enfin, il a été fait une distinction entre les comptes de dépôts à vue, offrant le caractère d'un compte courant et les fonds en comptes de dépôts à échéance qui prennent le caractère en quelque sorte d'un prêt, d'une avance consentie au banquier ou à l'établissement de crédit auxquels ils ont été confiés. Les premiers qui sont considérés comme constituant le fonds de roulement nécessaire à l'exercice de la profession sont exonérés de l'impôt sur les revenus des créances, dépôts et cautionnements (titre V de la loi), tandis que les seconds seront soumis à cet impôt au même titre que le revenu des placements en valeurs mobilières.

Or bon nombre de sociétés disposent de fonds dépassant de beaucoup leurs besoins normaux ; elles emploient ces fonds soit en bons de la Défense nationale, soit en placements à terme dans les banques, soit en rentes, lorsqu'elles prévoient qu'à un moment donné elles auront besoin de leurs capitaux, elles les utilisent encore en placements en actions ou obligations des sociétés dans lesquelles elles prennent un intérêt et qui généralement exercent une profession similaire à la leur, produisent des matières dont elles ont besoin ou utilisent celles qu'elles ont fabriquées, pour autant que l'article des statuts traitant de l'objet social les y autorise.

Les revenus de cette catégorie sont exonérés, quant à présent, de l'impôt sur le revenu (titre V) s'il s'agit d'emplois en rentes ou en bons de la Défense nationale, autrement ils sont frappés de l'impôt chargeant les comptes de dépôts ; quant aux titres mobiliers, l'impôt est perçu sur les coupons.

De ces diverses remarques, on est amené à conclure que les sociétés auraient tout avantage à établir leurs comptes de profits et pertes de façon à faire ressortir nettement le revenu de leurs fonds de placement, ceux-ci comprenant le loyer des immeubles dont elles sont propriétaires (loyer payé par l'exploitation ou la fabrication) et le revenu de la profession, déduction faite du loyer des immeubles.

Les comptes de profits et pertes seraient divisés en deux rubriques parfaitement distinctes.

La première exonérée des droits prévus au titre I (impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux) parce qu'elle a déjà supporté l'impôt.

La deuxième faisant ressortir les bénéfices commerciaux et industriels qui auront à servir de base à l'impôt cédulaire remplaçant la patente, pour l'année suivante.

Dans l'application, on pourra éprouver quelques difficultés d'interprétation ; c'est ainsi qu'une société travaillant en partie avec des fonds d'emprunt et possédant un portefeuille titres se demandera si la charge de l'emprunt doit incomber totalement à l'exercice de sa profession ou seulement partiellement, partie allant en atténuation du bénéfice commercial, partie en atténuation du revenu des placements. Il est impossible d'établir dès maintenant une règle fixe; la solution à adopter dépendra beaucoup de l'importance des sommes affectées aux placements et de celles affectées à la profession.

Digitized by Google

Toutefois, dans bien des cas, on pourra prétendre que les fonds d'emprunt servent surtout à l'exercice de la profession, les placements étant faits, en principe, à l'aide des réserves, des fonds de reconstitution du capital, quand, comme c'est presque toujours le cas, les immobilisations sont périssables, et enfin avec tout ou partie du capital lui-même.

Le compte des résultats professionnels devrait, pour correspondre aux indications de la loi, comprendre aussi les charges d'amortissement, ce qui est rarement pratiqué à l'heure actuelle.

En effet, quand on examine les comptes présentés aux assemblées d'actionnaires, on constate que, presque toujours, on y fait ressortir tout d'abord le bénéfice industriel ou commercial, puis ensuite on pratique les amortissements ou réserves destinées à en tenir lieu. Il sera bon d'apporter une modification à cette manière de procéder. On remarquera que l'article 4 a noté, au nombre des charges qui peuvent être déduites des bénéfices, les amortissements « généralement admis d'après les usages de chaque nature d'industrie ou de commerce ». Or, nous savons que, pour le calcul des bénéfices soumis à la contribution extraordinaire sur les bénéfices supplémentaires réalisés pendant la guerre, le fisc discute très vivement les réductions qui ont été faites pour les amortissements et que, par principe, il trouve exagérées. Cette discussion appliquée à un impôt temporaire se justifie; assisterons-nous de même, lorsqu'il s'agira d'appliquer la nouvelle loi, à des discussions au sujet des amortissements faits annuellement par les sociétés? Reprochera-t-on aux sociétés pratiquant des amortissements plus ou moins élevés et variant souvent d'après les résultats acquis d'avoir trop de prévoyance? L'État donnera-t-il à ces sociétés des conseils d'imprévoyance? Quels reproches pourrait-on faire à des conseils d'administration si, à un moment donné, on constatait que les amortissements ont été insuffisants et que ceux-ci puissent invoquer pour leur défense une décision de l'Administration? Nous espérons que celle-ci ne voudra pas assumer une semblable responsabilité. Au surplus, son intransigeance irait à l'encontre des intérêts bien compris de l'industrie et du commerce français auxquels la nécessité du renouvellement de plus en plus fréquent du matériel s'imposera avec d'autant plus de force que la lutte sera plus âpre sur tous les marchés du monde. Si même les sommes affectées prématurément aux amortissements étaient supérieures à celles qu'on admettrait volontiers, l'État n'y perdrait rien, car, à leur tour, les sommes mises en réserve deviendraient productives et leur produit contribuerait à augmenter les impôts des années suivantes; il n'en résulterait qu'un retard dans la perception de l'impôt, comme cela se produit pour l'impôt sur le revenu des titres des sociétés qui, tôt ou tard, soit qu'on distribue les réserves, soit qu'on les valorise en créant de nouvelles actions, soit qu'on liquide avec un excédent sur le capital versé, apportent leur contingent à l'impôt, dont la quotité a plutôt tendance à grossir qu'à subir une réduction.

Il y aurait lieu aussi d'examiner si les méthodes comptables au point de vue de l'amortissement des obligations ne devraient pas être modifiées et même unifiées. Dans bien des sociétés, on continue à faire figurer au passif les obligations amorties, en mentionnant en deux lignes le capital obligations encore en circulation et le capital obligations amorties, les fonds destinés à leur amortissement étant prélevés sur les bénéfices et un second fonds d'amortissement supplémentaire étant affecté au surplus des dépréciations des immobilisations. D'autres sociétés constituent leurs amortissements ou dépréciations par prélèvement sur leurs bénéfices et en créditent au passif un compte spécial, ou encore réduisent d'autant leurs immobilisations à l'actif. Cette dernière méthode permet de prélever, sur les disponibilités fournies par les bénéfices réalisés et non distribués, les sommes nécessaires à l'amortissement des obligations ou emprunts et on ne fait plus figurer au passif que le montant des obligations restant en circulation; elle est plus claire, puisque le passif se trouve dégagé d'éléments n'existant plus, elle fait mieux ressortir l'importance des amortissements puisqu'elle évite à l'actionnaire, s'il veut évaluer le montant des amortissements, un calcul que certains, peu familiarisés avec la science comptable, ne sont pas en état de faire.

Quelle que soit la méthode employée, il sera utile de faire ressortir bien nettement que les résultats de l'exploitation ou de la fabrication sont grevés de l'amortissement des dettes et des immobilisations ainsi que des dépréciations, de façon que l'impôt ne porte bien que sur le produit net de la profession.

Il ne faut pas perdre de vue aussi que l'impôt sur les bénéfices exceptionnels de guerre n'est pas au sens propre du mot un impôt, mais plutôt une participation de l'État dans les bénéfices de chacun des exercices et qu'en conséquence le montant à payer de ce chef, dont moitié dans le courant de l'année suivante et l'autre moitié, six mois après l'expiration du dernier exercice de la période sur laquelle cette contribution extraordinaire est instituée, doit, dans l'arrêté des écritures annuelles, figurer en diminution des bénéfices de l'année sur laquelle la contribution porte et non sur l'exercice pendant lequel a lieu le paiement effectif, sans quoi on risquerait de payer l'impôt cédulaire sur une somme dont on ne bénéficie en aucune manière.

Nous n'avons envisagé dans cette étude que le cas où l'impôt sera basé sur les bénéfices déclarés, il semble, au reste, que, d'après la rédaction de l'article 4 qui stipule que « les Sociétés dont les bilans sont obligatoirement communiqués à l'administration de l'enregistrement » sont soumises à l'impôt sur leurs bénéfices et ne peuvent, comme les commerçants et les industriels, opter pour la perception de l'impôt sur la base de leur chiffre d'affaires. Cependant, dans l'article 9, il est dit que les personnes et « sociétés » assujetties à l'impôt doivent, si elles en sont requises par le contrôleur des contributions, faire connaître, dans le délai de vingt jours, le montant de leur chiffre d'affaires durant l'année précédente, ce qui semble en contradiction avec l'article précité.

Digitized by Google

Nous ne savons si l'impôt nouveau procurera au Trésor des recettes équivalentes à la patente qui disparaît, nous pensons que l'administration n'est guère plus fixée que nous; toutefois, on ne peut s'empêcher de constater que l'impôt défunt avait pour l'Etat l'avantage de lui procurer une recette toujours au moins égale et plutôt croissante d'année en année, qu'aucune circonstance n'influait sur son produit, tandis que l'impôt basé sur les bénéfices réalisés pourra varier dans des proportions sensibles, suivant que notre commerce et notre industrie traverseront des périodes de prospérité ou de crise. Nous avions déjà le produit des douanes qui était influencé par les rendements de l'agriculture et par l'activité ou l'atonie de l'industrie, nous aurons un impôt à produit variable de plus, ce qui ne sera pas sans gêner quelquefois l'équilibre du budget.

Il nous reste à dire quelques mots de l'obligation que comportent les articles 26 et 27 de la loi du 31 juillet dernier : la déclaration des sommes payées à chacun des employés, des commis et des auxiliaires (le mot ouvrier n'y figure pas, mais il semble sous-entendu, puisqu'on parle des traitements, salaires et rétributions) ainsi que les pensions ou rentes viagères dépassant 1 250 fr par an.

Dans les affaires comportant un nombreux personnel, cette déclaration va entraîner un travail de dépouillement long et onéreux. Il va falloir établir une sorte de compte par agent, y inscrire huitaine par huitaine, quinzaine par quinzaine, mois par mois les sommes qui lui ont été versées, les totaliser, noter les dates ou périodes pendant lesquelles l'agent a travaillé quand il n'a pas été attaché à l'affaire durant toute l'année, se rendre compte pour celui-ci si ses perceptions durant son séjour correspondaient ou non à une perception égale ou supérieure à 3 000 fr pour une année complète, évaluer la valeur des avantages en nature dont il a pu bénéficier (logement, chauffage, éclairage, nourriture, habillement) et enfin dresser un tableau général comprenant les noms et adresses des preneurs. Cet état devra être remis au contrôleur des contributions directes dans le courant du mois de janvier de chaque année. Bien que cela ne soit pas spécifié, il semble que c'est le contrôleur des contributions directes du siège de l'industrie ou du commerce qui devra recevoir ces données; le travail serait encore compliqué si les renseignements devaient être fournis au contrôleur du quartier, de la commune ou de l'arrondissement où se trouve le domicile de l'agent.

La loi n'a pas indiqué si les retenues pour retraites devaient être déduites des émoluments touchés; les instructions ministérielles fixeront peut-être ce point. Il est présumable que la déduction sera admise comme elle a été admise pour la perception de l'impôt global sur le revenu. Les sociétés occupant beaucoup d'agents feront bien de se préoccuper dès maintenant de la préparation de l'état qu'elles ont obligation de fournir; il y a là un travail matériel important qui ne peut être exécuté en un temps limité.

L. Rosenfeld,
Chef de la Comptabilité générale de la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité, membre de la Compagnie des Experts Comptables de Paris.

Législation, jurisprudence, réglementation

La participation aux bénéfices dans les entreprises de l'État et dans les concessions accordées par l'État, les départements et les communes [1].

La Chambre avait déjà voté, le 5 avril 1917 une proposition de loi, adoptée par le Sénat, sur les sociétés anonymes à participation ouvrière, en espérant que cette formule nouvelle, incorporée dans notre droit, facilitera beaucoup les rapports entre le capital et le travail. Pour donner de la publicité et montrer l'exemple, il est nécessaire que l'État, les départements et les communes soient tenus à la même obligation. L'État possède deux catégories de manufactures ou d'exploitations. Dans la première, il réalise des bénéfices comme un simple particulier, dans ce cas, la participation aux bénéfices sera réglée à la façon habituelle; dans la seconde, il ne vend pas les produits qu'il fabrique, dans ce cas, la participation aux bénéfices sera calculée sur la valeur des objets fabriqués. En ce qui concerne les concessions accordées par l'État, les départements, les communes, il suffira d'introduire dans le cahier des charges une clause obligeant les concessionnaires à pratiquer la participation aux bénéfices. En pratiquant ainsi, la participation aux bénéfices se généralisera avant peu, l'ouvrier ne sera plus seulement un salarié, mais un collaborateur et un associé, et un grand pas sera fait dans la réconciliation sociale. C'est pourquoi M. Louis Deschamps demande à la Chambre d'adopter la proposition de loi suivante :

Article premier. — A partir du 1er janvier qui suivra la promulgation de la présente loi, l'État organisera la participation aux bénéfices dans toutes les usines, manufactures et exploitations qu'il dirige.

Art. 2. — Les cahiers des charges des marchés de travaux publics ou de fournitures passés au nom de l'État, des départements et des communes, devront contenir une clause accordant la participation aux bénéfices aux ouvriers et employés.

[1] Proposition de loi ayant pour objet de faire appliquer la participation aux bénéfices dans les entreprises de l'État et dans les concessions accordées par l'État, les départements et les communes, présentée par M. Louis Deschamps, député. *Journal officiel*, 19 août 1917. Documents parlementaires de la Chambre, annexe 3 363, p. 885.

La reconstitution des régions envahies.

Nous avons signalé dans la R. G. E. du 13 octobre que les services du ministère de l'Intérieur, chargés de la reconstitution des moyens d'habitation et de la reconstruction des immeubles dans les régions envahies ou atteintes par les faits de guerre, avaient été transférés au ministère des Travaux publics. Le « Journal officiel » du 27 septembre 1917 publie, p. 7 637, un décret, pris en date du 25 septembre

Digitized by Google

1917, qui institue, au ministère des Travaux publics et des Transports un Comité spécial chargé d'étudier les mesures générales concernant la reconstitution des moyens d'habitation et la reconstruction des immeubles dans les régions envahies ou atteintes par les faits de guerre.

Voici le texte de ce décret :

ARTICLE PREMIER. — Il est institué au ministère des Travaux publics et des Transports un Comité spécial chargé d'étudier les mesures générales concernant la reconstitution des moyens d'habitation et la reconstruction des immeubles dans les régions envahies ou atteintes par les faits de guerre.

Ce Comité fait procéder à toutes enquêtes, donne son avis sur les commandes de bâtiments provisoires et de matériaux, sur la constitution des stocks et sur l'organisation des services départementaux, recherche la main-d'œuvre nécessaire et les moyens de transport et prépare les instructions aux services en vue de l'exécution des travaux.

Il est composé comme suit :

Le ministre des Travaux publics et des Transports, président;

Le directeur des chemins de fer au ministère des Travaux publics et des Transports et le directeur du Service spécial pour la reconstitution des régions envahies, vice-présidents;

Le secrétaire général du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies;

Un représentant du ministère des Finances ;

Un représentant du ministère de la Guerre;

Un représentant du général commandant en chef les Armées du Nord et du Nord-Est;

Un représentant du ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre;

Deux représentants du ministère des Travaux publics et des Transports;

Deux représentants du ministère de l'Agriculture;

Un représentant du ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes ;

Un représentant du ministère du Travail et de la Prévoyance sociale;

Un représentant du sous-secrétaire d'Etat des Beaux-Arts;

Deux architectes;

Deux entrepreneurs.

Les membres du comité sont désignés et son secrétariat est organisé par arrêtés du ministre des Travaux publics et des Transports.

ART. 2. — Il est institué, sous la présidence du préfet, dans chaque département intéressé, un comité chargé :

1° De recueillir toutes informations utiles;

2° De faire toutes propositions pour la meilleure utilisation des ressources locales ;

3° De rechercher les mesures propres à hâter l'exécution des travaux.

Ce comité est nommé par le ministre des Travaux publics et des Transports, sur la proposition du préfet.

ART. 3. — Le ministre des Travaux publics et des Transports est chargé de l'exécution du présent décret.

Décret instituant au ministère des Finances une Commission chargée de déterminer les coefficients applicables au chiffre d'affaires pour l'évaluation du bénéfice servant de base à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux.

Le « Journal officiel » du 26 septembre 1917 publie, p. 7613, le décret suivant pris en date du 3 août 1917.

ARTICLE PREMIER. — Il est institué au ministère des Finances une Commission chargée de déterminer les coefficients applicables au chiffre d'affaires pour l'évaluation du bénéfice servant de base à l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux établi par la loi du 31 juillet 1917.

ART. 2. — La Commission est composée de quinze membres, savoir :

Un président de section au Conseil d'Etat ou un conseiller d'Etat, président.

Un Conseiller d'Etat;

Un Conseiller maître à la Cour des Comptes;

Deux inspecteurs généraux ou inspecteurs des Finances;

Le directeur général et un administrateur des contributions directes et du cadastre;

Le directeur général de l'Enregistrement, des Domaines et du Timbre;

Le directeur des Affaires commerciales et industrielles au ministère du Commerce et de l'Industrie;

Trois membres nommés sur la présentation des présidents des Chambres de Commerce et trois membres nommés sur la présentation des organisations syndicales des divers commerces et industries ou, à défaut, pour ces deux catégories, sur la présentation du ministre du Commerce et de l'Industrie.

ART. 3. — Un rapporteur général pris parmi les Conseillers référendaires à la Cour des Comptes est adjoint à la Commission avec voix consultative.

ART. 4. — Des rapporteurs spéciaux, choisis sur une liste de présentation dressée par le président, sont adjoints à la Commission.

Ils sont nommés, par arrêté ministériel, pour une période de trois ans.

Ils assistent, avec voix consultative, aux séances auxquelles ils sont convoqués par le président.

ART 5. — Les fonctions de secrétaire sont remplies par un employé supérieur de la direction générale des contributions directes et du cadastre.

Des employés de la même direction générale peuvent être attachés à la Commission, par arrêté ministériel, en qualité de secrétaires adjoints.

ART. 6. — La Commission se réunit sur convocation de son président.

Elle règle elle-même l'ordre de ses travaux.

Ses décisions sont prises à la majorité des voix; en cas de partage égal, la voix du président est prépondérante.

ART. 7. — Le ministre des Finances est chargé de l'exécution du présent décret.

Décret instituant une Commission chargée d'étudier l'organisation des moyens de crédit propres à faciliter le relèvement économique des territoires atteints par l'invasion.

Le « Journal officiel » du 4 octobre 1917 publie, p. 7859, le décret suivant pris en date du 1er octobre 1917.

ARTICLE PREMIER. — Il est institué, au ministère des Finances, sous la présidence du ministre, une Commission chargée d'étudier l'organisation des moyens de crédit propres à faciliter le relèvement économique des territoires atteints par l'invasion.

L'article 2 fixe la composition de la Commission et donne la liste des membres.

Décret rattachant le Service central des Forces hydrauliques au service des Forces motrices.

Le « Journal officiel » du 4 octobre 1917 publie, p. 7874, le décret suivant pris en date du 3 octobre 1917, par le ministre de l'Armement et des Fabrications de Guerre.

Arrête :

Article unique. — Les affaires qui, en vertu des dispositions de l'arrêté du 3 janvier 1917 susvisé, ressortissaient au Service central des Forces hydrauliques, rattaché à la direction de l'organisation générale de la production rentreront à l'avenir dans les attributions du Service des Forces motrices.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. TOME II. — N° 17. 27 OCTOBRE 1917.

Chronique. — Nécrologie : M. Julien-Émile Javaux. — Les isolateurs à haute tension, p. 641 et 642.

Section scientifique et technique. — Contribution au calcul des aimants, par H. ARMAGNAT, p. 643. — Les isolateurs à haute tension, p. 646 — Revues, analyses et informations : Convertisseurs de phase synchrones, p. 659; Un redresseur à jet d'air pour les courants alternatifs de haute tension, p. 662.

Section industrielle. — Les usines hydro-électriques de l'Etat suédois, p. 663. — Revues, analyses et informations : Les électro-aimants de levage. p. 675.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Société anonyme Weshinghouse, p. 679; Société Pyrénéenne d'Energie électrique, p. 679; Electricité de Reims, p. 679; Compagnie Electrique de la Loire et du Centre, p. 680; Compagnie des Chemins de fer du Sud-Ouest, p. 680.

Nécrologie : M. Julien-Emile Javaux. — L'industrie française vient d'être à nouveau cruellement frappée en la personne de M. Émile Javaux, décédé à Nogent-sur-Marne le 11 septembre 1917

M. Javaux, né en 1854, ne reçut qu'une instruction

JULIEN-ÉMILE JAVAUX

sommaire dans une école privée du quartier de Grenelle; forcé de gagner rapidement sa vie, il entra de bonne heure comme dessinateur chez un entrepreneur de maçonnerie qui travaillait alors à la construction de l'Opéra de Paris. En 1872, à l'âge de 18 ans, il entra en relations avec son compatriote Gramme. Celui-ci le fit entrer comme ouvrier dans la Société qu'il venait de fonder avec Hippolyte Fontaine pour l'exploitation du fameux brevet qu'il avait pris en 1869. M. Javaux se fit rapidement remarquer par son intelligence supérieure, sa grande facilité d'assimilation et sa puissance de travail considérable. Il devint l'élève préféré de Gramme et collabora à la mise au point de nombreux types de machines et, en particulier, des dynamos destinées à la galvanoplastie et des alternateurs employés pour l'éclairage des bougies Jablochkoff.

En 1885, lors de la construction des nouvelles usines de la rue d'Hautpoul par la Société Gramme, ce fut M. Javaux qui, nommé directeur des ateliers, créa et organisa ces ateliers dont la réputation est universelle. En 1908, M. Javaux prit la présidence du Conseil d'administration de la Société Gramme et la conserva jusqu'à sa mort. Administrateur habile, il a amené et maintenu la Société Gramme dans une situation brillante. Sous sa direction, la Société Gramme obtint les plus hautes récompenses dans les différentes expositions auxquelles elle participa; lui-même reçut plusieurs distinctions honorifiques dont la croix d'officier de la Légion d'Honneur.

M. Javaux présida pendant deux ans, en 1905 et en 1906, le Syndicat professionnel des Industries électriques et mit au service de ce groupement ses qualités d'administrateur actif et énergique.

M. Javaux étudia avec compétence les questions particulièrement délicates de la main-d'œuvre, des tarifs douaniers et des règlements administratifs et sut leur donner la solution que comportait l'intérêt général.

La fatigue produite par une vie de travail intense permit à la maladie d'avoir raison de sa robuste constitution. Sa mort est une grande perte, non seulement

Digitized by Google

pour la Société Gramme, mais pour l'industrie électrique entière dont il fut un des meilleurs défenseurs.

Les isolateurs à haute tension. — Ce qui frappe tout d'abord, lorsqu'on passe en revue les types actuels d'isolateurs de traversée, c'est l'extrême variété des formes adoptées et des matériaux employés. Tel constructeur utilise des porcelaines à cannelures profondes et compliquées, tel autre des porcelaines lisses, d'autres encore du papier collé à la gomme-laque ou à la bakélite ; de plus, pour des tensions en ligne de même valeur et avec les mêmes matériaux, les dimensions varient très sensiblement d'une maison à une autre.

C'est que, contrairement aux autres branches de l'électrotechnique, la technique des isolateurs est encore bien peu avancée et leur construction, faute de données suffisantes, livrée presque complètement à l'empirisme.

Cela n'avait pas grande importance tant qu'il s'agissait de tensions de service ne dépassant guère une cinquantaine de mille volts et ne nécessitant que des isolateurs relativement peu encombrants et peu coûteux.

Avec la généralisation des transports d'énergie à très grande distance, sous des tensions qui dépassent souvent 60 000 v, il n'en est plus de même ; l'isolateur devient un problème technique parfois difficile à résoudre et son prix de revient représente un pourcentage important du prix total des installations.

Il importe donc, tant au point de vue de la sécurité que de l'économie, de pouvoir prédéterminer rationnellement les formes d'isolateurs les plus avantageuses et les matériaux les meilleurs à employer pour leur construction [1].

Il y a peu d'années encore, les électriciens n'envisageaient dans une matière isolante que sa rigidité diélectrique. Un isolateur de traversée était considéré comme un tube de matière isolante suffisamment épais pour éviter une étincelle disruptive entre le conducteur et la paroi métallique à traverser et suffisamment long des deux côtés de cette paroi pour éviter qu'une étincelle se produise entre l'une des extrémités du conducteur et la paroi, soit directement, soit en rampant le long de la surface de l'isolateur.

Cette manière de voir s'est montrée insuffisante pour les très hautes tensions. De multiples déboires ont montré qu'il ne suffit pas que les distances disruptives soient respectées. Il faut de plus qu'en aucun point, au voisinage où à l'intérieur d'un isolateur, le gradient de potentiel ne dépasse une certaine valeur maximum (21 000 v efficaces par centimètre pour l'air) sous peine de voir l'isolant se détériorer rapidement en ces points et perdre sa rigidité diélectrique, sous peine aussi de voir jaillir parfois des étincelles directes, l'air étant rendu conducteur par ionisation.

C'est ainsi que l'on a dû renoncer à effectuer la traversée avec des fils trop fins autour desquels se produisaient des effluves (effet corona) et que l'on s'est vu contraint de remplacer ces fils par de gros tubes. C'est également pour la même raison que l'on a dû renforcer la paroi à l'endroit de la traversée par un anneau métalliques aux surfaces largement arrondies.

De même a-t-on dû tenir compte, en plus de leur rigidité, du pouvoir inducteur spécifique des isolants. Dans certains cas, le renforcement de l'isolation par un isolant à grand pouvoir inductif a produit un effet opposé à celui que l'on attendait en amenant en certains points un gradient de potentiel trop élevé.

Il résulte de tout cela que la connaissance exacte de la distribution des potentiels dans les isolateurs et à leur voisinage est la seule base rationnelle de leur calcul.

Malheureusement, la détermination de cette distribution est des plus délicates. Il y a deux ans, un électricien suisse, le Dr Kuhlmann a publié, dans le « Bulletin de l'Association suisse des Électriciens », une étude en langue allemande où il donne un moyen d'arriver au tracé des surfaces équipotentielles et des lignes de force. Cette étude nous ayant été signalée par un ingénieur de la Compagnie Électromécanique, nous en avons fait faire une traduction, qu'il a paru utile de faire connaître à nos lecteurs. L'autorisation de cette publication nous ayant été obligeamment accordée par le secrétaire général de l'Association suisse des Électriciens, M. Wyssling; on trouvera plus loin, pages 646 à 659, cette traduction.

Ainsi qu'on le verra, M. Kuhlmann commence par rappeler les formules fondamentales de la théorie des diélectriques. Puis, appliquant à ces substances une règle donnée en 1909 par Lehmann pour le calcul de la réluctance magnétique, il établit le tracé des lignes de force qui, partant d'un conducteur cylindrique chargé, vont aboutir à une plaque métallique connectée au sol et percée d'une ouverture circulaire par le centre de laquelle passe le conducteur; il envisage successivement les cas où l'isolation entre le conducteur et la plaque est réalisée par de l'air, une pièce de porcelaine de forme cylindrique, une pièce en forme de paraboloïde, une cloche lisse dont l'intérieur est rempli d'huile, la même cloche pourvue de deux nervures, enfin par deux cloches à nervures. La comparaison de ces tracés montre, entre autres conséquences, que les derniers modes d'isolation sont bien préférables aux premiers.

(1) Un grand nombre d'études concernant les isolateurs ont été publiées dans ces dernières années. A titre documentaire, nous signalerons les suivantes parmi celles qui ont paru dans *La Revue électrique*.

Martin-Saxton. L'étude des isolateurs à haute tension. *R. E.*, 2 mai 1913, t. xix, p. 401 et 407.

A.-B. Reynders. Isolateur type condensateur pour arrivées d'appareils à haute tension. *R. E.*, 30 septembre 1909, t. xii, p. 220.

Alessandri. Contribution à l'étude des isolateurs pour lignes à haute tension. *R. E.*, 28 juin 1912, t. xvii, p. 532.

C.-L. Fortescue et S.-W. Farnsworth. Du rôle de l'air comme isolant en présence de diélectriques d'un pouvoir spécifique plus élevé. *R. E.*, 19 septembre 1912, t. xx, p. 277. — Application d'un théorème d'électrostatique à des problèmes d'isolation. *Idem*, p. 279.

R.-V. Picou. Les isolateurs de ligne : propositions pour leur unification. *R. E.*, 5 mai 1916, t. xxv, p. 269.

Rappelons aussi que la *Revue générale de l'Électricité* a publié une étude de M. Picou dans son numéro du 24 février 1917, t. i, p. 301.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Contribution au calcul des aimants

Le but du présent article est de faire connaître une formule approchée pour le calcul des aimants donnant un champ uniforme; cette formule permet, en particulier, de modifier les dimensions d'un aimant de forme connue, comme ceux employés dans les appareils du type Deprez-d'Arsonval.

Le calcul exact des aimants est, dans l'état actuel de nos connaissances, tout à fait impossible ; tout ce que l'on peut espérer c'est de trouver des formules et des coefficients empiriques permettant une détermination approchée des dimensions d'un aimant.

La formule suivante répond uniquement à cette préoccupation et elle n'a aucune prétention à la rigueur scientifique ; elle s'applique seulement aux aimants fermés destinés à fournir un champ magnétique uniforme et assez intense.

Toutes les théories basées sur l'analogie entre un aimant permanent et un électro ont, on peut le dire aujourd'hui, fait défaut. C'est qu'en effet les expériences nombreuses qui ont été réalisées sur les aimants semblent montrer qu'une seule grandeur est définie et à peu près constante dans les aimants : l'intensité d'aimantation maximum que peut prendre un acier selon sa qualité et sa trempe.

Quant à la notion de force magnétomotrice, il semble bien difficile d'en tenir compte actuellement et, par conséquent, la théorie du circuit magnétique n'est pas applicable.

Si nous considérons un aimant comme celui de la figure 1, nous voyons que les lignes de force du circuit magnétique se dispersent tout autour et que le flux est maximum dans la section médiane xy; à cet endroit le flux Φ a pour valeur

$$\Phi = 4\pi \mathcal{J} s,$$

l'intensité d'aimantation étant $\mathcal{J}$ et la section s, mais $4\pi\mathcal{J}$ est l'*induction magnétique* $\mathcal{B}$ lorsque le champ magnétisant est réduit à o

$$\mathcal{B} = \mathcal{H} + 4\pi\mathcal{J};$$

or, dans un aimant permanent, le champ magnétisant n'existe plus, donc nous écrirons simplement

$$\Phi = \mathcal{B} s$$

de façon à ne pas avoir à tenir compte du coefficient 4π.

Plaçons sur les pôles de l'aimant une armature formant court-circuit magnétique ou, mieux encore, prenons deux aimants bien semblables et opposons-les comme sur la figure 2. Une bobine étant placée de façon à entourer un des pôles, si on vient à séparer brusquement les aimants, en les éloignant de la bobine, celle-ci est le siège d'une force électromotrice et, en la reliant à un galvanomètre balistique, on obtient une élongation proportionnelle au flux qui traverse les pôles de l'aimant. Comme, dans ces conditions, il n'y a

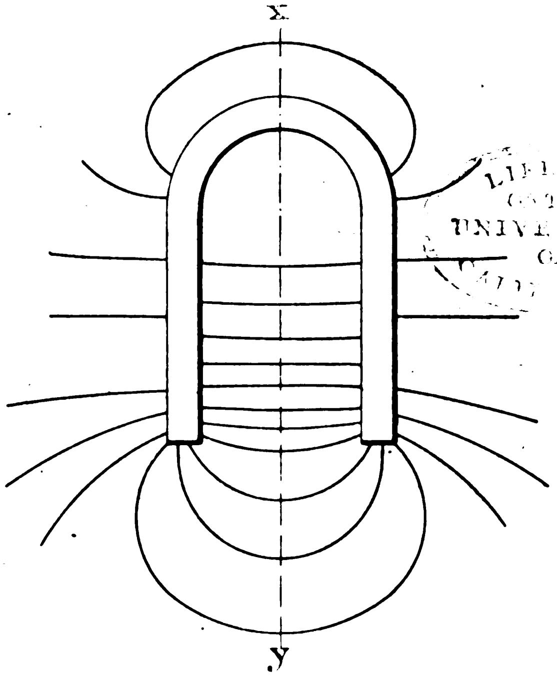


Fig. 1.

pas de lignes de force extérieures, le flux est uniforme dans toute la longueur des aimants et la valeur de $\mathcal{B}_0$ ainsi mesurée

$$\Phi_0 = \mathcal{B}_0 s$$

est l'induction *maximum* de l'aimant essayé.

Les bons aciers magnétiques, bien trempés et aimantés, donnent rarement $\mathcal{B}_0 > 6000$; pratiquement,

Digitized by Google

pour les calculs, il est prudent de compter seulement sur 5 000, valeur qu'il est plus facile d'obtenir couramment.

Maintenant, si une bobine est placée à la section neutre xy des aimants, on observe que le flux dans cette région varie peu quand on écarte les aimants; cependant il se produit tout de même une diminution du flux,

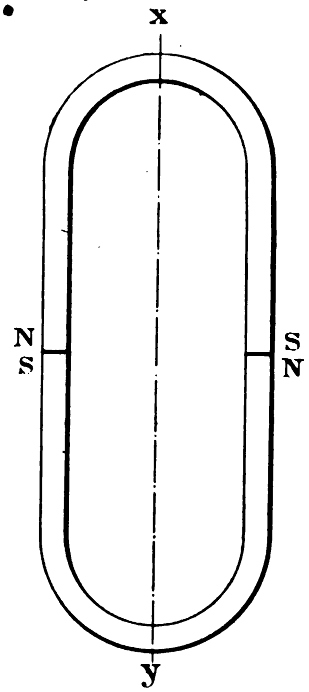


Fig. 2.

d'autant plus grande que l'aimant a une large section et une faible longueur. Cette diminution est due, comme l'ont montré, il y a déjà longtemps, Houston et Kennelly, à l'action démagnétisante du champ inverse créé par les pôles.

Soit un aimant dont la longueur moyenne est l et la section s (fig. 3), fermé par un entrefer de longueur λ et

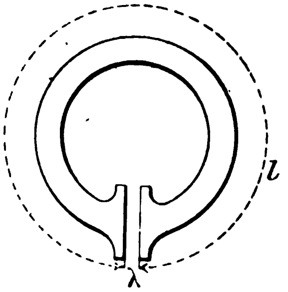


Fig. 3.

de section S; le flux Φ dans l'entrefer est produit par une différence de potentiel magnétique

$$\frac{\Phi\lambda}{S},$$

mais cette dernière s'exerce aussi en sens inverse et tend à créer un champ *démagnétisant*

$$\mathcal{H}_d = \frac{1}{l}\,\frac{\Phi\lambda}{S}. \qquad (1)$$

Plaçons sur cet aimant un circuit magnétisant et faisons varier le courant suivant un cycle complet, assez étendu pour obtenir la saturation magnétique; l'induction pourra atteindre une valeur $\mathcal{B}_2$, (fig. 4), mais dès que

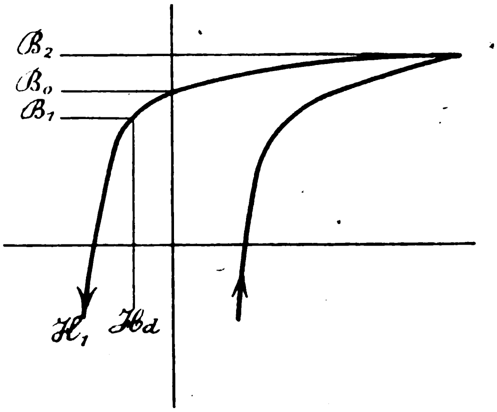


Fig. 4.

le courant cessera dans la bobine, le champ $\mathcal{H}$ tombant à zéro, l'induction descendra à la valeur $\mathcal{B}_0$ *si le circuit magnétique est complètement fermé*, mais s'il est ouvert, c'est-à-dire s'il se produit un champ démagnétisant $\mathcal{H}_d$, l'induction descendra en $\mathcal{B}_1$ et y restera tant que les choses ne changeront pas d'autre part.

Cette diminution de $\mathcal{B}_0$ à $\mathcal{B}_1$ est peu importante dans les aimants qui fournissent des champs relativement intenses, dans les galvanomètres à cadre mobile par exemple, dans les magnétos d'allumage également, mais elle devient de plus en plus grande à mesure que le circuit magnétique s'ouvre et elle est considérable pour les barreaux droits et courts; des barreaux droits ayant un diamètre égal au dixième de leur longueur descendent facilement à $\mathcal{B} = 2000$, alors que groupés en circuit fermé ils donnent $\mathcal{B} = 6000$.

Il y a lieu de remarquer que la relation (1) ne donne pour $\mathcal{H}_d$ qu'une valeur approchée et toujours par excès, mais qui, néanmoins, permet de se rendre compte de l'importance probable du champ démagnétisant.

Pour qu'un aimant soit stable il faut que le champ démagnétisant reste toujours assez faible par rapport à la valeur $\mathcal{H}_1$ qui correspond à $\mathcal{B} = 0$; il n'existe pas de règle absolue à ce sujet mais seulement des données empiriques; en effet, pour tirer de la théorie des applications réellement pratiques, il faudrait connaître, dans chaque cas, la courbe d'aimantation et celle-ci varie non seulement avec la qualité de l'acier, mais aussi, et peut-être plus encore, avec la *trempe*.

Pour un aimant comme celui de la figure 3, ou pour des formes équivalentes comme celles des galvanomètres

Digitized by Google

à cadre mobile, on peut calculer approximativement la valeur du champ utile $\mathcal{H}_u$ en partant des dimensions et le calcul peut même être assez exact si on connaît $\mathcal{B}_0$ pour cet aimant, c'est le but de la formule annoncée plus haut.

Dans l'aimant de la figure 3 le flux dans la section *neutre* est composé du *flux utile* produit dans l'entrefer de longueur λ

$$\Phi_u = \mathcal{H}_u S,$$

et du *flux de fuites* qui croît naturellement avec la différence de potentiel magnétique $\mathcal{H}_u \lambda$ entre les pôles ; on peut donc écrire

$$\Phi_f = K \mathcal{H}_u \lambda ;$$

si l'induction maximum est $\mathcal{B}_0$, le flux total dans la section neutre est

$$\Phi_m = \mathcal{B}_0 s,$$

et comme

$$\Phi_m = \Phi_u + \Phi_f,$$

on obtient

$$\mathcal{H}_u = \frac{\mathcal{B}_0 s}{S + K\lambda}. \qquad (2)$$

Quelques exemples pris sur des aimants de galvanomètres fixeront les idées. Un aimant d'ampèremètre *Weston* (fig. 5), ayant une longueur moyenne de 26,5 cm et une section de 4,4 cm², donnait, en court-circuit, une induction magnétique $\mathcal{B}_0 = 4\,950$. Le noyau de fer avait un diamètre de 25 mm et les pièces polaires étaient alésées à 27 mm, c'est-à-dire que l'entrefer avait une longueur totale $\lambda = 0{,}2$ cm ; la surface d'entrefer était de

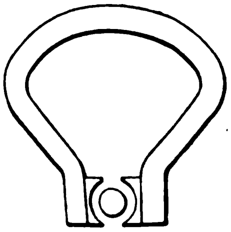


Fig. 5.

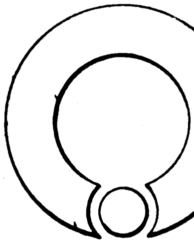


Fig. 6.

13,8 cm². Dans ces conditions, le champ mesuré dans l'entrefer atteignait 1 380 gauss, ce qui donnait pour le coefficient K

$$K = 10.$$

Un autre aimant (fig. 6), de longueur moyenne 17,7 cm a été essayé avec deux noyaux différents, l'alésage restant le même. L'aimant avait une section de 3,24 cm²

λ	S	$\mathcal{H}_u$	K
$\lambda = 0{,}38$ cm	$S = 6{,}3$ cm²	$\mathcal{H}_u = 935$	$K = 29{,}2$
0,80	5,1	530	32

On voit ici le coefficient K augmenter considérablement, cela tient au rapport trop faible entre la surface d'entrefer et la section de l'aimant.

Des mesures faites sur des formes variées d'aimants de galvanomètres ont toujours donné des valeurs de K comprises entre 10 et 30; malgré cette incertitude, la formule peut donner des indications utiles lorsqu'on veut *modifier* les dimensions d'un aimant de forme connue, car alors on peut, par une mesure préalable, déterminer K pour cette forme et on ne commet guère d'erreur dans la prédétermination de l'aimant en prenant la valeur moyenne $\mathcal{B}_0 = 5000$.

La formule (2) ne s'applique qu'aux aimants fournissant un champ *uniforme* (¹), elle n'est pas applicable aux magnétos à cause de la répartition très inégale du flux dans l'entrefer; le champ est maximum en face du noyau et minimum au bout des semelles (fig. 7). Pour ce cas il

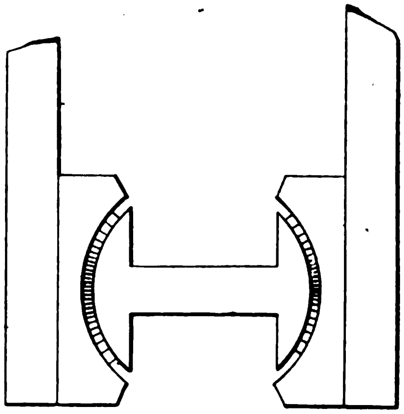


Fig. 7.

faut calculer la réluctance totale $\mathcal{R}$ de l'armature et remplacer le produit $\mathcal{H}\lambda$ par $\mathcal{R}\Phi$, mais ce calcul fait perdre l'avantage de la formule qui est uniquement la simplicité.

Pour les magnétos, il est préférable de s'en tenir à la donnée empirique indiquée précédemment (²), en faisant la section de l'aimant égale à quatre fois la section du noyau de l'armature.

H. Armagnat.

(¹) Rappelons que, dans le numéro du 20 octobre de la *R. G. E.*, a été décrit l'appareil employé au Bureau of Standards pour la vérification du degré d'homogénéité des aimants étalons.

(²) *La Revue électrique*, 16 avril 1915, n° 272, t. XXIII, p. 331.

Les isolateurs à haute tension

Après avoir indiqué les formules d'électrostatiques qui servent de base à sa théorie, l'auteur résout le problème suivant : tracé du réseau des lignes de niveau et des lignes de force autour d'un conducteur chargé à un certain potentiel et entouré d'une plaque métallique mise au sol. La distribution des lignes de niveau s'obtient d'abord en assimilant l'ensemble du conducteur et d'une armature mise au sol à un condensateur cylindrique ; les trajectoires orthogonales de ces lignes constituent les lignes de force. On suppose d'abord le conducteur placé dans l'air ; s'il est noyé dans un diélectrique, il faut tenir compte des lois de la réfraction des lignes de force et des lignes de niveau. Des exemples variés permettent de comprendre la méthode et d'en tirer des conclusions intéressantes, non seulement au point de vue de la forme à donner aux isolateurs, mais encore sur la composition de l'isolant qui peut être constitué par plusieurs substances de de pouvoirs inducteurs spécifiques différents.

Dans les essais des isolateurs à haute tension, dont les plus intéressants sont les isolateurs de traversée, on observe toutes sortes de phénomènes qui ne peuvent pas être également expliqués du premier coup. Des corrections effectuées sur les échantillons ont souvent un résultat tout autre que celui que l'on escomptait. La raison de ces inconséquences apparentes dans l'allure des isolateurs provient principalement du fait que rien ne conduit à plus de méprises sur les suites d'une retouche que les isolants à haute tension.

On appréciera donc les recherches ci-dessous entreprises par M. Karl Kuhlmann [1] en vue d'établir des règles plutôt quantitatives que qualitatives pour la construction des isolateurs.

Comme nous aurons à faire intervenir fréquemment le champ électrique stationnaire, nous rappellerons les lois essentielles qui le régissent.

I. Propriétés du champ électrique [2]. — 1. Le déplacement D est lié au champ agissant H, dans un diélectrique homogène de pouvoir inducteur spécifique K, par la relation

$$D = \frac{KH}{4\pi}.$$

Si, d'autre part, nous représentons par β la diélectricité absolue du milieu et par β_0 la diélectricité absolue du vide, on a par définition

$$K = \frac{\beta}{\beta_0}$$

$$\beta_0 = \frac{1}{4\pi} \text{ U.E.S.} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{4\pi . c^2} = \frac{1}{4\pi . 9 \times 10^{20}} \text{ U.E M.}$$

Les techniciens expriment D en coulombs par centimètre carré ; H, en volts par centimètre ; β, en farads par centimètre carré [3]. On a donc

$$\beta_0 = \frac{10^9}{4\pi \times 9 \times 10^{20}} = 0{,}8842 \times 10^{-13} \text{ farad : cm}^2. \quad (1)$$

(1) Karl Kuhlmann. *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, 1915, n° 6, p. 81-99.

(2) Toutes ces formules sont classiques ; on en trouvera la démonstration : dans la Physique de Chwolson, t. iv, Champ électrique constant, p. 32 à 60 et pour la notation vectorielle, t. v, premier fascicule, équations de Maxwell, p. 131 et suivantes, ainsi que dans le Cours de Physique de H. Ollivier, t. 1, Diélectriques parfaits, p. 153.

(3) On sait que certains auteurs, tels que Lorentz, Heaviside, Cohn, adoptent un autre système d'unités pour se débarrasser du facteur 4π. (Chwolson, loc., cit., p. 53).

2. Les propriétés des vecteurs polaires D et H nous permettent d'écrire :

a) Que l'intégrale du champ électrique H le long d'un contour fermé est nulle, soit

$$\text{rot. } H = 0 \quad \text{ou} \quad \int_s H \cos(H, ds)\, ds = 0 ; \qquad (2)$$

$$(b) \qquad H = -\frac{dV}{dl} = -\text{grad. } V$$

$$\int_{P_1}^{P_2} H dl = -\int_{V_{P_1}}^{V_{P_2}} dV = V_{P_1} - V_{P_2} ; \qquad (3)$$

V_{P_1} et V_{P_2} représentent les valeurs des potentiels aux points P_1 et P_2 qui limitent le chemin l auquel s'étend l'intégration.

3. A la surface de séparation de deux diélectriques 1 et 2 (fig. 1), les composantes normales des déplacements D_1 et D_2 et les composantes tangentielles des champs agissant, H_1 et H_2, restent constantes, tandis que les composantes tangentielles des déplacements et les composantes normales des champs subissent un saut brusque. Analytiquement, ces propriétés s'expriment par les relations suivantes :

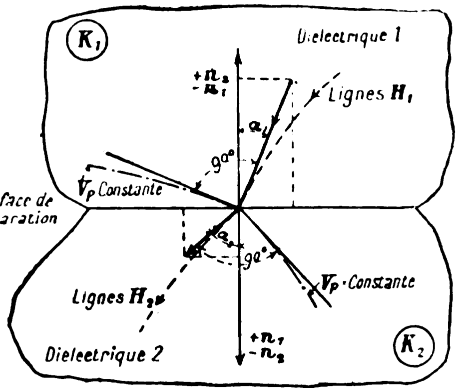


Fig. 1. — Réfraction des lignes D, H et des surfaces équipotentielles.

$$\left.\begin{aligned} D_{2n} &= D_{1n} & H_{2t} &= H_{1t} \\ H_{2n} &= \frac{K_1}{K_2} H_{1n} & D_{2t} &= \frac{K_1}{K_2} D_n \\ & & \frac{\text{tg } \alpha_1}{\text{tg } \alpha_2} &= \frac{K_1}{K_2} \end{aligned}\right\} \qquad (4a)$$

Digitized by Google

La surface de niveau $V_P = c^{te}$, qui passe par le point P de la surface de contact, éprouve aussi une réfraction puisque, dans le diélectrique 1, elle (ou sa trace) est perpendiculaire à la ligne H_1 du champ et que, dans le diélectrique 2, elle doit être perpendiculaire à la ligne H_2 du champ. Si γ_1 et γ_2 sont les angles que font les traces des surfaces de niveau avec la normale à la surface de séparation, on a

$$\frac{\operatorname{tg} \gamma_1}{\operatorname{tg} \gamma_2} = \frac{K_2}{K_1}. \qquad (4b)$$

Ce sont les équations 1 à 4 *b* qui vont nous servir à tracer le diagrammes des lignes de force, comme nous allons le montrer par un exemple. On verra que ce sont précisément les réfractions des lignes D, H et des lignes de niveau qui rendent cette opération difficile, car les isolateurs sont constitués de matériaux dont les constantes diélectriques diffèrent très peu, et, par conséquent, les angles de réfraction sont très petits quand on passe d'un de ces milieux dans l'autre. Il en est tout autrement avec les champs magnétiques pour lesquels ces angles sont voisins de 90°, étant donné que, pratiquement, on ne fait intervenir que la perméabilité du fer et de l'air.

D'autre part, les lignes que nous traçons ne sont pas à proprement parler les lignes de force ou lignes H, mais les lignes de déplacement ou lignes D qui ont même direction que les premières. En voici la raison. Le flux du vecteur D à travers une section d'un tube de déplacement est un flux conservatif, même quand il traverse la surface de séparation de deux diélectriques différents; il est donc indépendant du milieu dans lequel nous traçons les lignes D. Il n'en est pas de même pour le vecteur H, car si nous voulions former son spectre électrique, nous serions amenés à tracer des nombres différents de tubes H dans chaque milieu individuellement, alors même que le flux de ce vecteur H dans les tubes correspondants serait constant pour tous les milieux; au contraire, les nombres des tubes de déplacement (ou d'induction) sont identiques pour tous les diélectriques [1].

En analyse vectorielle, on traduit ces faits en écrivant que les divergences des déplacements et des champs à l'intérieur d'un même diélectrique sont nulles (formule de Laplace), ou

$$\text{div. } D = \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z} = 0,$$

et

$$\text{div. } H = 0.$$

La divergence de D étendue à la surface de séparation de deux milieux est encore nulle, mais non pas celle de H, ou

$$\text{diff. } D = -(D_{+n1} + D_{+n2}) = 0$$

$$\text{diff. } H = H_n$$

$$= -(H_{+n1} + H_{+n2}) = 4\pi\sigma$$

$$H_1 \cos \alpha_1 - H_2 \cos \alpha_2 = \frac{\sigma}{\frac{1}{4\pi}} = \frac{\sigma}{\beta_0}.$$

Dans cette dernière formule, σ représente la densité, sur la surface de séparation, produite par la différence des polarisations.

II. — Tracé des lignes équipotentielles et des lignes de force. — Nous expliciterons la marche à suivre pour construire le réseau des lignes de force en prenant comme exemple « une traversée dans l'air », telle que celle représentée en figure 2. Elle consiste en un boulon de diamètre $2a = 18$ mm dont l'axe passe par le centre d'une ouverture de diamètre $2b = 196$ mm pratiquée dans une armature métallique de 50 mm d'épaisseur. Celle-ci est mise à la terre, tandis que le boulon est porté au potentiel de 55000 v.

Commençons par dessiner les traces des surfaces équipotentielles dans le plan de la figure. Nous connaissons déjà celles qui correspondent à $V = 55000$ v et $V = 0$, c'est-à-dire aux surfaces de la tige ronde et de l'armature. Les autres s'échelonnent dans leur intervalle, mais à des distances que nous ne pouvons déterminer que dans la section médiane du trou, parce que, dans cette région, le système est avec une grande approximation assimilable à deux câbles concentriques ou à un condensateur cylindrique dont l'armature extérieure est au sol.

Soit donc P un point pris dans cette région à la distance r de l'axe du boulon; soit encore q la charge superficielle par unité de longueur du boulon, on a [1]

$$H = \frac{2q}{r} = -\frac{dV}{dr}$$

ou plus généralement dans un milieu de constante diélectrique K

$$dV = -\frac{2q}{Kr}\, dr,$$

comme

$$K = \frac{\beta}{\beta_0} = 4\pi\beta,$$

on a

$$V_r = \int_r^b \frac{q}{2\pi\beta} \cdot \frac{dr}{r} = \frac{q}{2\pi\beta} \log_e \frac{b}{r}.$$

(1) Voir Chwolson, t. iv, 1er fascicule, p. 51 à 53. « Le nombre des tubes de tension, partant d'un corps donné, ne varie pas quand on introduit ce corps dans des milieux différents. » Si le diélectrique ou K varie, H varie aussi; ou. p. 65, $B = F'$, F' champ extérieur.

(1) H. Ollivier, p. 81.

Digitized by Google

La différence des potentiels pour deux points situés aux distances r_x et r_y sera, en remarquant que si $r_x < r_y$, $V_x > V_y$,

$$V_x - V_y = \frac{q}{2\pi\beta} \log_e \frac{r_x}{r_y}$$

$$V_a - V_b = \frac{q}{2\pi\beta} \log_e \frac{a}{b};$$

d'où l'on tire successivement, pour la capacité,

$$C_{ab} = \frac{2\pi\beta}{\log_e \frac{b}{a}},$$

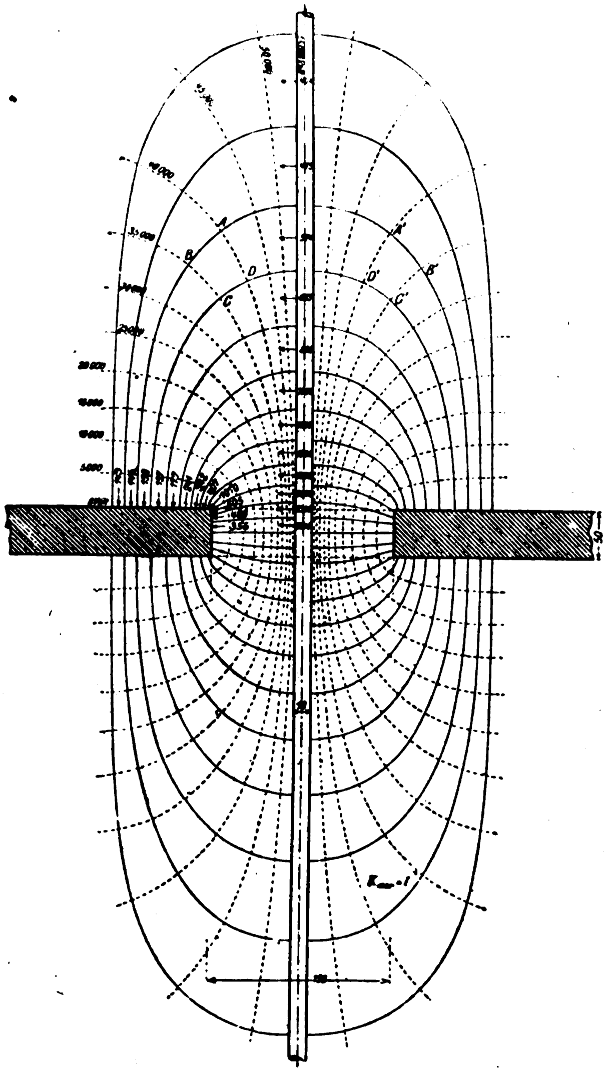


Fig. 2. — Distribution des lignes de niveau et des lignes de force autour d'un boulon chargé à 55 000 v dans l'air et entouré en son milieu d'une armature métallique en relation avec la terre.

pour la distance r_y en fonction de r_x,

$$r_y = e^{\frac{V_x - V_y}{V_a - V_b} \log_e \frac{a}{b}} \times r_x.$$

On peut s'imposer, entre le boulon et l'armature, $n - 1$ surfaces de niveau telles que $V_x - V_y =$ constante $= \dfrac{V_a - V_b}{n}$. Alors on a

$$r_y = e^{\frac{1}{n} \log_e \frac{a}{b}} r_x = A r_x. \qquad (5)$$

Dans l'exemple numérique choisi, nous poserons $n - 1 = 10$, $V_a - V_b = 55\,000 - 0$ et $V_x - V_y = 5\,000$ v. On voit que les positions des surfaces équipotentielles successives sont faciles à calculer. La capacité C_{ab} indiquée plus haut se rapporte à un condensateur cylindrique de hauteur 1 limité par la surface du boulon et la surface intérieure de l'armature.

Le tracé complet des lignes équipotentielles se fera tout d'abord à vue d'œil en s'aidant de cette remarque qu'elles s'éloignent peu à peu du boulon pour s'incurver vers son armature.

Les lignes de déplacement ou lignes D sont les trajectoires orthogonales des courbes ci-dessus; mais on n'aura toutefois une représentation exacte de la contrainte électrique que si tous les tubes de déplacement ainsi formés contiennent le même flux φ (en coulombs). Comment aurons-nous une expression de ce flux? Supposons, pour cela, que nous ayons tracé toutes les lignes qui limitent un tube de déplacement; les tubes sont alors coupés par les surfaces équipotentielles de telle sorte que les éléments correspondants présentent toujours la même différence de potentiel (5 000 v) pour tous les tubes; cela revient à dire que la capacité C_{xy} ou son inverse la résistance diélectrique $\dfrac{1}{R_{xy}}$ de la portion du canal délimitée par deux surfaces de niveau consécutives, V_x et V_y, est constante. Il suffit, par conséquent, de satisfaire à cette condition qui, avec la connaissance de la section droite découpée par les surfaces de niveau dans les tubes de déplacement ou par les lignes de niveau avec les lignes de déplacement, constitue la base unique du tracé des lignes D dans les parties homogènes du diélectrique.

D'après la figure 3, la résistance diélectrique d'un

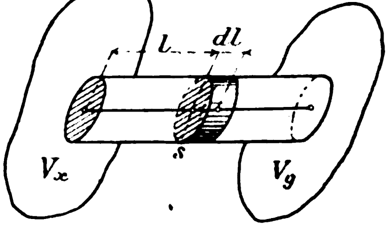


Fig. 3. — Calcul de la résistance d'un tube de déplacement de longueur l et de section s.

canal limité par deux surfaces de niveau de potentiels V_x et V_y se déduit de l'intégrale

$$\int_{l=0}^{l=l} \frac{4\pi \mathrm{d}l}{Ks},$$

Digitized by Google

s étant la section droite du canal à la distance l. En effet, $H = -\frac{\partial V}{\partial l}$ et $D = \frac{KH}{4\pi} = -\frac{K}{4\pi}\frac{\partial V}{\partial l}$.

Le flux

$$\psi = -\frac{Ks}{4\pi} \cdot \frac{\partial V}{\partial l},$$

ou

$$\frac{4\pi}{Ks} \, \mathrm{d}l \times \psi = -\mathrm{d}V.$$

$$\psi \int \frac{4\pi}{Ks} \, \mathrm{d}l = V_1 - V_2,$$

$$\psi R = V_1 - V_2, \quad \psi = \frac{V_1 - V_2}{R}.$$

Tout revient donc à calculer R pour chaque tube tracé et à vérifier si, pour tous les tubes, on a la même valeur de ψ.

« L'établissement d'un réseau de lignes de force est donc surtout une affaire d'appréciations et de calculs qui se soutiennent et se contrôlent mutuellement. »

Le calcul de R serait particulièrement difficile dans notre cas à cause du profil spécial des tubes de force ; mais, heureusement, ceux-ci sont tous des corps de révolution, engendrés par l'ensemble des rectangles curvilignes A B C D de la figure 2 tournant autour du boulon comme axe. On peut alors leur appliquer une méthode simplifiée imaginée par Th. Lehmann [1] pour calculer la réluctanee de tubes de force dont la section est un rectangle curviligne tel que les lignes de force soient représentées par des rayons et les lignes de niveau par des circonférences concentriques ou inversement, comme le montre la figure 4.

Leur réluctance s'obtient de la manière suivante : on

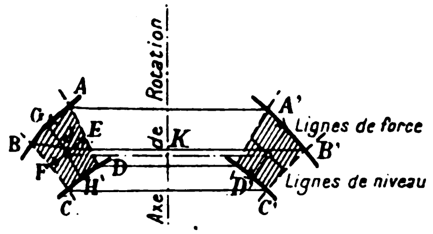


Fig. 4. — Rectangle curviligne ABCD dont la rotation autour de l'axe engendre un tube de force.

joint les milieux G et H des éléments AB et DC de lignes de force ; puis les milieux E et F des éléments AD et BC de lignes de niveau, la réluctance est alors proportionnelle à

$$\frac{\text{EF}}{\text{GH} \times \text{longueur du tube}}.$$

En se reportant à la figure 2, on constate aussi la présence d'un rectangle curviligne A B C D, dont la rotation autour du boulon comme axe engendre un tube de force en forme de tore [1] ; nous admettrons donc que la règle de Lehmann lui est applicable et nous aurons pour sa résistance diélectrique

$$R = \frac{\text{EF}}{\text{GH} \times 2\pi \text{JK}}.$$

Cette formule a effectivement servi au calcul de toutes les résistances diélectriques ; toutefois, pour éprouver sa valeur, on l'a préalablement appliquée à deux

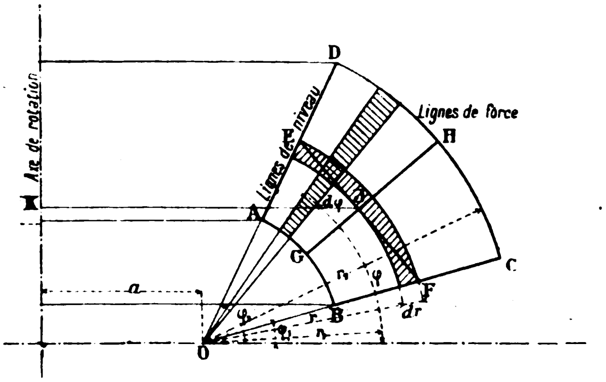


Fig. 5 a.

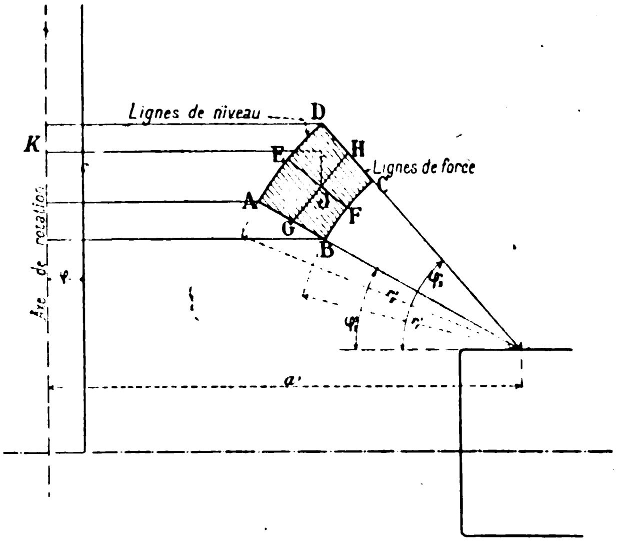


Fig. 5 b.

Cas particuliers de lignes de niveau et de lignes de force.

exemples particuliers pour lesquels l'analyse mathématique conduit à une solution rigoureuse.

1. *Les lignes de niveau sont des droites ou des rayons : les lignes de force sont des circonférences concentriques.* — Sur la figure 5a, le tore engendré par le rectangle en

(1) Méthode graphique pour le tracé des lignes de force dans l'air. *E. T. Z.*, 1909, p. 995.

(1) Dans le texte : Röhrenwulst, bourrelet ou fuseau tubulaire.

Digitized by Google

gros traits a une résistance diélectrique R calculable par l'intégrale

$$\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{d\varphi}{\int_{r_1}^{r_2} 2\pi(a + r\cos\varphi)\frac{dr}{r}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{A^2-B^2}}\left[\log_e \frac{B + A\cos\varphi + \sqrt{A^2-B^2}\sin\varphi}{A+B\cos\varphi}\right]_{\varphi_1}^{\varphi_2},$$

$$A = a\log_e\frac{r_2}{r_1}, \qquad B = r_2 - r_1.$$

Application numérique : $a = 9$ mm, $r_1 = 170$ mm, $r_2 = 200$ mm, $\varphi_1 = 87° \, 10'$, $\varphi_2 = 90°$; on a aussi : $EF = 9{,}2$ mm, $GH = 30$ mm, $JK = 13{,}2$ mm.

Avec la formule exacte $R = 0{,}003\,715$;

Avec la formule approchée $R = 0{,}003\,697$.

La concordance est tout à fait remarquable.

2. *Les lignes de niveau sont des circonférences concentriques ; les lignes de force sont des rayons.* — Ce cas est schématisé en fig. 5b. L'auteur donne pour la valeur de R

$$\int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r\int_{\varphi_1}^{\varphi_2}(a - r\cos\varphi)\,d\varphi} = \frac{1}{2\pi A}\left[\log_e \frac{-Br}{A+Br}\right]_{r_1}^{r_2}.$$

$$A = a(\varphi_2 - \varphi_1), \; B = \sin\varphi_1 - \sin\varphi_2.$$

Application numérique : $a = 115$ mm, $r_1 = 55$ mm, $r_2 = 73$ mm, $\varphi_1 = 28°$, $\varphi_2 = 49° \, 50'$, $GH = 24{,}5$ mm, $EF = 18{,}4$ mm, $JK = 66{,}4$ mm.

Avec la formule exacte, $R = 0{,}001\,797$;

Avec la formule approchée, $R = 0{,}001\,809$.

La concordance est encore très satisfaisante.

« D'après leur conformation, les tores tubulaires se rangent toujours dans les catégories 1 ou 2, ou du moins, il est toujours possible de les ramener à ces cas par un déplacement adéquat des lignes de niveau ; on se servira donc exclusivement de la formule approchée qui a fourni de si bons résultats. »

III. — Superposition de diélectriques différents. — Une dernière difficulté reste à résoudre concernant le calcul de la résistance diélectrique des tubes constitués de diélectriques différents, en tenant compte de la réfraction. C'est le cas des isolateurs formés de porcelaine, huile, papier, etc.

La direction des lignes de force et des lignes de niveau se détermine en appliquant simplement les lois de la réfraction. Si, cependant, on voulait vérifier que ces lignes tracées à main levée ont bien donné des tubes en tore ayant la résistance désirée, on procéderait de la manière suivante : on fait abstraction de la réfraction et on prolonge les lignes au delà de la surface réfringente du diélectrique 2 jusqu'à ce que l'on ait formé un rectangle curviligne analogue à ceux de la région où le diélectrique 1 est homogène. On calcule alors R exactement comme ci-dessus. On répète la même opération en partant cette fois du diélectrique 2 comme s'il existait seul. La concordance entre les deux valeurs de R prouve que le diagramme tracé satisfait aussi aux lois de la réfraction.

Sur la figure 6 on comprendra la façon de procéder sans autre explication. Le rectangle en gros traits schématise une section effectuée dans la porcelaine d'un isolateur de traversée. Les flèches indiquent les lignes de force. La constante diélectrique K de la porcelaine a été prise égale à 4,5. Par exemple, il faut que le tore réellement réfracté de section a b c d f ait la

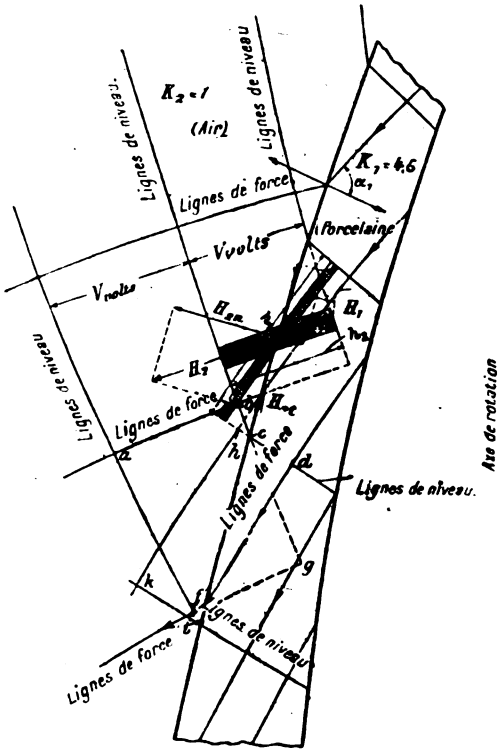


Fig. 6. — Tracé des lignes de force et des lignes de niveau quand elles passent de l'air dans la porcelaine. Les champs moyens se calculent par les formules : $H_1 = \frac{V}{h_1}$, $H_2 = \frac{V}{h_2}$; d'autre part, $H_{1t} = H_{2t}$, $\frac{H_{1n}}{H_{2n}} = \frac{K_2}{K_1}$.

même résistance diélectrique que le tore non réfracté de section a b g f dans le diélectrique de constante $K_2 = 1$, ou que le tore de section h d i k dans le diélectrique de constante $K_1 = 4{,}5$.

En insérant des surfaces équipotentielles supplémentaires entre celles différant de 5 000 v et augmentant corrélativement le nombre des lignes de déplacement, il est possible de réaliser une représentation de l'état électrique avec toute la précision désirable.

Etincelles de traînage. — Un autre danger qui menace encore gravement les isolateurs de traversée provient des étincelles de traînage qui s'échappent de l'armature le long de la surface de la porcelaine et s'allongent de plus en plus à mesure que la tension augmente jusqu'à ce que la tension de disruptûre superficielle amorce un arc entre la ferrure et le conducteur. Ces étincelles sont

Digitized by Google

évidemment excitées sous la différence de potentiel existant entre deux points très voisins de la surface avant l'amorçage de l'arc ; en un mot, elles dépendent de la composante tangentielle du champ à la surface de l'isolateur ; cette composante se détermine d'après la figure 6. Cette figure permet encore de calculer l'intensité du champ en un point P de la surface qui se trouve sur la ligne moyenne des tubes.

On peut aussi utiliser les formules approchées

$$H_1 = \frac{V}{h_1}, \quad H_2 = \frac{V}{h_2};$$

pour contrôler leur degré de précision, on vérifie si

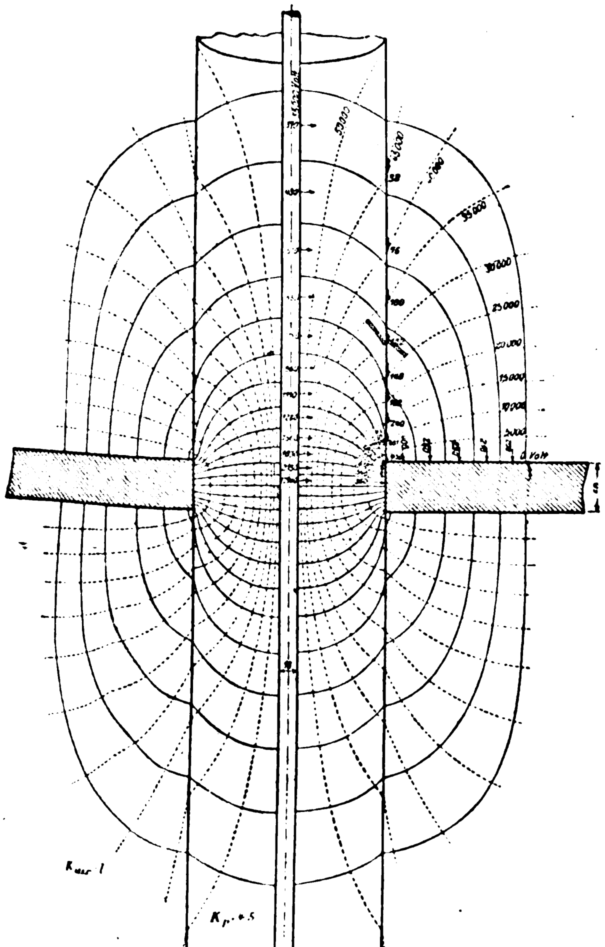


Fig. 7. — Réseau des lignes de force et des lignes équipotentielles d'un boulon complètement noyé dans la porcelaine.

$H_{1t} = H_{2t}$, c'est-à-dire, si la composante tangentielle du champ H_1 dans le diélectrique 1 est bien égale à la composante tangentielle du champ H_2 dans le diélectrique 2, puisque ces composantes ne doivent pas subir de réfraction. L'accord a toujours été satisfaisant.

Toutefois, si l'on désirait une précision rigoureuse, il suffirait de subdiviser la section du tube en un plus grand nombre d'éléments ; puis on calculerait D en chaque point intéressant et on diviserait la valeur trouvée par la diélectricité absolue d'après la formule.

$$H = \frac{D}{\rho} = \frac{D}{K\rho_0} = \frac{D}{K \times 0{,}882 \times 10^{-13}} \text{ volts : cm.}$$

Ayant ainsi posé les bases du tracé des lignes de force, nous pouvons maintenant passer à l'interprétation des diagrammes eux-mêmes.

IV. Interprétation des diagrammes des lignes de force. — Sur la figure 2, le long de la surface du boulon et de l'armature sont inscrites les contraintes de l'air en volts par millimètre. On sait que la rigidité diélectrique maximum de celui-ci est de 30 000 v : cm, soit 21 000 v : cm efficaces en courant alternatif sinusoïdal. D'après les chiffres donnés, nous voyons que les arêtes de l'armature et le milieu du boulon, sous la tension effective de 55 000 v, peuvent déjà être le siège de phénomènes lumineux, car, pour le boulon, la valeur limite de 2 100 v : mm est largement dépassée et, pour l'armature, la valeur moyenne 1 070 v : mm est souvent accompagnée de valeurs maxima atteignant jusqu'à 3 000 v : mm, si les arêtes sont très tranchantes. Il faut donc arrondir les bords comme, d'ailleurs, l'expérience l'avait déjà démontré.

Boulon noyé complètement dans la porcelaine. — Le réseau des lignes de force et des lignes de niveau de la figure 7 se rapporte à un boulon complètement noyé dans la porcelaine. La réfraction est nettement marquée

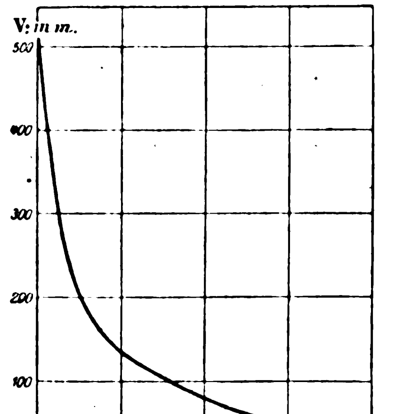


Fig. 8. — Variation de la composante tangentielle le long de l'isolateur de la figure 7.

à la surface de la porcelaine, dont la constante K a été prise égale à 4,5.

Les lignes de niveau suivent à peu près les mêmes trajectoires qu'en figure 2. Leurs points d'intersection avec la surface de la porcelaine s'écartent d'autant plus

Digitized by Google

les uns des autres qu'on s'élève davantage au-dessus de l'armature le long de la surface de l'isolateur. Comme la différence de potentiel entre deux points consécutifs est toujours 5000 v, il en résulte que, dans toute la région où l'armature est en contact avec la porcelaine, la tension par unité de longueur prend des valeurs très

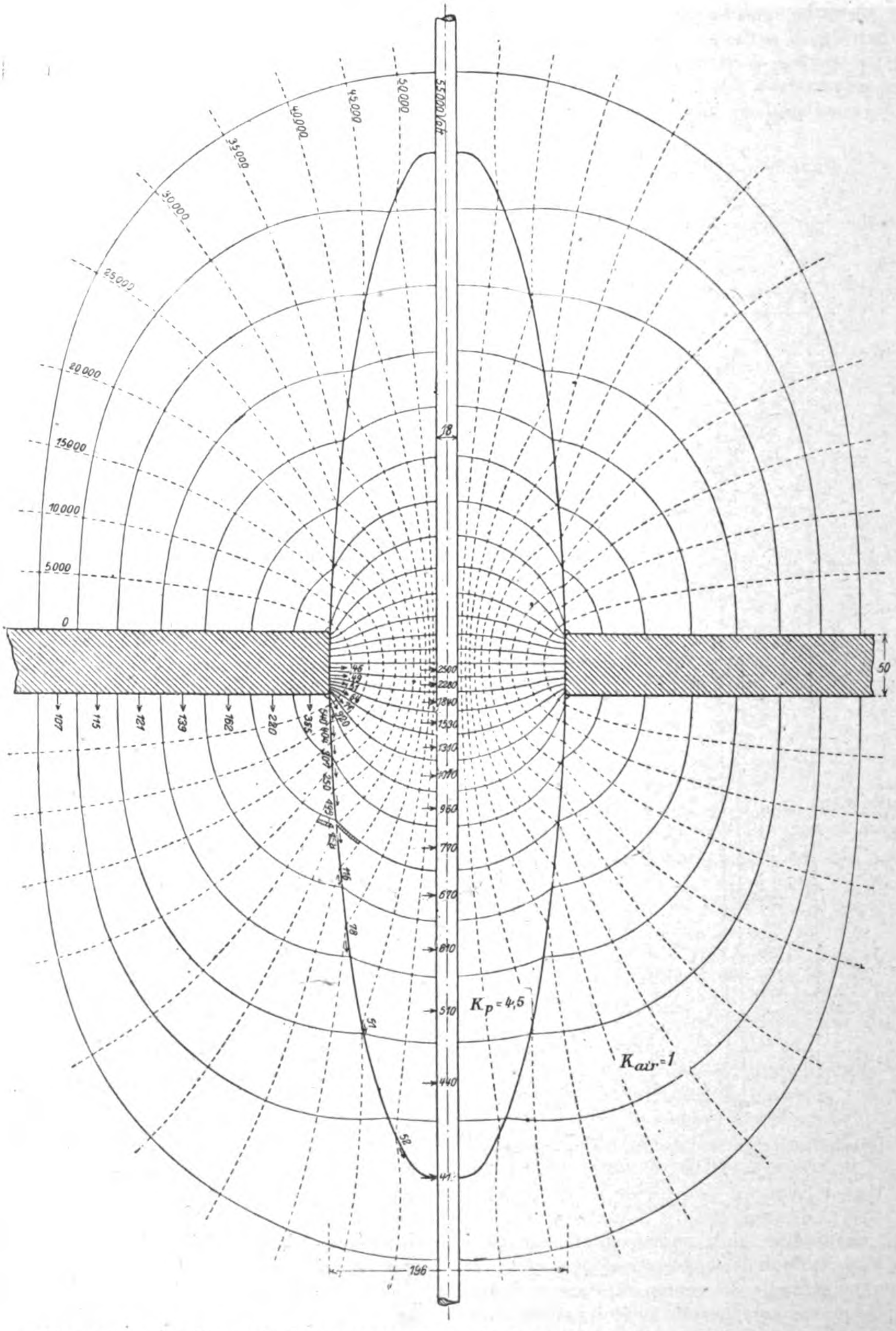


Fig. 9. — Diagramme des lignes de force et des lignes de niveau d'un boulon noyé dans un paraboloïde isolant.

Digitized by Google

élevées. Par rapport à la figure 2, ces intensités de champ sont beaucoup plus grandes sur toute la surface de l'armature ; le maximum de la moyenne est 2100 v : mm contre 1070 v : mm. La présence de la porcelaine favorise donc les effluves.

C'est dans la région supérieure de l'isolateur que la réfraction se fait le plus sentir ; les lignes de niveau tendent à devenir parallèles à la surface de l'isolateur et du boulon quand cet isolateur devient infiniment long. L'incurvation à l'origine des lignes de niveau n'est due, par conséquent, qu'à l'influence de l'armature. A l'infini, la surface de la porcelaine devient elle-même une surface équipotentielle.

Sur la surface du boulon on a pratiquement les mêmes intensités de champ que si la porcelaine n'existait pas.

Les valeurs des composantes tangentielles sont inscrites à tous les points d'intersection des lignes de niveau avec la porcelaine ; nous avons indiqué le rôle de ces composantes dans la production des étincelles de traînage et la manière de les déterminer. Si, dans un système de coordonnées, on prend pour origine le point d'intersection de l'armature avec la surface de la porcelaine, qu'on porte en abscisses les longueurs de celle-ci comptées à partir de l'origine et qu'en ordonnées on porte les valeurs des composantes tangentielles, on obtient une courbe telle que celle représentée en figure 8. On voit qu'il y a une certaine incertitude sur la valeur de la composante à l'origine parce qu'on a choisi à dessein une arête très tranchante. L'aire limitée par cette courbe et les axes de coordonnées doit donner

$$\int H_t dl = 55\,000 \text{ volts.}$$

Supposons que nous fassions monter la tension jusqu'à l'apparition des effluves ; il va se produire de l'ionisation qui se manifestera par une migration d'ions le long de la porcelaine, et finalement, par l'éruption d'étincelles superficielles à mesure que l'enveloppe deviendra plus conductrice. Il en résultera naturellement une distribution toute différente des lignes de force ; car les tubes n'empruntent plus leur charge à la surface de l'armature, mais la reçoivent directement des étincelles superficielles.

Boulon noyé dans un isolateur de porcelaine en forme de paraboloïde. — La réfraction, avons-nous dit, exerce une influence considérable sur la trajectoire des lignes de force et des lignes équipotentielles. Comme leur orientation après réfraction dépend de l'orientation même de la surface de la porcelaine, c'est le moment de rechercher comment le profil du corps isolant réagit sur lesdites trajectoires. Supposons que celui-ci soit un paraboloïde engendré par un arc de parabole tournant autour du boulon comme axe. Dans un plan contenant l'axe et normal à l'armature, le diagramme se présente sous la forme dessinée en figure 9, sur laquelle on constate que toutes les lignes ont subi une sorte de dilatation.

Comme les flux φ par tube sont les mêmes en 7 et 9, ces figures sont directement comparables. On voit que sur le diagramme 9 il y a perte d'une ligne de force entre le milieu et l'arête de l'armature ; on n'en compte plus que 6 au lieu de 7. Comme le même flux intéresse une plus grande section, c'est que le champ est devenu plus faible et les lignes de force sont bien moins incurvées vers l'armature qu'en figure 7. Les variations de la composante tangentielle peuvent se représenter dans les

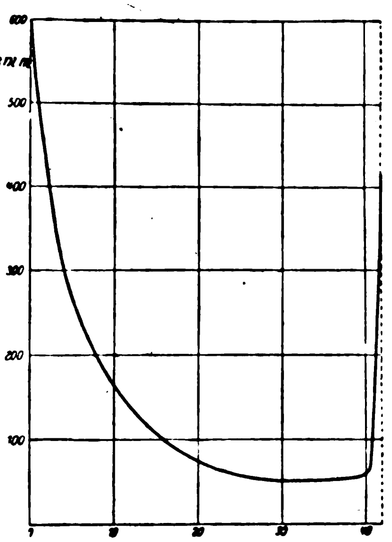


Fig. 10. — Variation de la composante tangentielle du champ le long de l'isolateur.

mêmes conditions qu'en figure 8 ; elles sont indiquées par la courbe de la figure 10, sur laquelle on remarquera cette particularité intéressante que la composante tangentielle reprend une très grande valeur quand on remonte jusqu'à la région ou le boulon émerge de l'isolateur. Il est donc possible qu'il se manifeste des effluves en ces points.

Jusqu'ici nous avons reconnu que la porcelaine massive

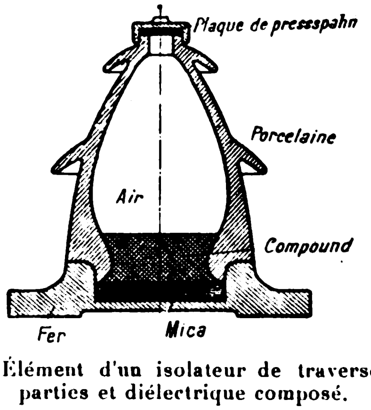


Fig. 11. — Élément d'un isolateur de traversée en deux parties et diélectrique composé.

n'est pas avantageuse pour la construction des isolateurs de traversée, auxquels s'est jusqu'ici bornée notre étude. La grande rigidité diélectrique de cette matière n'intervient d'une façon efficace qu'en ses points de contact avec la ferrure, tandis que, sur l'armature, la contrainte est si faible que la porcelaine n'y a pas d'autre valeur

Digitized by Google

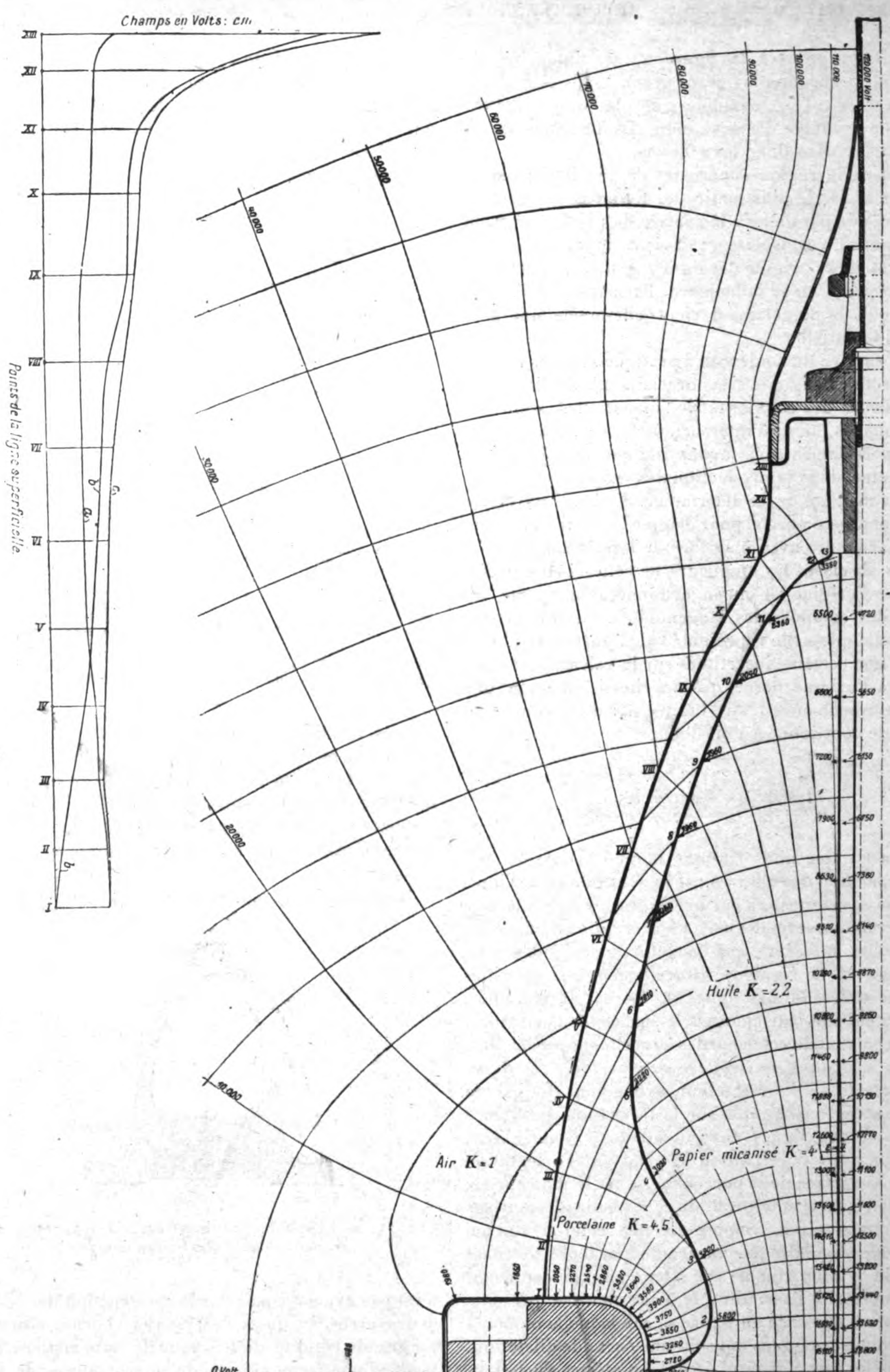
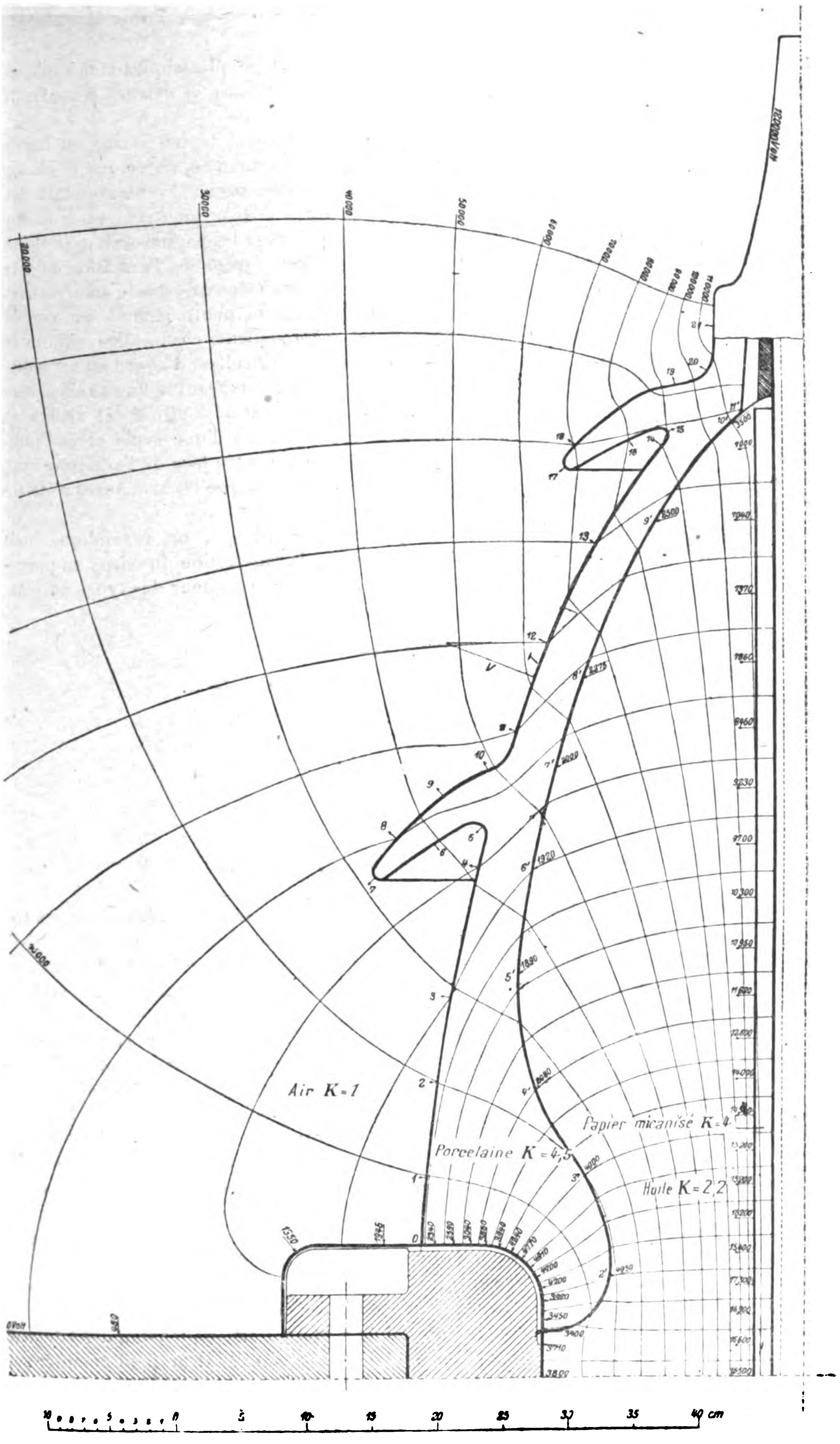


Fig. 12. — Réseau des lignes de force et des lignes de niveau d'un isolateur à huile et porcelaine pour 120 000 v.
Fig. 13. — Variations du champ le long de l'isolateur de la figure 12. Echelle, 1 mm = 200 v : cm. Courbe a, composante tangentielle; courbe b, composante normale; courbe c, champ total.



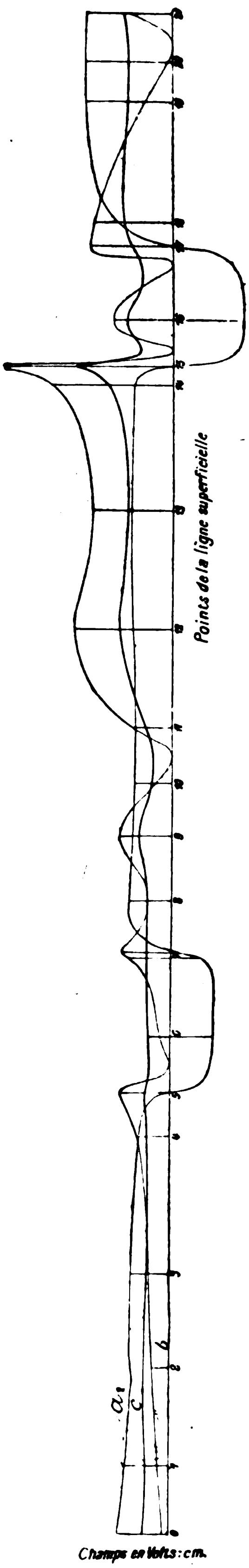


Fig. 14. Réseau des lignes de force et des lignes de niveau pour un isolateur du type de la figure 12, mais pourvu de 2 cannelures. — Fig. 15. Variations du champ correspondantes.

Digitized by Google

que celle d'une résistance purement mécanique. Sous forme massive, elle favorise la production des effluves, car son grand pouvoir inducteur spécifique a pour effet d'augmenter l'intensité du champ à la surface.

Il est donc bien plus logique de limiter l'emploi de la porcelaine à l'enveloppe extérieure de l'isolateur qui, en conséquence, sera creux et sera garni intérieurement de substances ayant une constante diélectrique inférieure à celle de la porcelaine. Pour cet usage, on aura recours à l'huile, au compound, à l'air et principalement à l'air sous pression. Depuis 1906, l'auteur fabrique des isolateurs de cette espèce auxquels d'ailleurs se rapportent tous les diagrammes des lignes de force qui suivent.

VI. — Isolateurs creux a cannelures. — Nous allons indiquer maintenant les premières recherches qui ont été entreprises en vue d'obtenir, à l'aide des diagrammes des lignes de force, quelques données numériques sur l'efficacité des cannelures pour faire obstacle aux étincelles de traînage. Les isolateurs de traversée sont actuellement constitués de deux parties identiques scellées sur la même embase métallique (fig. 11). Cette disposition offre des avantages électriques et mécaniques considérables par rapport aux isolateurs d'une seule pièce.

Au point de vue électrique, la porcelaine est inutile sur la paroi interne de l'armature, parce que le champ y est très faible. D'autre part, les diagrammes des lignes de force décrits ci-dessus montrent assez qu'il y a un maximum du champ sur les parties de la porcelaine qui sont en contact avec l'arête de l'armature et que c'est en ces points, précisément, que s'amorcent les étincelles superficielles. On peut, jusqu'à un certain degré, pallier cet inconvénient, c'est-à-dire réduire la tension génératrice des étincelles, d'abord en arrondissant les arêtes et en les recouvrant d'une surépaisseur de porcelaine. L'auteur avait déjà utilisé cet artifice en 1906, mais avec les isolateurs d'une seule pièce l'addition de ce bourrelet sous l'autre face de l'armature était rendue impossible par le fait que les armatures n'étaient pas elles-mêmes en deux parties.

Comme qualités mécaniques, on revendique tout d'abord la facilité de la fabrication du corps en porcelaine, réduit à la moitié de la hauteur des types anciens

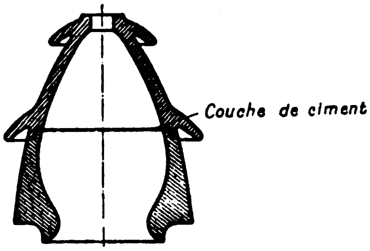


Fig. 16 a. — Scellement mauvais.

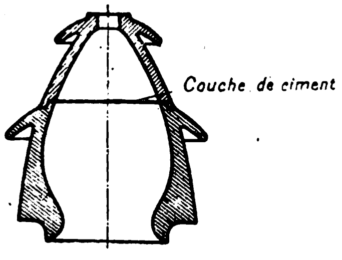


Fig. 16 b. — Scellement satisfaisant.

ensuite la possibilité d'adapter l'isolateur au profil des deux faces de l'armature; troisièmement, on reste maître de donner à l'embase l'épaisseur que l'on désire et, enfin, quatrièmement, de telles porcelaines conviennent aussi bien comme isolateurs de support que l'on peut fixer aux parois mêmes des murs. Pour rendre la tension de disrupture superficielle moindre à l'extérieur qu'à l'intérieur, on répand du compound sur la base de l'armature en fer.

La figure 12 nous montre un de ces isolateurs construits pour 120 000 v, avec son réseau complet de lignes de force et de lignes équipotentielles. Le vide intérieur de la carcasse en porcelaine est comblé avec de l'huile de pouvoir inducteur $K = 2{,}2$. Le boulon, qui a 50 mm de diamètre, est engainé dans un fourreau de papier micanisé de 15 mm d'épaisseur. Le diamètre d'alésage de l'armature est de 420 mm. On calcule d'abord les distances des surfaces équipotentielles dans le plan médian de l'armature, d'après la formule $r_y = e^{\frac{1}{n}\log\frac{a}{b}} r_x$; mais dès que l'on passe au tracé des lignes de force, on reconnaît bientôt que les valeurs théoriques sont quelque peu modifiées par l'effet des bords inférieurs de la porcelaine. Les nombres inscrits sur la figure 12 représentent les valeurs des champs en volts par centimètre. Elles sont maxima dans la section moyenne au contact du papier et de l'huile, où elles atteignent 16 380 v : cm; comme la rigidité de l'huile est de 50 à 60 kv : cm, on voit que l'on peut tabler sur un coefficient de sécurité compris entre 3 et 4.

D'ailleurs, les variations du champ sont résumées pour les deux composantes et le champ total, dans les courbes de la figure 13. On a porté en abscisses la longueur développée de la surface extérieure de la porcelaine et les chiffres romains se correspondent sur les deux figures. La courbe a se rapporte à la composante tangentielle du champ qui est sensiblement constante et égale, à l'échelle de 1 mm pour 200 v : cm, à 1 800 v : cm. On est certain que, dans ces conditions, il n'y aura pas, ou du moins très peu d'étincelles superficielles, sauf des disruptures instantanées consécutives à une forte surtension. Sur l'armature, le gradient de la composante tangentielle est de 2 000 v : cm. La tension d'éclatement superficiel est ici de 350 000 v, car on peut compter sur une rigidité de l'air de 4 500 v : cm le long de la porcelaine dont le développement est de 77,5 cm; d'où 4 500 × 77,5 = 350 000 v. Mais avant que l'on ait atteint cette dernière tension, c'est-à-dire au voisinage de 240 000 v, il se manifeste déjà des lueurs au point XIII du chapeau car le champ y dépasse 21 000 v : cm.

Digitized by Google

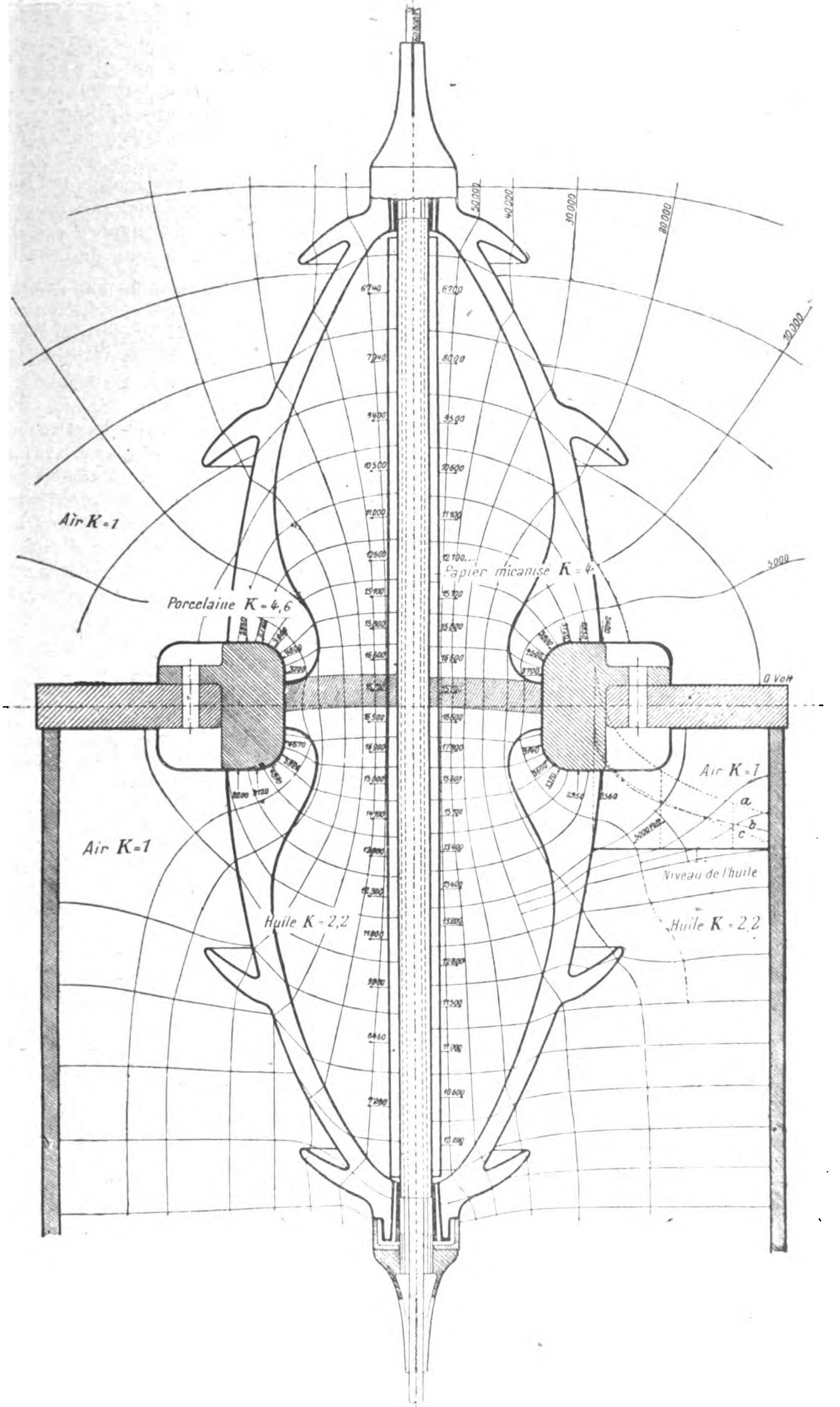


Fig. 17. — Diagramme des lignes de force autour d'une borne de transformateur, type isolateur en deux parties et à deux cannelures. Courbe a, composante tangentielle ; courbe b, champ résultant ; courbe c, composante normale. Echelle : pour a et c, 1 mm = 250 v : cm ; pour b, 1 mm = 500 v : cm.

Digitized by Google

Par suite du grand pouvoir inducteur spécifique de la porcelaine comparativement à celui de l'huile, les lignes de force pénètrent directement dans la porcelaine ; mais dès que les effluves s'intensifient, l'air au contact de l'enveloppe extérieure s'ionise fortement et le diagramme des lignes de force se modifie. La porcelaine, en soi, serait donc un matériel indésirable si elle ne possédait pas, d'autre part, l'avantage d'un grand pouvoir isolant et d'une plasticité qui permet de la mouler sous toutes les formes.

Toute épaisseur surabondante de la porcelaine n'a que des inconvénients au point de vue de l'élimination des étincelles de traînage [1]. Si nous nous plaçons au seul point de vue de l'isolement entre boulon et armature, une épaisseur de 1 mm de porcelaine serait certainement le meilleur préservatif.

Les figures 14 et 15 se réfèrent au même isolateur, mais pourvu de 2 cannelures. L'allure de la composante tangentielle est maintenant bien différente ; elle change de signe au sommet de la gorge (voir les points 5 et 7, 15 et 17). La longueur développée de l'isolateur est de 1 120 mm au lieu de 775 mm sans les cannelures, soit un supplément de 200 mm apporté par chaque appendice. Le champ moyen le long de l'enveloppe devient $\frac{120\,000}{112 - 40} = 1\,680$ v : cm au lieu de 1 500 v : cm.

Ainsi donc les cannelures n'ont, sur la production des effluves à l'armature et sur la disrupture superficielle,

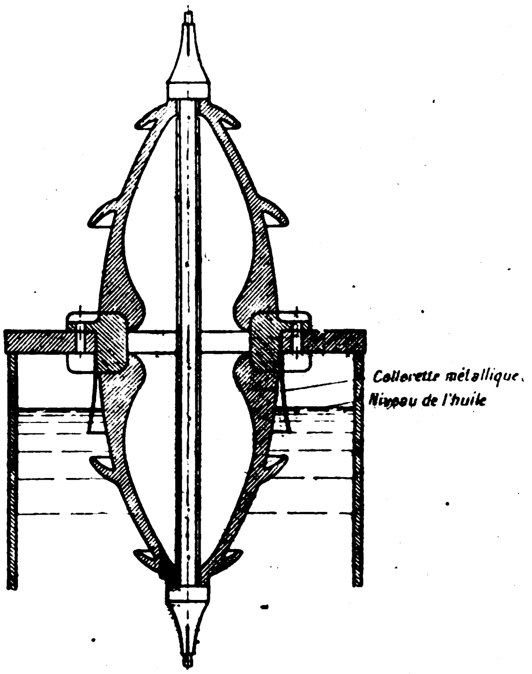


Fig. 18 a. — Suppression des effluves par l'addition d'une collerette métallique en contact avec l'huile.

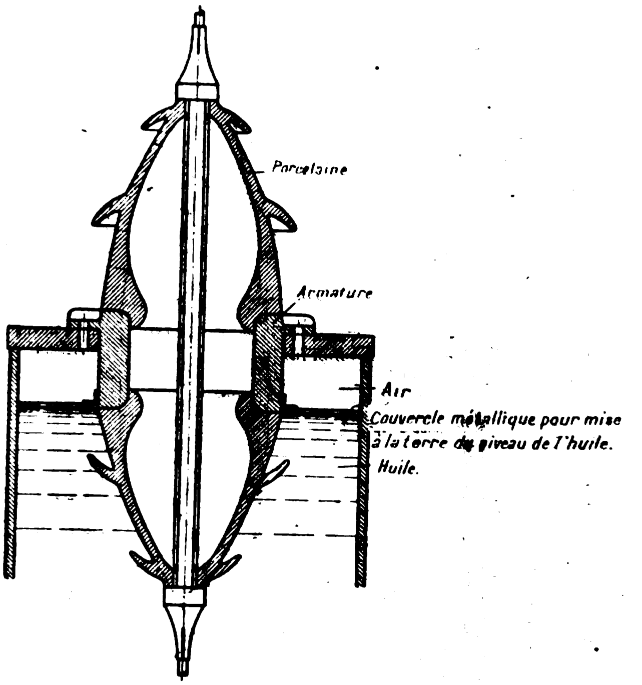


Fig. 18 b. — Suppression des effluves en recouvrant le bain d'huile d'un écran métallique connecté à la terre.

que l'action généralement admise ; mais, par contre, le champ résultant prend des valeurs importantes dans les gorges ; au sommet 15, par exemple, elle est de 7 000 v : cm. Pour prévenir l'éruption prématurée d'effluves, il faudra donc profiler cette partie suivant une faible courbure. L'utilité de ces saillies ressort davantage sur les isolateurs qui ne sont pas capables d'empêcher les effluves à cause de leur construction défectueuse en principe ; en effet, aussitôt que des étincelles superficielles se manifestent à l'embase et rendent conductrices les couches d'air en contact avec un tel isolateur, si l'on a eu soin de le munir d'une cannelure, la plupart des ions vont aller s'emprisonner sous le chapeau et il faudra, par conséquent, une durée de décharge beaucoup plus longue avant que se manifeste la disrupture diélectrique le long de l'isolateur.

Par l'adjonction des cannelures, on a donc la faculté de retarder l'amorçage de l'arc ; même s'il s'agit d'isolateurs de bonne construction, cet avantage est toujours sensible ; d'autre part, les cannelures laissent une plus grande tolérance pour l'intensité de la composante tangentielle du champ sur l'armature, puisqu'elles compensent en partie cet inconvénient. Elles permettent donc, au point de vue pratique, de diminuer le diamètre de l'isolateur à sa jonction avec l'armature.

Mécaniquement, la cannelure constitue un point faible de l'isolateur ; il faut lui donner une épaisseur suffisante. La sécurité électrique exige que l'on arrondisse les saillants 7 et 17 pour y réduire le champ. Le profil

[1] Cet effet nuisible d'une épaisseur exagérée de la porcelaine a été signalé aussi par M. Picou. *La Revue électrique*, 5 mai 1916, t. XXV, p. 276.

Digitized by Google

général de la pièce doit permettre la captation et l'accumulation faciles des ions. Si l'isolateur est en deux parties, il faut que leur raccord se fasse non pas au-dessous, mais au-dessus de la cannelure, comme le montrent les figures 16*a* et 16*b*.

Enfin, nous reproduisons en figure 17 la distribution des lignes de force autour d'une borne implantée dans le couvercle d'une cuve de transformateur; cette borne est du type isolateur à 2 cannelures et en deux parties montées sur une embase commune. On a représenté l'effet de la mise à la terre de la cuve : à gauche, quand elle ne contient que de l'air; à droite, quand elle est garnie d'huile jusqu'à une certaine hauteur. Dans ce dernier cas seulement, on remarque nettement une distorsion des trajectoires des lignes de force à l'intérieur de la cuve.

Le long de la surface de l'huile, les composantes tangentielles prennent des valeurs déjà importantes. Leurs variations sont reproduites sur la courbe a, tracée au-dessus du liquide. Au contact de la porcelaine et de l'huile, l'intensité du champ parallèle à la surface du bain est de 3100 v : mm, de sorte que des effluves peuvent y prendre naissance. Leur action sur l'isolant est très pernicieuse, soit par fusion, soit par corrosion jusqu'à destruction complète de la porcelaine. La tension de rupture diélectrique superficielle dépend de la distance du niveau de l'huile au couvercle de la cuve; elle s'annule quand l'huile touche le couvercle. Il faut donc chercher à satisfaire toujours à cette dernière condition, dans les bobines, les transformateurs et les interrupteurs; un autre moyen d'empêcher l'attaque de la porcelaine consiste à fixer à l'embase une collerette métallique qui se prolonge jusqu'au bain d'huile (fig. 18*a*). Ce dispositif est appliqué par l'auteur depuis 1908. On peut aussi recouvrir la surface de l'huile d'un couvercle métallique réuni à la terre (fig. 18*b*).

Conclusion. — Les problèmes traités ci-dessus montrent que le diagramme des lignes de force peut donner l'explication de beaucoup de phénomènes en même temps que des indications utiles pour le constructeur. Le procédé graphique esquissé est au fond simple, mais exige beaucoup de temps et une grande habitude. Mais, d'autre part, sa précision n'est pas toujours satisfaisante, et, nos connaissances sur le processus de la disruption sont encore trop incomplètes. Nous espérons donc, avec l'expérience acquise au cours des années, qu'il nous sera donné de progresser dans cette voie au grand profit de notre fabrication encore trop tributaire du caprice et de la fantaisie.

J. Br.

Revues, analyses et informations

Convertisseurs de phase synchrones [1].

Ce genre de machine est maintenant d'un emploi courant dans la pratique, les services qu'il rend sont de plus en plus appréciés; les génératrices polyphasées ont souvent à fournir sur une seule phase des charges parfois considérables et il en résulte un échauffement préjudiciable. La fonction du convertisseur est de rétablir l'équilibre de charge entre les phases de la génératrice chargée dans ces conditions défectueuses. Ce résultat est atteint en faisant fonctionner une certaine phase (ou plusieurs) en génératrice alors que les autres (ou l'autre) agissent en réceptrices; lorsqu'une seule machine est employée pour obtenir ce résultat, elle est du type « convertisseur de phase série ». Quand un générateur auxiliaire est utilisé pour fournir les forces électromotrices convenables, on a un « équilibreur de tension de phase ».

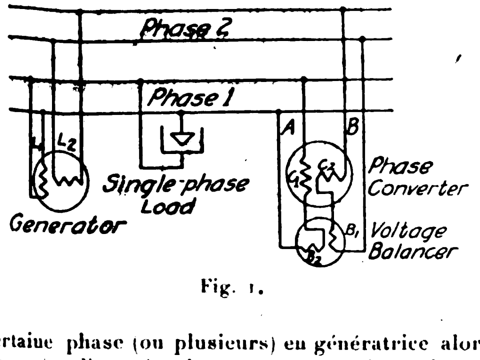


Fig. 1.

La théorie simplifiée de l'appareil peut être considérée comme suit : soit (fig. 1) un système de distribution consistant en un générateur diphasé et un ensemble convertisseur de phase. Le stator de l'équilibreur doit être orienté de telle manière que les tensions qu'il engendre soient exactement en phase avec celles du convertisseur, l'ensemble tourne à vide avec le convertisseur de phase comme moteur.

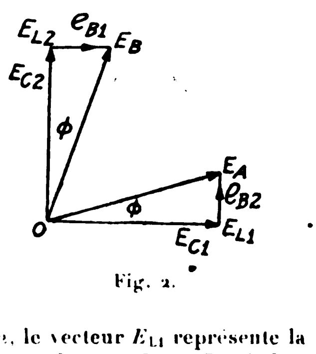


Fig. 2.

Dans la figure 2, le vecteur E_{L1} représente la tension maximum d'une phase quelconque L_1 ou C_1; de la même manière, E_{L2} représente la tension de la phase L_2 ou C_2. Si le champ de l'équilibreur de tension est excité, la tension e_{B1} sera induite dans la phase B_1, à cause de la manière dont les connexions sont faites, la tension maximum étant en retard de 90° sur E_{L1}; donc E_B représente la tension de la phase B;

[1] E. Hermingsen. *General Electric Review*, juin 1917, t. XX, p. 479 à 484, 3 200 mots, 11 fig.

Digitized by Google

cette tension retarde sur la tension de ligne d'un angle Φ, la phase B agit comme moteur en empruntant de la puissance à la phase 2 de la ligne.

De la même manière, la tension $e_{B.2}$ est induite dans la phase B_2, laquelle combinée avec la tension dans la phase C_1 donne la résultante E_A comme tension de la phase A. Mais E_A est en avance sur la tension de ligne $E_{L.1}$ de l'angle Φ;

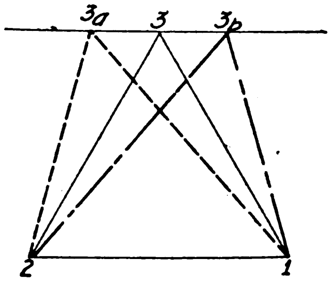


Fig. 3.

la phase A agit donc comme génératrice pour fournir de la puissance à la ligne 1. Si nous supposons qu'une charge monophasée de W kilowatts est prise sur la ligne 1, comme le montre la figure 1, et que la grandeur et la phase de la tension engendrée par l'équilibreur de tension soient telles

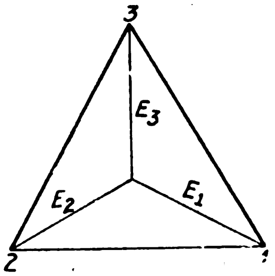


Fig. 4.

que la phase A fournisse $\frac{W}{2}$ kw comme génératrice, la phase B prendra $\frac{W}{2}$ kw comme réceptrice (en négligeant les pertes). Le générateur doit alors fournir $\frac{W}{2}$ kw sur chacune de ses phases et est entièrement équilibré.

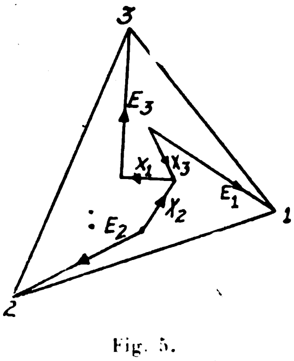


Fig. 5.

Considérons maintenant le poids d'une charge monophasée sur un alternateur triphasé, en supposant un facteur de puissance égal à l'unité; la charge est sur les lignes 1-2 (fig. 3), un régulateur automatique maintient la tension constante entre 1 et 2, les tensions ne seront plus équilibrées entre les trois lignes et le diagramme prendra la forme 1, 2, 3_a; si par l'addition de tensions extérieures convenables on produit un effet contraire, tel que 1, 2, 3_b,

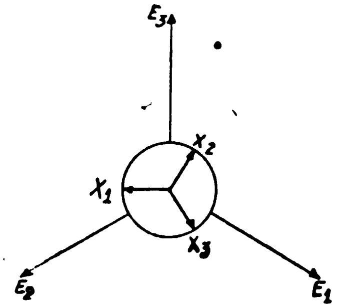


Fig. 6.

les deux effets s'annuleront et le diagramme prend la forme régulière 1, 2, 3, (fig. 4).

Supposons maintenant que l'étoile de la figure 4 soit ouverte en son centre et que les petites tensions X_1, X_2, X_3 soient intercalées (fig. 5) de telle manière que X_2 s'ajoute à E_2, X_1 à E_3 et X_3 à E_1, le triangle résultant est alors celui de la figure 6, identique à la figure 3; les tensions X_1, X_2 X_3 peuvent être engendrées par une petite machine en série avec le convertisseur de phase et connectée comme le montre

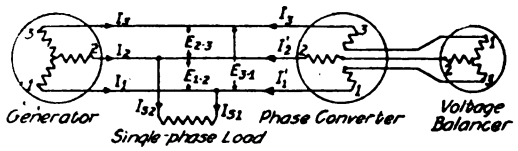


Fig. 7.

la figure 7, de telle manière que les tensions s'ajoutent correctement. Il est facile de voir que, pour équilibrer toute distorsion provoquée par une charge monophasée avec un facteur de puissance quelconque, il suffit de donner aux tensions X_1, X_2 et X_3 les grandeurs et phases convenables.

Si nous considérons maintenant les courants, nous supposerons qu'en ajoutant des courants de grandeur et de phase convenables, il est possible d'équilibrer le système. On peut alors construire le diagramme fournissant la grandeur et la phase de ces courants. Puisque la puissance tri

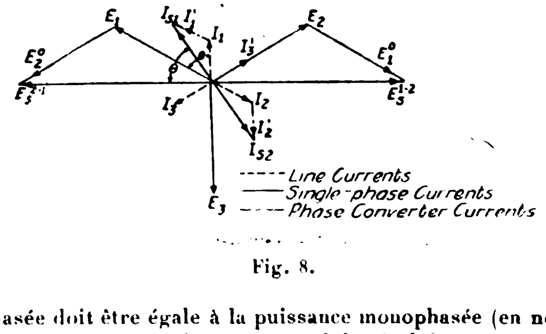


Fig. 8.

phasée doit être égale à la puissance monophasée (en négligeant les pertes), le courant triphasé doit être égal au courant monophasé divisé par $\sqrt{3}$, le facteur de puissance

Digitized by Google

triphasé doit être naturellement égal à celui du réseau monophasé.

Le diagramme vectoriel du système montré dans la figure 7 est reproduit dans la figure 8 : E_1, E_2 et E_3 représentent les tensions maxima des phases du générateur, et I_1, I_2 et I_3 les valeurs maxima des courants ; I_{S1} est le vecteur du courant monophasé fourni par la ligne 1 et I_{S2} celui fourni par la ligne 2 ; le courant triphasé est décalé en arrière de la tension d'un angle θ égal à celui formé par le courant et la tension monophasés.

Afin de compléter le diagramme, il est nécessaire d'ajouter : un courant dans la ligne 1, égal, mais atteignant son maximum 60° plus tôt que I_1 ; un courant dans la figure 2 égal, mais atteignant son maximum 60° plus tard que I_2, et un courant dans la ligne 3 égal, mais de 180° en avance sur I_3 ; on voit que le diagramme consiste alors en deux systèmes triphasés équilibrés, mais de sens opposés de rotation de phases. Donc, si le convertisseur de phases peut fournir des courants triphasés de sens de rotation opposé, la charge monophasée peut être équilibrée, à la condition que ces courants aient la grandeur et la phase convenables.

Pour obtenir ces courants, supposons que le rotor du convertisseur soit immobile, et que l'équilibreur tourne avec son champ excité. Il y aura des courants triphasés induits dans la cage d'écureuil du convertisseur, dont la grandeur dépendra de l'impédance des enroulements du convertisseur et de l'excitation de l'équilibreur. Si maintenant le rotor du convertisseur est mis en rotation en sens inverse de la rotation de phase de l'équilibreur, ces courants resteront les mêmes qu'au repos, parce que l'impédance augmente avec la fréquence de la même manière que la tension.

Ces courants ont une rotation de phase opposée à celle de la ligne en raison de l'accouplement particulier (fig. 7). Lorsque le groupe tourne sur la ligne, le convertisseur agit

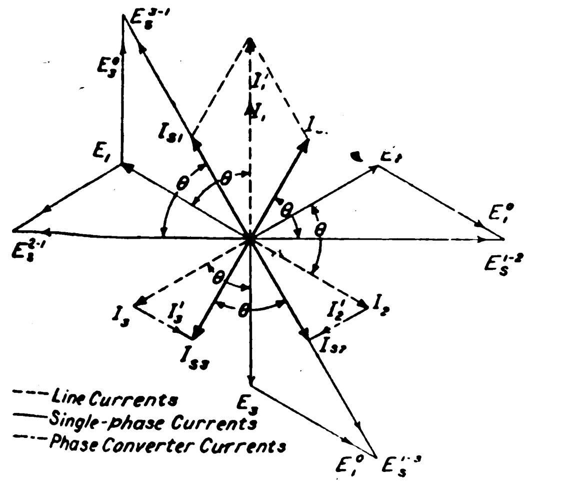


Fig. 9.

comme un moteur synchrone ordinaire, ou un condensateur et aussitôt que l'équilibreur est excité, des courants de sens de rotation opposé sont induits dans la cage d'écureuil. Il y a donc deux systèmes triphasés de sens de rotation de phases opposés, équivalents, comme nous l'avons vu, à un système monophasé. Il suffit seulement de donner à l'équilibreur de phases la position et l'excitation convenables pour équilibrer une charge monophasée.

Supposons qu'on ajoute à la charge de la figure 8 une charge égale sur la phase 2.3, le diagramme prendra la forme montrée par la figure 9, les vecteurs des courants monophasés I_{S1} et I_{S2}, I_{S1} et I_{S3} seront en arrière des tensions monophasées d'un angle θ, et, en négligeant les pertes, on a $2\,E_{1-2}\,I_S = \sqrt{3}\,E_{1-2}\,I$, les courants triphasés doivent être égaux à $\frac{2}{\sqrt{3}} I_S$ et doivent être décalés en arrière des tensions de l'angle θ. Pour compléter le diagramme, il est nécessaire de fournir I_1^1, I_2^1 et I_3^1, ce sont les courants du convertisseur de phase ; ils sont égaux à ceux nécessaires pour équilibrer une charge unique monophasée, les dimensions de l'appareil devraient donc être les mêmes dans les deux cas, mais les phases des courants sont différentes.

Le convertisseur de phase série est de toute nécessité une machine diphasée et, si l'on a besoin de convertir du courant triphasé en courant monophasé, il faut recourir au montage en T au moyen d'un auto-transformateur ; la puis-

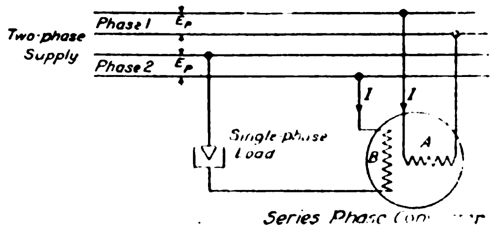


Fig. 10.

sance de ce dernier appareil doit être seulement égale à 29 pour 100 de la charge monophasée.

Il est possible de se rendre compte du fonctionnement de la manière suivante.

La phase B du convertisseur (fig. 10) est inversée par rapport à la phase A et est directement en série avec la charge monophasée. La phase A agit comme moteur actionnant le convertisseur et fournit de l'énergie à la phase B fonctionnant comme génératrice. La tension induite en B sera la même que celle de la ligne, par conséquent, la tension aux bornes de la charge monophasée sera égale à la somme de la tension de ligne et de la tension en B.

Si A et B débitent le même courant I, la puissance diphasée est égale à $2\,E_p\,I$. Le courant de charge mono-

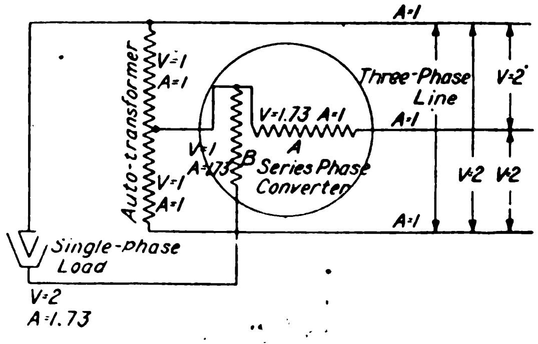


Fig. 11.

phasé est aussi I, mais la tension est $2\,E_p$; la puissance monophasée est donc également $2\,E_p\,I$, comme la puissance diphasée et les deux phases sont également chargées.

La figure 11 montre les connexions pour la conversion de

Digitized by Google

courants triphasés en courant monophasé. Les relations de tension, courant et puissance sont les suivantes :

	Tension.		Courant.		Puissance.
Phase A du convertisseur..	1,732	×	1	=	1,732
Phase B du convertisseur..	1	×	1,732	=	1,732
Monophasé	2	×	1,732	=	3,464
Triphasé	2	×	1 × √3	=	3,463
Auto-transformateurs......	2	×	1	=	2

Les deux phases du convertisseur série sont enroulées pour des tensions différentes, la tension aux bornes de la phase A (moteur) est 1,732 fois la tension induite dans la phase B (génératrice).

Un grand nombre d'applications ont déjà été faites de ces machines, les frais d'établissement en étant moins considérables que ceux d'un groupe convertisseur synchrone ou que ceux correspondant à l'installation d'un turbo-alternateur monophasé spécial. Au point de vue du prix et du rendement, le convertisseur série est le plus avantageux, le convertisseur shunt peut cependant se prêter à de plus nombreuses combinaisons. E. B.

Un redresseur à jet d'air pour les courants alternatifs de haute tension [1].

On sait, depuis quelques années, qu'on peut obtenir un redressement partiel d'un courant alternatif à haute tension par le passage de la décharge dans un éclateur de la pointe vers un plateau. Cependant, on rencontre des difficultés lorsque l'intensité du courant est considérable, car l'arc intense qui s'établit ne rectifie que médiocrement.

On a un redressement complet et un fonctionnement régulier au moyen d'un courant d'air allant de la pointe au plateau [2]. Le dispositif à utiliser est représenté schématiquement sur la figure 1.

Une électrode métallique étirée en pointe E est disposée au centre du tube B, dont une des extrémités a une forme conique de manière que le gaz entrant par A soit projeté à travers l'ouverture O vers le plateau P. Le redressement se produit que la pointe soit à une faible distance à l'intérieur du tube, à l'ouverture du tube ou qu'elle sorte de quelques centimètres. Dans les deux premiers cas le tube B doit être fabriqué avec une substance isolante, par exemple avec du verre ; dans le dernier cas, il peut être métallique.

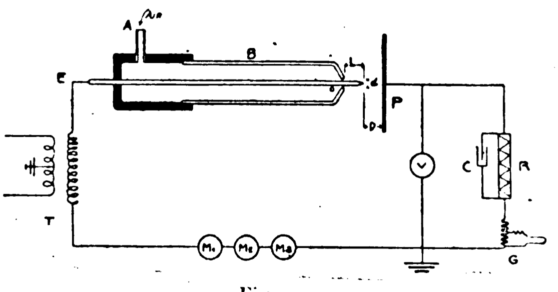


Fig. 1.

L'une des extrémités du redresseur est reliée à l'un des pôles du secondaire d'un transformateur T de 2 kw, 40000 v autre pôle étant au sol. Le courant positif va de la pointe au plateau et aucune décharge n'a lieu en sens opposé pourvu que la distance entre la pointe et le plateau, la distance entre la pointe et l'orifice de sortie de l'air, la pression de l'air et la tension soient convenablement réglées.

Entre le second pôle du transformateur et le sol on dispose trois milliampèremètres : un électrodynanomètre, M_1, un instrument à courant continu M_2 du type de d'Arsonval, un thermique M_3.

La tension entre le plateau P et le sol est mesurée par un voltmètre électrostatique. On dispose un oscillographe directement dans le circuit de haute tension entre la résistante à eau R et le sol. Le condensateur à air C est formé de 7 plaques de 2,44 sur 0,91 m distantes de 20,3 cm. Sa capacité est de 0,00095 microfarad et il peut être monté en parallèle avec la résistance liquide.

Le diamètre du plateau P doit être assez grand pour que la décharge ne puisse pas se produire de la pointe vers ses bords. Dans le dispositif précédent le diamètre est de 10,16 cm. Le diamètre de l'ouverture O est 4 mm, le diamètre d de l'électrode métallique E est 1,57 mm, la distance l entre l'ouverture O et la pointe de l'électrode E est 5,4 mm, la distance D entre le plateau et la pointe est 17,6 mm. La fréquence du courant alternatif utilisé est 60 p : sec.

Quand on ne fait jaillir aucun courant d'air par l'ouverture O du tube du tube B, on obtient la courbe 1 (fig. 2) sous 25 kv ; dans ce cas, la décharge est un arc à courant alternatif. Avec un courant d'air produit par une pression de 5,08 cm de mercure, on obtient la courbe 2. Les deux courbes n'ont pas été obtenues simultanément en sorte que les relations de phase représentées ne sont pas correctes. L'intensité du courant continu est 12,3 milliampères et la tension 14,5 kv.

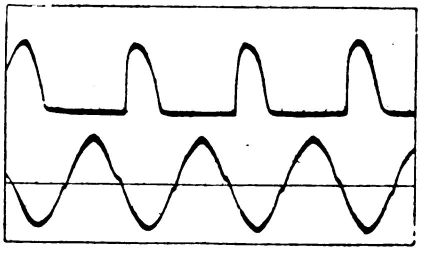


Fig. 2.

La décharge, lorsque le redressement se produit, est blanche, rythmée et saccadée, ce qui la distingue de l'arc coloré qu'on obtient quand il n'y a pas de courant d'air : cet arc agit légèrement comme redresseur, mais en sens opposé.

Des difficultés se présentent quand on essaye d'opérer sous des tensions trop faibles, par exemple de quelques milliers de volts seulement. Une certaine tension est nécessaire pour que l'intervalle d'air puisse être franchi. Il y a de même une chute de tension dans le redresseur en fonctionnement. Le redressement se produit dans des conditions satisfaisantes jusqu'à 350 kv et sous des fréquences de 500 p : sec.

Lorsque la pointe est à l'intérieur d'un tube B en verre, la décharge est plus sèche, mais il y a tendance plus marquée à la production d'onde (surges). Dans ce cas, des électrodes d'aluminium semblent préférables, un grand plateau P est nécessaire, de même qu'une pression plus forte.

Lorsque la pointe sort du tube, on obtient des résultats satisfaisants avec des électrodes de fer et de cuivre.

Si l'on augmente progressivement la pression du gaz, le redressement passe par un optimum qui dépend de la position des électrodes et du diamètre de l'ouverture destinée au passage du gaz. Un accroissement de pression au delà de la valeur qui correspond à la marche optimum donne un fonctionnement irrégulier. A. B.

(1) E. R. Wolcott et C. J. Erickson, *Physical Review*, juin 1917, 2e série, t. IX, p. 480-483, 1300 mots, 5 fig.

(2) E. R. Wolcott et F. Bieber, *Brevet américain n° 1 188 597*.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Les usines hydro-électriques de l'État suédois

III. — L'USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE PORJUS

Ce troisième article, suite et fin de ceux qui ont paru dans les numéros du 8 mars et du 9 juin 1917, est consacré à l'usine de Porjus dont la puissance est de beaucoup supérieure à celle de Trolhättan. Edifiée sur la rivière Lule, elle pourra disposer de 700 000 ch. quand tous les travaux de régularisation auront été parachevés. Actuellement, elle comprend 2 groupes monophasés de 12 500 ch chacun, 1 groupe triphasé de 14 000 ch et 1 groupe de secours constitué par une turbine accouplée directement à deux alternateurs, monophasé et triphasé. Le projet prévoit, pour un avenir très prochain, 5 groupes monophasés et 5 groupes triphasés; chaque groupe est actionné par deux turbines. L'énergie produite est transmise à 77 000 v. et 8 000 v. à Kiruna et Gellivare pour les besoins de la ligne de chemin de fer Kirunà-Riks-Grànzen et de la Compagnie minière Luossavora-Kirunaovara.

L'usine hydro-électrique de Porjus, située sur le cours d'eau de Lule, 50 km au delà du cercle arctique, présente un très grand intérêt, non seulement en tant qu'installation moderne, mais encore comme solution hardie et heureuse en même temps d'un problème compliqué.

La construction de cette usine et son développement ultérieur sont, comme nous l'avons déjà montré, intimement liés au développement industriel de la Laponie et à l'exploitation de ses riches gisements, ainsi qu'au transport de ses excellents minerais vers le port de Luléa (Baltique) et le port norvégien de Narvik (océan Atlantique).

Le choix a été arrêté sur la chute de Porjus parce que, en outre de sa situation favorable par rapport aux mines et aux chemins de fer en exploitation et en projet dont l'électrification est décidée en principe et déjà partiellement réalisée, la centrale, située en cet endroit, pourra être facilement agrandie avec des frais peu élevés.

En effet, à côté de la chute de Porjus, il existe sur le cours d'eau de Lule, dont la puissance totale utilisable est évaluée à 190 000 ch, d'autres chutes qui pourraient être avantageusement utilisées à cet effet. La régularisation de ce fleuve a donc une très grande importance pour le développement de l'usine génératrice et l'utilisation rationnelle de sa force hydraulique augmenterait le rendement de l'ensemble de l'installation. Le débit sans régularisation varie de 24 m^3 : sec pendant l'étiage pour l'année sèche et de 40 m^3 : sec à l'étiage pour l'année humide, jusqu'à 1 500 m^3 : sec.

Les recherches ont montré que le débit à l'étiage pourra être augmenté jusqu'à 150 m^3 : sec par une régulation graduelle du grand lac de Lule et d'autres lacs de l'amont. Le lac de Lule étant situé à 360 m au-dessus du niveau de la mer, cette régulation pourra augmenter la puissance normale (120 000 ch pour l'année normale et 115 000 pour l'année sèche) jusqu'à 700 000 ch. La consommation de la force motrice par les chemins de fer ne demande qu'une faible partie de l'énergie totale ainsi produite, dont la plus grande partie pourra être employée pour la mise en valeur des richesses naturelles du pays.

Les crédits de 30 000 000 fr pour l'aménagement de Porjus et l'électrification du chemin de fer Kiruna-Riksränsen ont été votés par le parlement suédois en 1910. En 1913, on a ajouté à ces crédits 1 400 000 fr pour les travaux de régularisation du cours d'eau de Lule ; ce travail est actuellement en voie d'exécution et on se propose d'augmenter le débit pour l'année sèche jusqu'à 60 m^3 : sec.

La chute de Porjus comprend une série de cascades (fig. 1) s'étendant sur 2 km environ entre deux lacs relativement tranquilles : grand et petit Porjusselet. Le premier de ces lacs, situé plus haut à 5 km de distance, était, avant la construction de l'usine génératrice, séparé du grand lac de Lule par une série de cascades s'étendant sur 3,5 km et qu'on appelait Luleluspen ; la hauteur totale de la chute était de 8,5 m. Par la construction du barrage de Porjus, on a élevé le niveau du lac, de sorte que la plupart de ces cascades peuvent être utilisées par l'usine hydro-électrique.

La hauteur d'eau utilisable pour l'usine est de 57 m pendant l'étiage et 55 m en hautes eaux ; en en déduisant les pertes de charge dans les canaux et dans les conduites forcées, etc., on peut compter sur une chute nette de 49 à 55 m.

Les conditions climatériques de la région favorisant en hiver, lorsque la température descend jusqu'à — 35°, la formation des glaces, on a été obligé d'accorder une attention spéciale à cette question. La protection des usines hydrauliques contre les glaces, présente une grande importance pour leur fonctionnement régulier, nous l'avons étudiée dans un article spécial (1). Mais pour mieux comprendre l'ingéniosité du dispositif adopté pour l'usine hydro-électrique de Porjus, nous nous arrêtons un peu sur cette question.

Sans parler de la congélation complète qui arrête tout

(1) Voir *R. G. E.*, t. 1, 14 avril et 5 mai 1917, p. 549 et 701.

Digitized by Google

à fait le fonctionnement de ces usines, on a souvent à s'occuper des cas de congélation partielle et irrégulière, lorsque les glaçons, de dimensions souvent considérables, s'entassent les uns sur les autres, formant de véritables barrages qui doivent être détruits à la dynamite et qui produisent des inondations, ou, au contraire, des manques d'eau, causant aux usines hydrauliques des dégâts importants.

Mais, si ce dernier cas se rencontre plutôt rarement, il en est un autre bien plus fréquent et dont les inconvénients ne sont pas moins à redouter. Il se forme, en effet, dans les courants rapides et ne se congelant pas sur toute leur surface, une sorte de glace flottante, spongieuse et poreuse, imbibée d'eau et ressemblant à une bouillie de glace ou de neige demi-fondue. Ses parties émergées ont une couleur blanchâtre, tandis que celles plongées dans l'eau restent transparentes. Extrêmement fluide, cette glace semble faire un seul tout avec l'eau. Elle se déforme et se reforme avec un bruit sec très caractéristique à chaque obstacle qu'elle rencontre sur son chemin. Mais, si toutes les installations hydrauliques connaissent et redoutent cette glace, son origine et sa formation sont longtemps restées ignorées et sont encore actuellement fort discutées.

Cette glace, que les auteurs désignent sous des noms différents a reçu celui de « sorbet » des ouvriers de l'usine de la Brillanne sur la Durance. Nous lui conserverons cette dernière désignation qui ne préjuge en rien du mode de sa formation et possède, par suite, l'avantage de n'entraîner aucune notion qui puisse fausser le raisonnement.

Or, le sorbet présente de nombreux inconvénients dont les principaux sont les suivants :

La protection des usines hydrauliques contre les

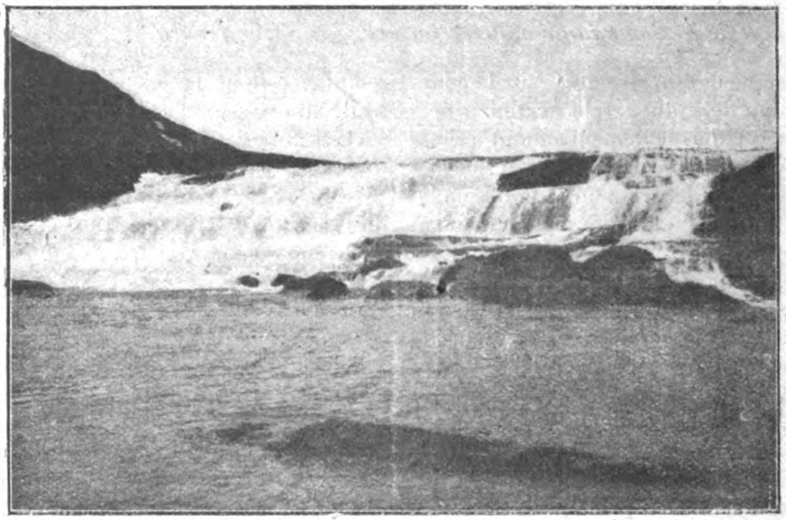


Fig. 1. — La chute « Sjö » sur le fleuve de Lule.

glaces comprend deux méthodes complètement différentes : 1° la méthode directe qui a pour objet la lutte directe contre le sorbet déjà formé; 2° la méthode indirecte destinée à empêcher la formation même de cette glace. C'est la dernière qui est la plus efficace; le meilleur procédé consiste à amener l'eau à l'usine par des canaux couverts ou en souterrain, en prenant soin d'éviter les alternatives de parties couvertes et découvertes, de même que les causes de stagnation, de tournoiement et de ralentissement de vitesse qui, toutes, favorisent la formation du sorbet.

En tenant compte de toutes ces considérations, on a entrepris à Porjus des explorations géologiques qui ont montré que l'installation peut être entièrement souterraine. Alors, se basant sur ces données, on y a aménagé les canaux d'amenée et d'évacuation et installé les turbines en souterrain de sorte que toute l'installation est parfaitement protégée contre le contact de l'air froid.

Une couverture protège contre la neige et la gelée le bassin de mise en charge, réchauffé en outre par une conduite d'air chaud envoyé de l'usine. Une décharge par déversoir, installée du côté sud de ce bassin, est reliée par un puits au tunnel de fuite.

Toute l'installation de l'usine hydro-électrique de Porjus — excellente exécution d'un plan bien conçu — présente un grand intérêt dans tous ses détails. Pourtant, nous ne nous arrêterons que sur la partie électrique, passant rapidement sur les ouvrages hydrauliques et renvoyant les lecteurs aux monographies complètes de l'usine de Porjus, publiées par le journal suédois « Teknisk Tidskrift » du 20 mars 1915 et par l'« Engineering » des 15, 22 et 29 octobre 1915; on trouve également la description des ouvrages hydrauliques dans les « Annales des Ponts et Chaussées » de mai-juin 1915 et dans le « Génie civil » du 29 janvier 1916.

Ouvrages hydrauliques. — Le barrage dans son ensemble a un développement total de 1 254 m

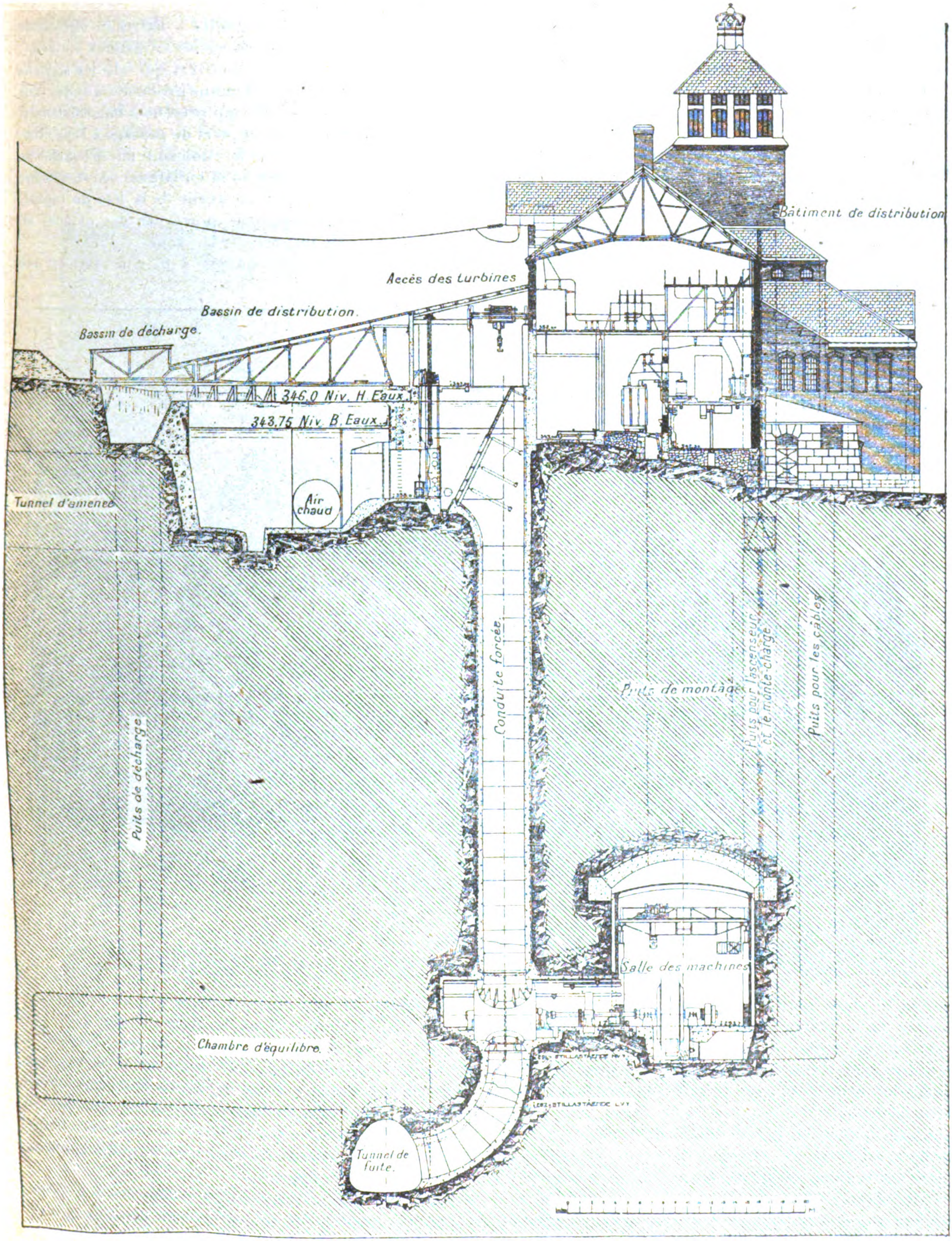


Fig. 2. — Coupe transversale de l'usine génératrice.

Digitized by Google

dont 981 m en levées et 197,70 m en déversoirs.

Le débit moyen de décharge du barrage pendant les hautes eaux (+ 346 m), lorsque les deux déversoirs et le barrage, à rouleaux sont entièrement libres, est de 1 520 m³ : sec, le débit de la rivière, pendant cette période, étant de 1 500 m³ : sec.

La prise d'eau se trouve à l'extrémité orientale du barrage juste à l'endroit où ce dernier repose sur le rocher solide. Quant aux quatre voies d'eau dont deux alimentent les groupes déjà installés et les deux autres ceux qui seront installés lorsque l'usine atteindra sa pleine puissance, elles ont chacune 11 m de largeur et 4,50 m de hauteur. Des grilles à barreaux, espacés de 100 mm, sont placées derrière les ouvertures.

Un bassin de prise à ciel ouvert, qui relie les sections antérieures plus larges et moins profondes à celles plus étroites et plus profondes qui précèdent immédiatement la tête du tunnel d'amenée, sert de passage à l'eau. Une vanne de fermeture en fer, donnant un débouché de 6,67 m de hauteur sur 7,50 m en largeur, est suspendue par des chaînes à 20 m en avant de la tête du tunnel. Un pont roulant supérieur porté par des pylônes en béton permet de manœuvrer la vanne.

Le tunnel d'amenée, ouvert à la mine suivant une section ovale de 50 m², a une longueur totale de 525 m. Sur la majeure partie du parcours, la paroi a pu être formée par le rocher naturel. Ce n'est qu'à 130 m avant l'arrivée au bassin de distribution qu'on a dû avoir recours au revêtement en béton armé pour empêcher l'infiltration de l'eau vers la salle des machines et vers le canal de fuite.

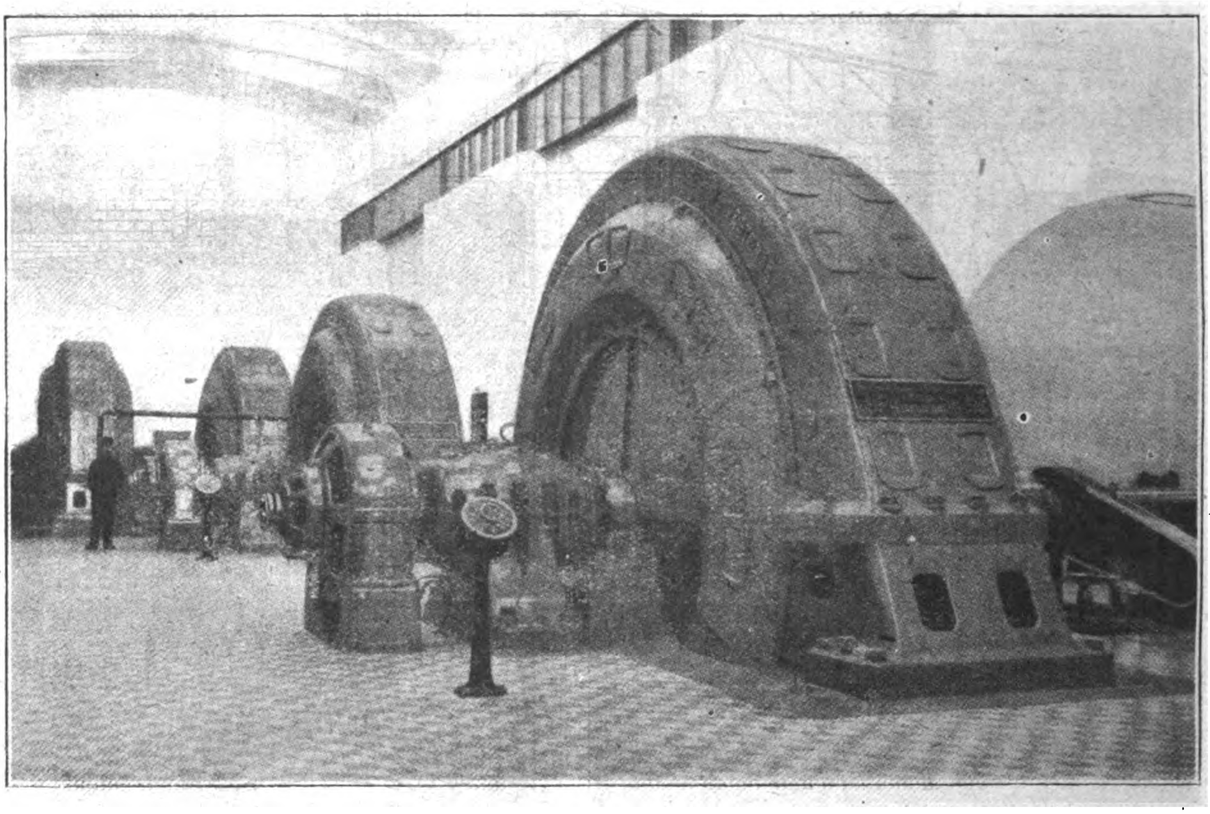


Fig. 3. — Vue de la salle des machines : côté des générateurs.

Étant données la grande longueur des canaux et les fortes variations de charge, dues aux variations du trafic sur la ligne électrifiée, la capacité du bassin de distribution est d'une importance énorme pour le fonctionnement régulier de l'usine. C'est en tenant compte de ces considérations que le bassin de distribution a été construit de façon à se prêter à un écart maximum dans la consommation de l'eau s'élevant à 50 m³.

Un brusque décroissement de 30 m³ : sec dans la consommation de l'eau, provoqué par un accident tel qu'un court-circuit dans la ligne de transport, par exemple, peut entraîner parfois la descente brusque de la consommation de l'eau de 100 m³ à 0. Dans ce cas, avant que la hauteur d'eau dépasse le mur d'enceinte du bassin, la colonne de compensation pouvant débiter 100 m³ : sec entre en jeu et déverse l'eau dans le tunnel de fuite par intermédiaire du bassin d'équilibre, comme le montre bien la figure 2.

Les conduites forcées, placées dans les puits verticaux, revêtues de béton armé ont un diamètre intérieur de 3,50 m. Le tunnel de fuite a 1 247 m de longueur. Sa section normale est égale à celle du tunnel d'amenée. La galerie est renforcée en certains points par des voûtes

Digitized by Google

en béton armé, afin de pouvoir résister à l'argile dont quelques couches existent dans le rocher.

L'usine génératrice. — L'usine génératrice d'électricité est construite sur le rocher; le plancher de la salle des machines se trouve à 50 m au-dessous de la surface. Quant à la salle des machines (fig. 3), elle représente un immense hall, creusé dans le rocher, contenant les générateurs électriques et le pont roulant; elle a 11 m de largeur et 11,50 m de hauteur et sa longueur actuellement déblayée atteint 95 m. Les turbines se trouvent dans des niches profondes, séparées de la salle des machines par un mur; ces niches ont 15 m de profondeur, 5,85 m de largeur et 4 m de hauteur.

Les déblais à la mine de la salle des machines ont dû être entrepris avec des précautions toutes particulières

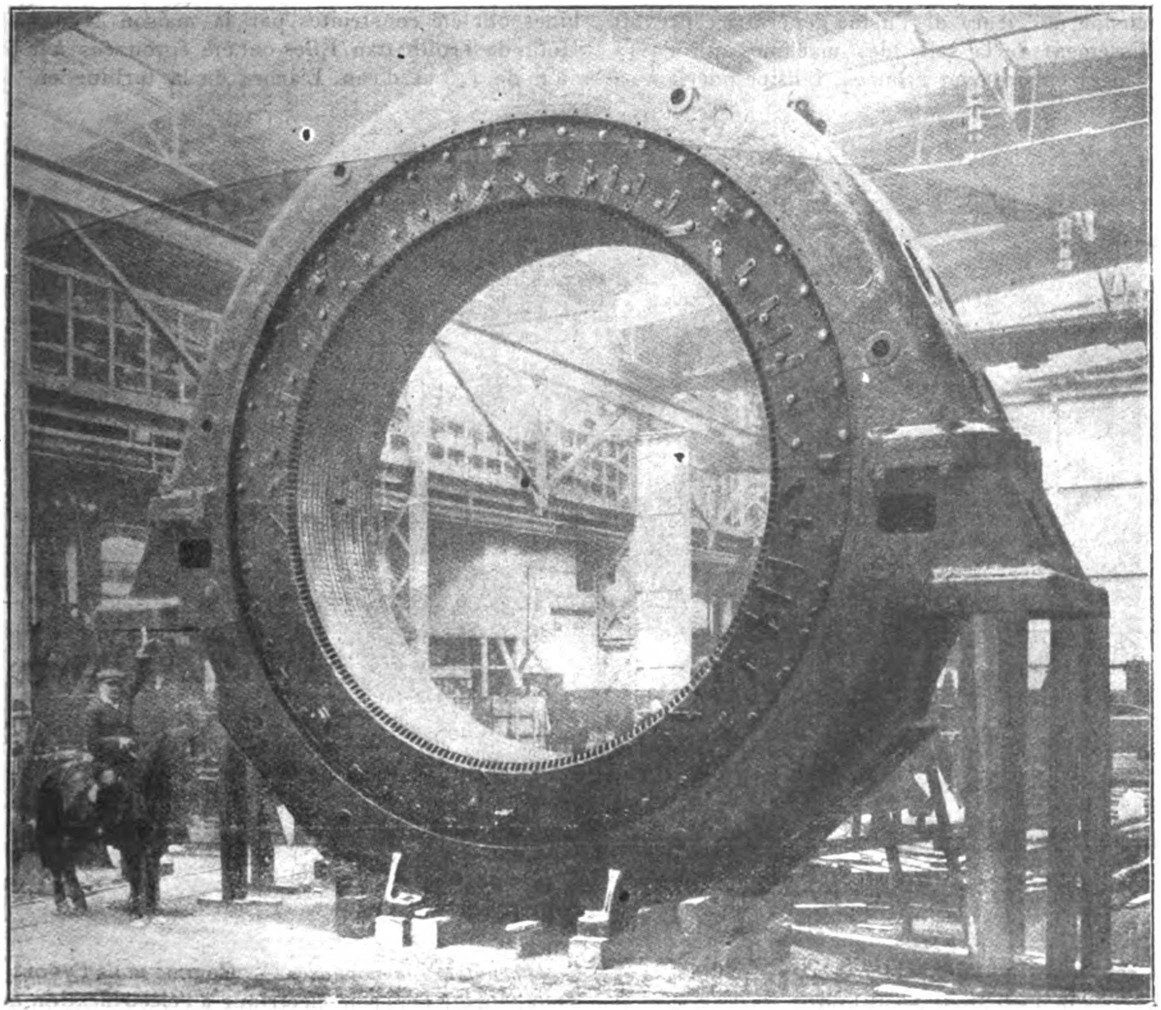


Fig. 4. — Vue du stator d'un alternateur monophasé.

pour prévenir les éboulements, surtout dans les endroits où l'on rencontrait de la terre molle. L'échafaudage soutenant le rocher a été remplacé ensuite par une voûte et par des parois en béton armé. Les piles de 1 m de largeur, reposant sur le rocher, forment les avant-murs pour le chemin de roulement du pont roulant. Sous la voûte se trouve le plafond, fait en dalles obliques, également en béton armé, placé de telle façon qu'entre la voûte et le plafond il se forme un canal où circule l'air réchauffé préalablement par les générateurs.

L'air frais arrive sous pression par le puits des câbles d'où il est distribué aux générateurs par une canalisation spéciale, située sous le plancher; il circule ensuite entre le toit et la voûte et entre le rocher et les avant murs. En hiver, l'air frais étant très froid et pouvant causer des dommages aux générateurs, on le mélange préalablement avec l'air chaud qui, après avoir circulé dans les galeries, pour en enlever l'humidité, est dirigé dans la salle des machines, puis dans le puits du monte-charge et se mélange enfin, sous le bâtiment de distribution, avec l'air frais pour recommencer le circuit par le puits des câbles.

Digitized by Google

La salle des machines contient : deux groupes monophasés de 12 500 ch chacun destinés à fournir l'énergie pour la traction; un groupe triphasé de 14 000 ch fournissant la force motrice pour l'exploitation des mines, et un groupe comprenant une turbine accouplée directement à deux alternateurs : un monophasé, l'autre triphasé, de sorte que ce groupe peut servir de réserve en fournissant le courant pour la traction ou pour les mines, suivant les besoins; le cinquième groupe (triphasé) doit être installé prochainement.

L'extension ultérieure de l'usine génératrice prévoit l'agrandissement de la salle des machines qui devra pouvoir loger encore cinq groupes. L'usine portée à sa pleine puissance doit donc comprendre dix groupes, répartis symétriquement dans deux compartiments : un pour les unités monophasées, l'autre pour les unités triphasées.

Turbines. — Les alternateurs sont actionnés par des turbines jumelles, auxquelles ils sont accouplés directement. Entre la turbine et le générateur se trouve un arbre intermédiaire démontable, supporté par un troisième palier. De cette façon, on peut démonter ou visiter la turbine sans toucher au générateur. Les turbines ont été construites par la maison Nydqvist et Holm de Trollhättan. Elles ont été éprouvées à la pression de 115 m d'eau. L'arbre de la turbine en acier nickelé est creux et supporté par deux paliers. Les paliers sont munis d'un dispositif pour le graissage et de cannelures pour l'eau de refroidissement. Les turbines font, soit 225 t : min, lorsqu'elles actionnent les alternateurs monophasés, soit 250 t : min lorsqu'elles entraînent les alternateurs triphasés.

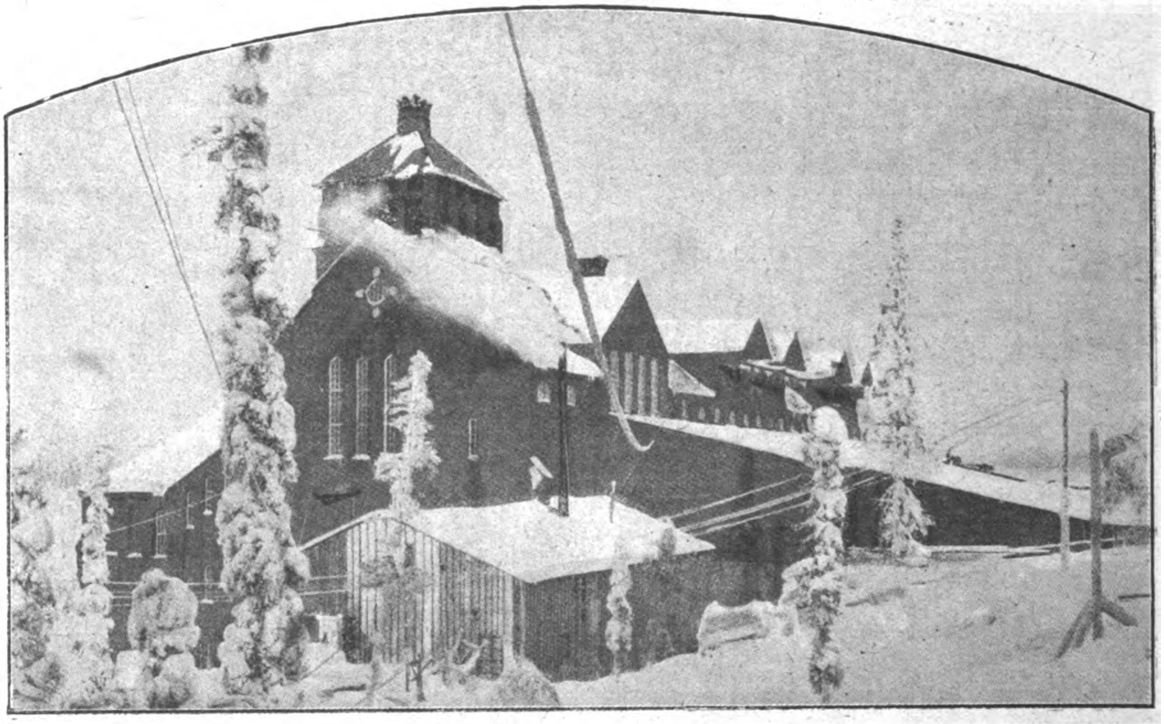


Fig. 5. — Vue extérieure du bâtiment de distributions.

A chaque turbine correspond un régulateur hydraulique, destiné à limiter les variations de vitesse respectivement à 15,6 ou 3 pour 100 suivant les variations brusques de la charge.

La mise en action des régulateurs est effectuée par l'huile sous pression, fournie par des pompes indépendantes, actionnées par courroies; une pompe de réserve, actionnée par un moteur électrique, peut fournir de l'huile sous pression à deux régulateurs simultanément.

Alternateurs monophasés. — Comme nous l'avons vu, pour fournir l'énergie électrique à l'électrification de la ligne de chemin de fer Kiruna-Riksränsen, trois alternateurs monophasés ont été installés dans la salle des machines de l'usine génératrice de Porjus. Ces alternateurs monophasés, dont la puissance normale est de 6 250 kv-a, fournissent le courant à la tension de 4 000 v, à la fréquence de 15 p : sec avec $\cos \varphi = 0,8$. Afin de pouvoir supporter les courts-circuits inévitables dans l'exploitation d'un chemin de fer, leurs constructions mécanique et électrique ont été particulièrement soignées. La figure 4 représente le stator d'alternateur monophasé.

Ces alternateurs sont compoundés de telle façon que, pour la charge maximum, la tension soit de 20 pour 100 plus élevée que pendant leur marche à vide; pour les

Digitized by Google

différentes charges les rendements suivants sont garantis :

Charge kv-A.........	9 400	6 250	3 100
Rendement pour 100..	94	93,4	90,1

Le compoundage est effectué d'une façon indirecte, c'est-à-dire la commutatrice de compoundage, qui joue ici un rôle de compensatrice, est connectée à l'enroulement de champ de l'excitatrice, et non pas directement

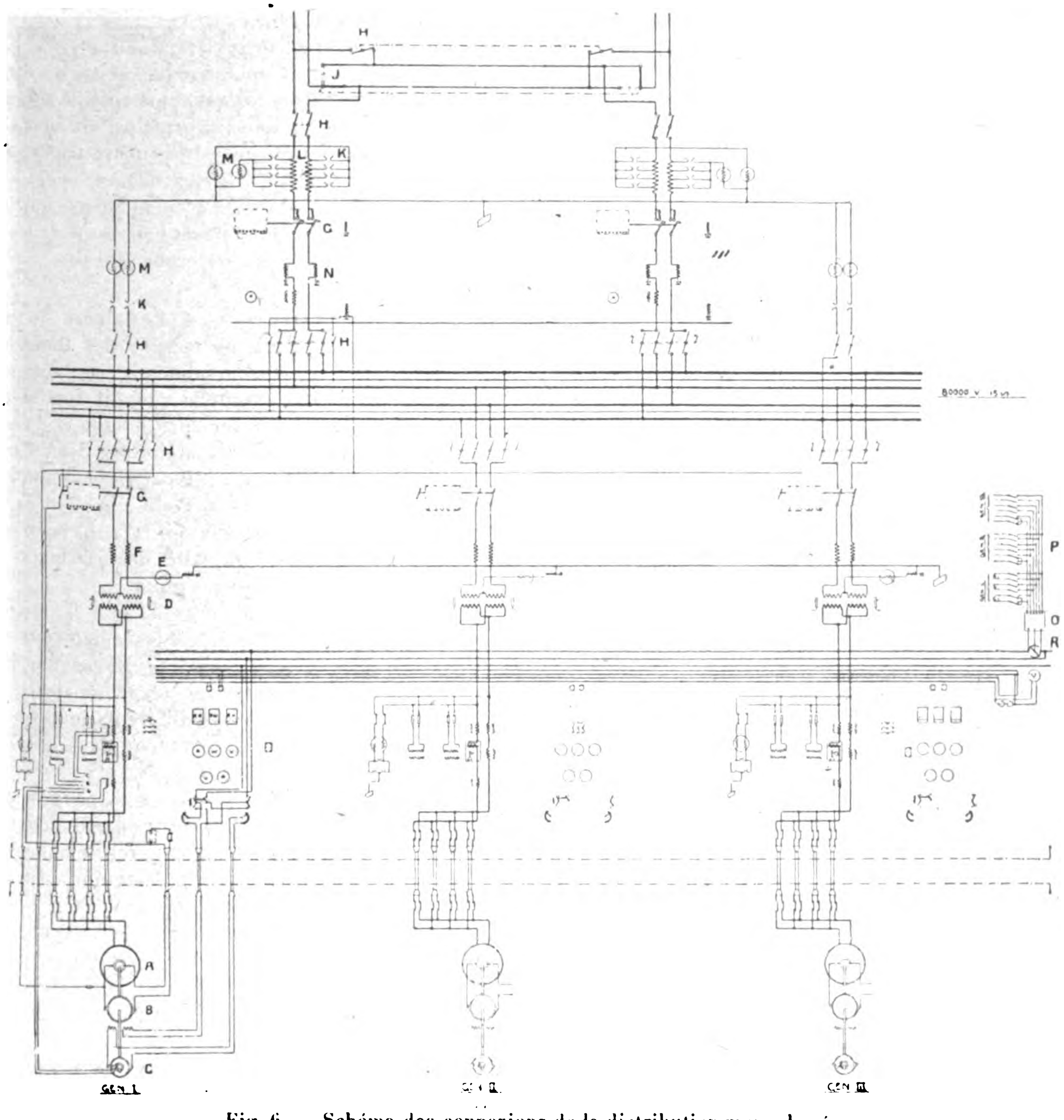


Fig. 6. – Schéma des connexions de la distribution monophasée.

A, alternateur monophasé ; B, excitatrice ; C, commutatrice d'excitation ; D, transformateur monophasé ; E, résistance de terre ; F, bobine de réactance ; G, interrupteur automatique à maximum et à action retardée ; H, interrupteur à l'huile non automatique ; J, sectionneur de 80 000 v ; K, parafoudre à cornes ; L, bobine de réactance ; M, résistance dans l'huile ; N, relais de surcharge de 80 000 v ; O, régulateur de tension ; P, contrôleur du régulateur ; R, résistance du régulateur.

à l'enroulement de champ de l'alternateur. Grâce à ce dispositif, les dimensions de la commutatrice et du transformateur de compoundage se trouvent très réduites, et la commutation est sensiblement améliorée.

Les calculs ont montré que les variations du champ des alternateurs, produites par les organes de compoundage, subiront un retard de 12 secondes dû à la self-induction du circuit magnétique. Ce retard a une grande importance, et pour le compenser autant que possible, un régulateur de tension à action rapide a été connecté en parallèle avec la commutatrice (fig. 6). Ce régulateur agit directement sur le champ de l'excitatrice par l'intermédiaire d'un enroulement spécial.

Le rotor est muni d'ailettes qui favorisent la circula-

Digitized by Google

tion de l'air dans les canalisations spéciales dont nous avons parlé plus haut. La perte due aux frottements de l'air n'est, malgré ces ailettes, que de 70 kw par générateur monophasé. Les alternateurs ont été essayés en court-circuit aux bornes de 4 000 v sans difficulté, quoique la valeur instantanée du courant de court-circuit ait été, suivant l'oscillagramme, 15 fois supérieure à la normale. L'alternateur monophasé pèse 200 t environ, le poids du rotor seul étant de 85 t.

Alternateurs triphasés. — Les deux alternateurs triphasés se ressemblent beaucoup dans les détails de leur construction et ont les mêmes encombrements que les alternateurs monophasés. Leurs caractéristiques sont les suivantes :

Puissance normale	11 000 kv-A (cos φ = 0,8)
Vitesse	250 t : min
Fréquence	25 p : sec
Tension	10 000-11 000 v
Force vive	4 200 000 kg-m²

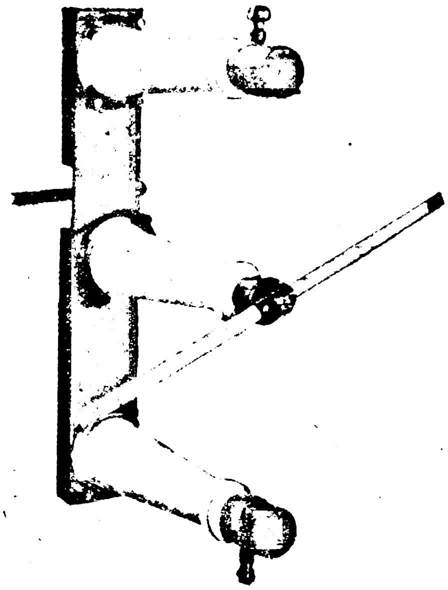


Fig. 7. — Sectionneur avec un isolateur mobile.

Étant complètement cuirassés, ils exigent pour leur refroidissement 18 m³ d'air froid au moins par seconde et par groupe.

Pour les différentes charges, les rendements suivants sont garantis :

Charges : kv-A	11 000	5 500	8 800
Cos φ	0,8	0,8	1,0
Rendement pour 100 ..	96,0	93,5	96,3

Avec une élévation de température de 50°, les alternateurs triphasés peuvent fournir 13 500 kw avec cos φ = 0,75, ce qui correspond au débit maximum de la turbine (14 000 ch.)

Excitatrices. — Nous avons déjà vu le principe appliqué à la régularisation de la tension des alternateurs monophasés. Le dispositif d'excitation comprend donc pour chaque groupe monophasé : une excitatrice, accouplée directement à l'alternateur et une commutatrice fixée au bout de l'arbre d'excitatrice. Le champ d'alternateur monophasé variant dans la proportion de 3 à 1, les charges, l'excitatrice et la commutatrice subissent également de fortes variations.

Le transformateur de compoundage se trouve dans le bâtiment de distribution ; il est court-circuité automatiquement dès que le disjoncteur principal est ouvert. Le courant pour l'excitation des alternateurs triphasés est fourni par des groupes indépendants, montés en parallèle avec une batterie d'accumulateurs, qui fournissent en même temps le courant continu pour les services auxiliaires dont nous parlerons plus bas.

Bâtiment de distribution. — Le tableau de distribution, avec les appareils de mesure, les transformateurs, les batteries d'accumulateurs, un groupe de Diesel de réserve (fournissant le courant continu pour le service intérieur), les réservoirs d'huile et d'eau, et les compresseurs ainsi que les ateliers et les différents bureaux se trouvent dans un édifice spacieux auquel on a donné le nom de la « cathédrale » et dont l'aspect extérieur est représenté sur la figure 5. Cet édifice est situé juste au-dessus de la salle des machines avec laquelle il est relié par plusieurs puits.

Les connexions électriques entre la salle des machines et le tableau se font à l'aide de câbles qui traversent le puits vertical déblayé à la mine spécialement pour cet usage. Les compartiments des transformateurs sont placés au rez-de-chaussée. Les différents interrupteurs et les appareils de mesure se trouvent dans les étages suivants.

Distribution monophasée. — Le schéma général de connexion de la partie monophasée de distribution (fig. 6) permet de se rendre compte des appareils employés que nous allons décrire dans un ordre logique depuis les générateurs jusqu'au départ aux lignes.

Chaque alternateur A alimente deux transformateurs D dont les circuits primaires sont couplés en parallèle et les circuits secondaires réunis en série ; le point du milieu de ces derniers est mis à la terre par l'intermédiaire de la résistance E.

Les transformateurs D sont du type à immersion dans l'huile avec refroidissement par eau. Le poids de chacun d'eux atteint environ 34 t.

Chaque alternateur avec ses deux transformateurs forme ainsi une unité inséparable. A l'aide de l'interrupteur G (à huile, automatique à maxima et action retardée), cette unité peut être branchée sur les barres omnibus dès que le synchronisme du générateur avec la ligne est obtenu. Viennent ensuite les interrupteurs H à huile non automatiques, permettant de brancher indifféremment les transformateurs sur l'un ou l'autre groupe de barres omnibus.

Entre les barres omnibus et le départ des lignes se trouvent des interrupteurs analogues aux précédents H,

Digitized by Google

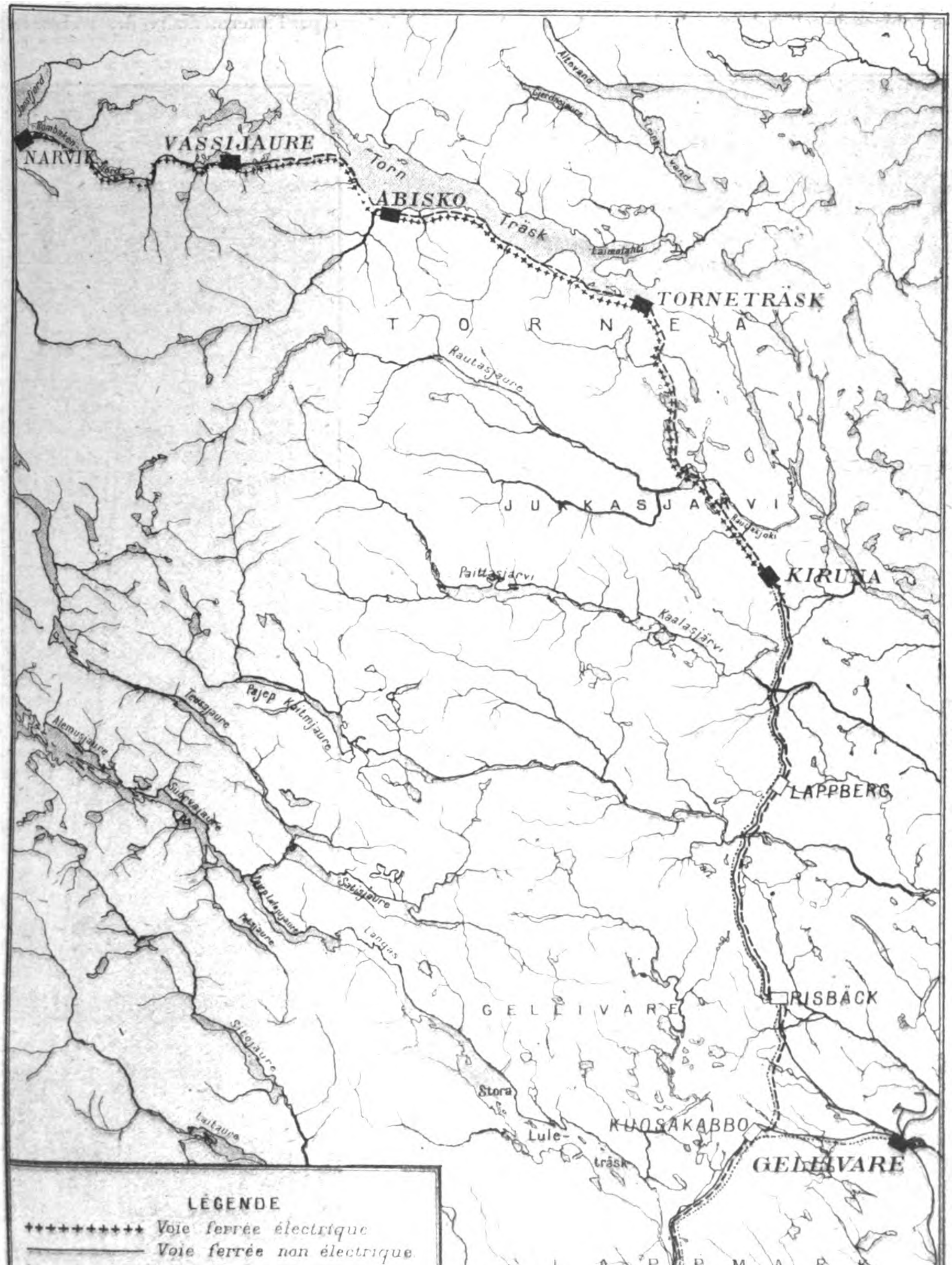


Fig. 8. — Carte.

Digitized by Google

et G, les bobines de self-induction L, les parafoudres K, mis à la terre par l'intermédiaire des résistances ohmi-

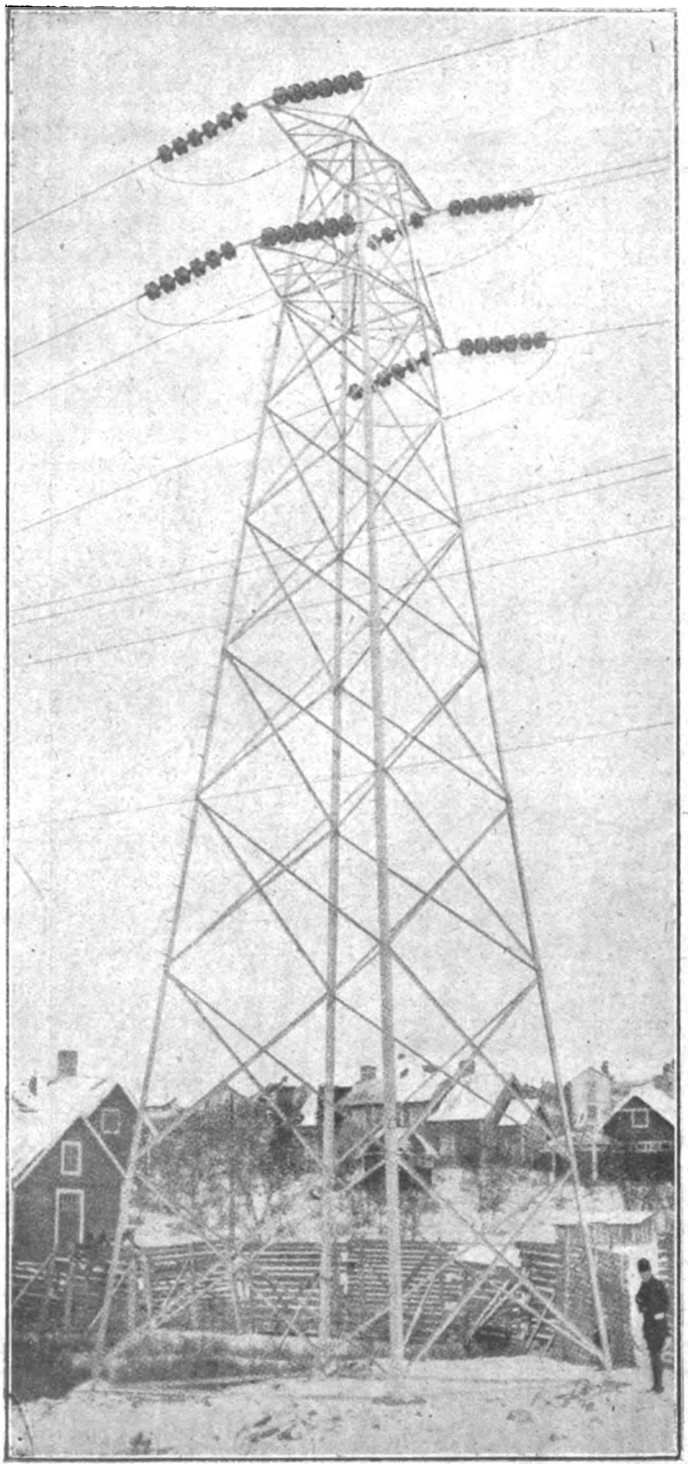


Fig. 9. — Pylône d'amarrage.

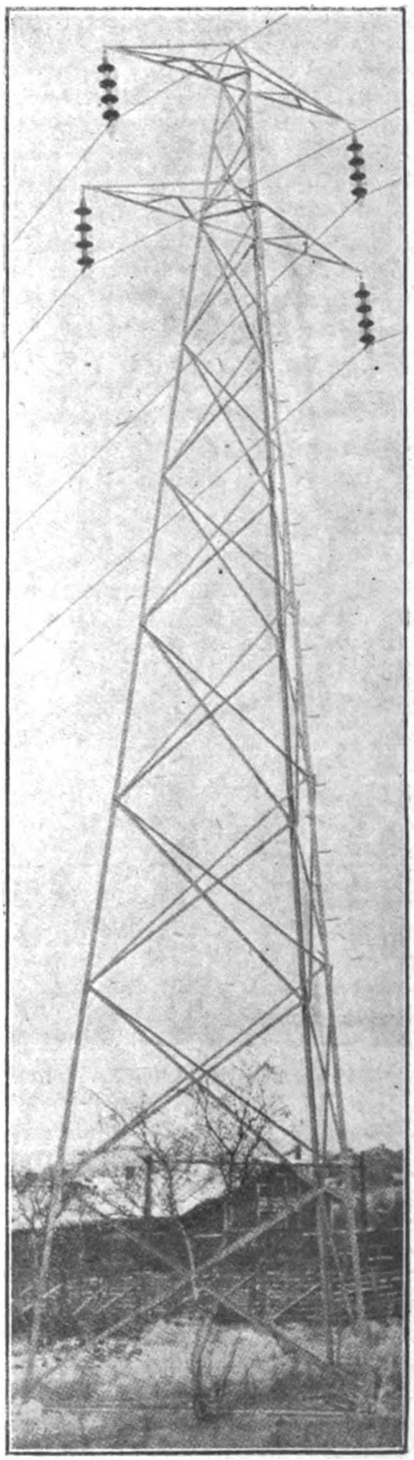


Fig. 10. — Pylône d'alignement.

ques M. Les conducteurs pour les hautes tensions (80 000 v) sont en tubes de cuivre, ayant un diamètre de 20 mm, présentant une grande résistance mécanique.

Les résistances ohmiques pour la mise à la terre sont

Digitized by Google

de deux sortes : les premières M sont connectées aux parafoudres à cornes et protègent les appareils dont la tension est de 80 000 v, tandis que les secondes E sont reliées aux points du milieu des secondaires de transformateurs et ne supportent que la moitié de la tension de la ligne (40 000 v).

Le régulateur de tension Siemens O, dont la rapidité d'action a été prouvée en service, permet d'obtenir une tension assez constante. Toutes les manœuvres sont effectuées dans un local spécial, appelé « chambre de contrôle », situé au second étage et muni de tous les appareils de mesure et de contrôle.

Distribution triphasée. — Les appareils pour la distribution triphasée sont installés dans le bâtiment de distribution de la même façon que ceux pour la distribution monophasée. A chaque alternateur triphasé correspond un groupe de trois transformateurs monophasés dont les primaires sont couplés en triangle et les secondaires en étoile. La tension de 11 000 v est portée à 77 000 v, sous laquelle l'énergie électrique est transportée à Kiruna et à Gellivare.

*
* *

Les appareils de distribution présentent un grand intérêt au point de vue des soins apportés à leur construction et de leur mise en place. Leur faible encombrement, l'absence presque complète de boucles dans les conducteurs réunissant les divers appareils, les isolateurs sur tige rigide (fig. 7), facilement remplaçables, et autres perfectionnements rendent cette installation fort intéressante; cet intérêt, d'ailleurs, croît à mesure qu'on l'étudie.

Services auxiliaires. — Pour les services auxiliaires, pour l'excitation des alternateurs triphasés et pour l'éclairage, on emploie le courant continu sous 220 v, sauf pour le service et l'éclairage du barrage pour lesquels on utilise le courant alternatif à 3 000 v. L'installation à courant continu comprend un petit turbo-générateur de 350 kw, une commutatrice et une batterie d'accumulateurs, dont le chargement est assuré par une dynamo, actionnée par un moteur électrique.

Réseau de distribution. — L'énergie produite par l'usine génératrice de Porjus alimente, comme le montre la figure 8 : 1° un réseau triphasé à 77 000 v qui va à Gellivare et à Kiruna, situées respectivement à 53 et à 118 km de là, et 2° un réseau monophasé de 80 000 v qui alimente la ligne électrifiée de Kiruna-Riksgränsen.

Réseau triphasé. — Une double ligne part de l'usine génératrice et aboutit à Kuosakabbo, d'où les deux lignes se séparent ; l'une se dirige vers Gellivare et l'autre va au Nord vers Kiruna. Les conditions locales et atmosphériques sont très défavorables aux lignes de transports. Un tiers environ des pylônes ont été placés sur le marais où le terrain solide ne se rencontre qu'à 0,5 m à 2 m au-dessous de la surface du sol.

Quant aux prévisions, portant sur les conditions météorologiques, elles ne se sont pas justifiées. Les expériences ont montré que, si les orages n'y sont pas aussi à craindre que dans les régions méridionales, on a, par contre, à souffrir d'un inconvénient propre aux régions septentrionales : du givre qui s'accumule sur les conducteurs. Cette accumulation du givre donne une augmentation de 1,5 kg jusqu'à 2 kg : m linéaire de conducteur.

Les conducteurs sont supportés par des pylônes dont la hauteur normale est de 14 m et l'écartement normal de 190 m (exceptionnel de 225 m). Les trois conducteurs en cuivre se trouvant dans le même plan horizontal sont suspendus aux traverses par des chaînettes (chaque chaînette étant formée par six isolateurs) ; la distance entre les conducteurs est de 4 m. Les conducteurs sont calculés de façon que, à la température de 15° C et en présence de la pression du vent égale à 75,5 kg : m², la tension ne dépasse pas 12,6 kg : mm².

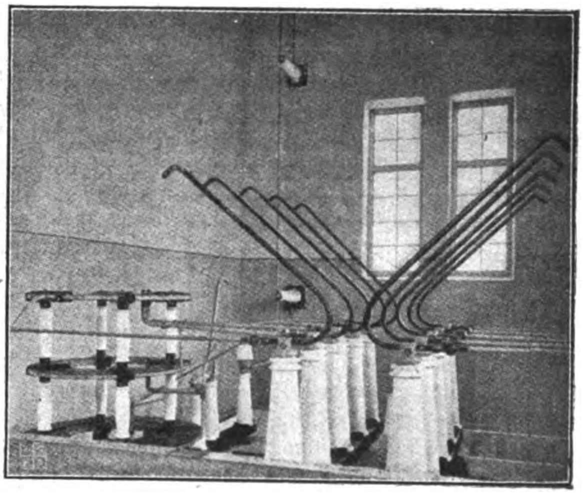


Fig. 11. — Parafoudre à cornes de 80 000 v employé dans la sous-station.

La tension de cette ligne, en fonction du poids du givre, varie comme suit :

	Écartement entre pylônes.	
	190 m	225 m.
0,5 kg de givre par mètre linéaire.	17,9 kg:mm²	18,5 kg:mm²
1,0 Id. Id.	22,5 Id.	23,9 Id.
1,5 Id. Id.	27,2 Id.	29,4 Id.
2,0 Id. Id.	33,7 Id.	35,5 Id.

Une attention spéciale a été apportée aux isolateurs, car les expériences avec les lignes existantes ont bien démontré que 40 pour 100 des défauts de la ligne sont dus aux isolateurs. Les isolateurs adoptés sont de types normaux américains avec certaines améliorations.

Réseau monophasé. — Pour alimenter le tronçon électrifié de la voie ferrée Kiruna-Riksgränsen longue de 130 km, une double ligne monophasée part de l'usine génératrice, suit la même route que la ligne triphasée jusqu'à Kiruna d'où elle se dirige toute seule jusqu'à la

Digitized by Google

sous-station de Vassijaure, située à 240 km de Porjus et à 250 km au delà du cercle arctique. Cette ligne à haute tension, la plus importante en Suède, est en même temps la plus septentrionale de l'Europe.

Les postes de transformation, installés à Kiruna, à Torneträsk, à Abisko et à Vassijaure abaissent la tension jusqu'à 15 000 v, tension sous laquelle l'énergie est transmise à la ligne de contact aérienne à suspension caténaire. Les deux lignes monophasées sont destinées, en principe, à fonctionner simultanément. Cependant une combinaison d'interrupteurs a été prévue dans les postes de transformation pour isoler la ligne à laquelle il arrive quelque accident.

Dans ce but, une ligne se trouve suspendue d'un côté des pylônes, la seconde de l'autre côté. Cependant, lorsque, à l'arrivée des grands froids, le poids du givre par mètre linéaire des conducteurs supérieurs devient trop grand, la rupture de ces conducteurs et par suite un court-circuit sont à craindre Pour parer à cet inconvénient, on change les connexions de façon qu'il ne se trouve d'un côté des pylônes que les conducteurs de même polarité. Ce dispositif, quoique incommode au point de vue de la réparation de la ligne avariée, présente cependant plus de sécurité à l exploitation pendant les intempéries. Ce changement de polarité se produit très facilement par une opération très simple. Pour faciliter encore davantage la localisation de ces accidents et leur réparation, les lignes ont été divisées en quatre sections par trois coupures établies entre Porjus et Kiruna à Kuosakabbo, à Risbäck et à Lappberg.

Le conducteur de la ligne de transport a une section de : 80 mm² entre Porjus et Kiruna (140 km), 70 mm² entre Kiruna et Torneträsk (51 km), 60 mm² entre Abisko et Vassijaure (29 km).

Afin de faciliter la surveillance des pylônes supportant la ligne de transmission, ceux-ci ont été placés le plus près possible de la voie de chemin de fer, c'est-à-dire à 200 m environ. Ils sont de trois types : pylônes d'angle, pylônes d'amarrage (fig. 9) et pylônes d'alignement (fig. 10). Le dernier type est employé en alignement droit et lorsque la déviation ne dépasse pas 10°, le premier est utilisé quand cet angle dépasse 10° et enfin les pylônes d'amarrage servent à renforcer la stabilité longitudinale dans la proportion de un pylône d'amarrage par 2 km.

Le réseau monophasé possède en tout 1 237 pylônes, dont 620 dans la section Porjus-Kiruna et 617 entre Kiruna et Vassijaure. Le poids du fer, employé à leur construction, atteint 2 200 t, tandis que celui des conducteurs qu'ils supportent s'élève à 675 t. Les isolateurs employés pour la ligne monophasée sont analogues à ceux utilisés pour la ligne triphasée dont nous avons parlé plus haut.

Postes transformateurs. — Quatre postes transformateurs, cités plus haut, installés à Kiruna, à Torneträsk, à Abisko et à Vassijaure, sont pratiquement identiques. Chacun comprend trois transformateurs monophasés de 1 100 kv-A — 80 000/15 000 v, ainsi que des interrupteurs pour la haute et la basse tension, des appareils de protection contre les surtensions, etc. (fig. 11). Le poste transformateur de Kiruna est installé dans le même bâtiment que l'atelier de réparation des locomotives électriques. L'aspect extérieur de ce bâtiment, construit suivant les plans des ingénieurs d'État, est très élégant et attire l'attention de nombreux touristes. Les appareils de ces postes sont analogues à ceux employés dans l'usine génératrice. Leur maniement est des plus simples et peut être fait par un personnel non expérimenté.

* * *

Il résulte des dernières données, publiées par le Département des Forces hydrauliques de la Suède, que l'usine génératrice de Porjus a fourni pendant l'année de 1915.

Pour le réseau monophasé.....	8 349 475 kw-h
Id. triphasé........	15 296 376
Id. continu........	800 360
	24 446 211 kw-h

La charge maximum a été :

Pour le réseau monophasé..........	10 250 kw
Id. triphasé............	5 800
Id. continu............	220 kw

Les consommations les plus importantes ont été :

Réseau monophasé :	
Chemin de fer Kiruna-Riksgransen.....	8 349 100 kw-h
Réseau triphasé :	
Compagnie minière Luossavaora et Kirunaovara..........	14 685 100 kw-h
Travaux d'extension de l'usine.........	611 276 kw-h
	15 296 376 kw-h
Réseau continu :	
Service auxiliaire....................	336 000 kw-h
Force motrice et lumière pour l'usine génératrice..........	464 260 kw-h
	800 360 kw-h

La recette pour l'énergie vendue pendant 1915 s'élevait à 1 100 000 fr dont 770 000 provenant des chemins de fer de l'État et 430 000 de ceux de la Compagnie minière Luossavaora et Kirunaovara.

J. V.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Les électro-aimants de levage [1].

Généralités. — Les électro-aimants de levage servent principalement à la manutention des lingots, des fers en barres, des traverses, des tuyaux, des tôles, etc., ainsi qu'à celle des objets en copeaux ou en petits morceaux, tels que les tournures, grenailles, gueuses, paquets de tôles, chutes de fer, etc. Les électro-aimants de levage sont particulièrement appropriés pour la manutention des pièces à haute température : pièces de moulage, fonte brute, lingots à laminer, creusets, couvercles de fours à fusion, etc., dont la température atteint encore 500° C. Une autre application des électro-aimants consiste dans la manutention des pièces de fer immergées dans l'eau. Pour ces deux dernières applications, les électro-aimants ont naturellement des constitutions spéciales qui diffèrent complètement de celles des électro-aimants de levage ordinaires.

Nous ne nous occuperons dans cet article que des électros ordinaires. La construction des électros de levage peut être extrêmement différente, suivant les manutentions auxquelles ils sont destinés. En général, ils sont ronds ou carrés avec des surfaces polaires unies, lorsque la matière à manutentionner offre une surface de prise suffisante. Les aimants épousent en général la forme d'une cloche fermée, ce qui permet de loger facilement les bobines et d'usiner l'ensemble avec plus de commodité. Si on a, par contre, à manutentionner des pièces de formes irrégulières, on utilise des pôles mobiles. Lorsqu'on a affaire à des pièces longues, offrant une petite surface de prise, tels que traverses, rails, poutres en fer, fers profilés, etc., on emploie deux ou plusieurs électros suspendus à une traverse commune.

Les bâtis des électro-aimants de levage doivent être constitués par de l'acier fondu de très bonne qualité magnétique. Ils peuvent être construits pour des tensions comprises entre 110 et 750 v courant continu et pour des forces portantes de 1 000 à 25 000 kg. Les bobines logées dans le bâti en acier sont à calculer de manière qu'elles puissent supporter le courant total maximum pendant plusieurs heures sans échauffement dangereux. Le bobinage total est en général constitué par un ensemble de plusieurs bobines séparées dont le nombre est déterminé d'après la tension de service. Les extrémités de chacune de ces bobines sont réunies à une planchette à bornes, de telle sorte qu'on puisse faire varier le nombre total, suivant les circonstances, sans avoir à démonter l'aimant. La liaison avec la canalisation d'amenée est assurée par une prise de courant reliée à la planchette à bornes. L'ensemble de cette dernière et de la prise de courant est placé dans un logement étanche ménagé dans le corps de l'aimant Toutes les prises de courant sont noyées dans une matière isolante fondue étanche. Pour obtenir une plus grande surface portante, on peut enchâsser les extrémités polaires dans des anneaux en fer forgé. L'électro-aimant est supporté par des chaînes fixées à trois ou plusieurs anneaux portés par son bâti ; les chaînes se réunissent sur un fort anneau commun fixé à l'extrémité de la chaîne de levage. L'amenée du courant aux électro-aimants de levage présente naturellement des dispositions spéciales. On utilise généralement des câbles qui s'enroulent et se déroulent automatiquement sur des tambours. L'ensemble est disposé de la façon suivante : un arbre porte d'un côté le tambour composé d'un corps en fonte avec des joues latérales rapportées en fer forgé ; le câble s'enroule en spirale sur ce tambour. A l'autre extrémité de l'arbre se trouve une petite poulie sur laquelle s'enroule de la même manière un câble d'acier auquel est suspendu un contrepoids. Le socle porte quatre oreilles qui permettent de fixer l'ensemble sur un mur vertical. Du côté du tambour, le socle et le porte-palier se terminent en forme de boîte qui couvre les bagues et les balais. Toutes les parties sous courant sont soigneusement protégées contre tout contact accidentel et enfermées dans des compartiments étanches. Des poulies-guides mobiles assurent un déroulement régulier du câble et l'empêchent de frotter contre les joues latérales du tambour.

La commande des électro-aimants de levage se fait en général au moyen de contrôleurs spéciaux, semblables à celui dont le schéma est donné dans la figure 1. On met d'abord progressivement sous tension à l'aide d'une résistance de démarrage. La mise en circuit ne commence qu'à partir de la position 5. Au point 5, la bobine est encore en court-circuit, il n'y a aucun effet d'attraction. A la position 6 l'électro-aimant est excité le plus faiblement possible, puis la résistance de mise en circuit est peu à peu éliminée jusqu'à ce que le courant d'excitation atteigne sa valeur maximum. La mise hors circuit s'opère par la manœuvre inverse du contrôleur. En allant au delà de la position O, on inverse le sens du courant, le courant démagnétisant atteint alors une valeur qui dépend de la résistance de la bobine et de la résistance de mise en circuit. Un ressort de rappel ramène la manette lorsqu'on l'abandonne automatiquement de la position E à la position O.

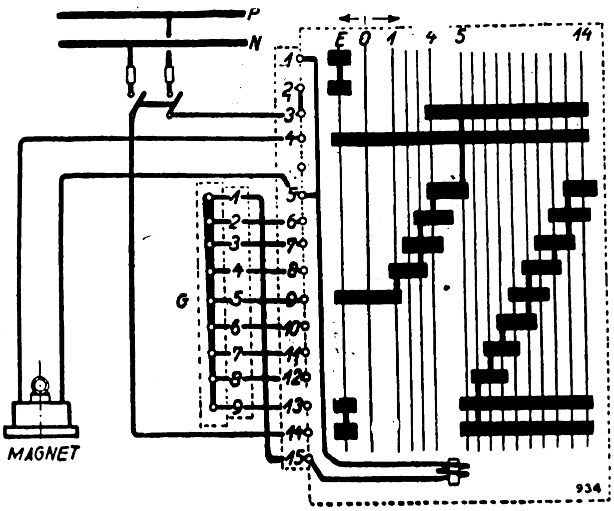


Fig. 1. — Schéma d'un contrôleur pour électro-aimant de levage.

Electro-aimants de levage normaux. — a) *Electro-aimants ronds.* — La figure 2 représente un appareil de ce type. L'enveloppe est unie, sans ailettes de ventilation Il est construit en forme de cloche. L'anneau magnétique extérieur et le noyau magnétique intérieur sont de polarités différentes. Entre les deux se trouve comprise la bobine d'excitation, dans un logement protégé. Pour augmenter la

[1] E.-Fr. Russ. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 5 et 12 avril 1917, t. xxxviii, p. 191 et 205, 6000 mots, 12 fig., 4 tab.

Digitized by Google

surface de prise, les extrémités polaires sont munies d'épanouissements qui, toutefois, ne doivent pas se toucher, pour éviter un court-circuit magnétique. On intercale entre les entrefers qui les séparent des cales en bronze pour éviter tout dépôt de poussières métalliques entre les épanouissements polaires. Cette forme ronde est utilisée principalement pour les lingots, les tôles, les grenailles, les gueuses, les tournures. L'usine Eisenach construit ce type pour des diamètres variant de 500 à 1 800 mm, la force portante, rapportée à la manutention des lingots, variant de 2 500 à 25 000 kg. Le tableau I indique les données de construction des différents types construits par l'usine Eisenach.

Tableau I. — *Puissances des électro-aimants de levage de la Société Eisenach.*

DIMENSIONS EXTÉRIEURES							
Diamètre D (mm)	500	750	900	1 100	1 300	1 500	1 800
Hauteur H (mm)	235	250	290	300	325	350	350
Force portante :							
Lingots (kg)	2 500	7 000	9 000	11 000	14 000	20 000	25 000
Gueuses (kg)	200 à 300	300 à 350	450 à 600	600 à 700	800 à 1 000	1 200 à 1 500	1 500 à 2 000
Riblons (kg)	100 à 200	200 à 300	300 à 400	400 à 500	550 à 700	750 à 1 000	1 000 à 1 500
Tournures de fer forgé (kg)	35 à 70	65 à 125	100 à 175	165 à 275	200 à 350	300 à 350	500 à 800
Tôles épaisseur 5 mm (kg)	600	900	1 100	1 500	2 000	3 000	4 000
Id. 10 mm (kg)	900	1 400	1 700	2 100	2 800	4 200	5 500
Id. 25 mm (kg)	1 500	3 200	4 000	5 000	6 000	7 500	8 700
Poids propre (kg)	250	500	900	1 250	1 650	2 600	3 200
Puissance utilisée (kw)	0,7	1,4	2,5	3,5	4,5	5,5	8

La force portante d'un électro-aimant peut être considérablement augmentée en forçant l'excitation; il y a toutefois une limite donnée par l'échauffement des enroulements. L'usine Eisenach a pris un brevet d'après lequel on peut

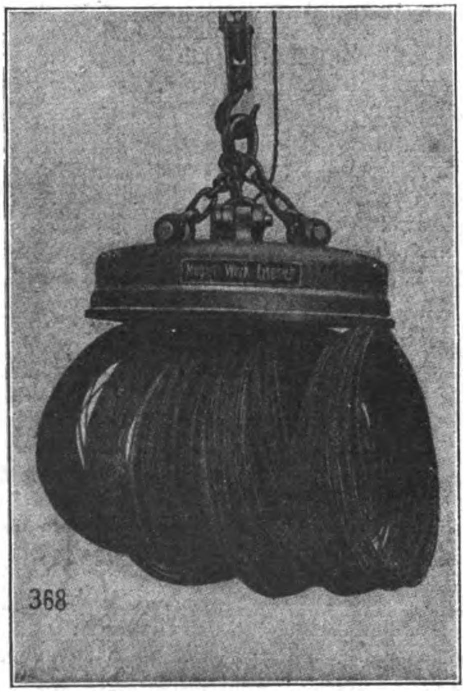


Fig. 2. — Electro-aimant rond à enveloppe lisse.

refroidir l'électro-aimant par un ventilateur électrique. Le courant d'air est réparti dans une série de canaux disposés autour de l'enroulement. La vitesse du ventilateur est réglée par le contrôleur, de manière qu'elle augmente en même temps que le courant; ce qui permet d'obtenir une plus grande force portante pour un électro-aimant donné. Grâce à ce dispositif, on peut, à forces portantes égales, diminuer le poids propre des électro-aimants de levage.

La Société Lauchhammer construit principalement deux types d'électro-aimants de levage; les uns sont du type rond, les autres du type en fer à cheval.

Le principal avantage des grues magnétiques consiste dans la manutention facile et avantageuse des limailles de fer et des tournures. Dans ces deux cas, la hauteur des tas peut atteindre 7 m, alors qu'avec la manutention ordinaire à la main, cette hauteur ne peut pas dépasser 3 m. On les utilise beaucoup aussi pour rassembler les petites chutes de fer, qui restent sur place après le nettoyage d'un dépôt-magasin. En moyenne, un électro-aimant de levage peut épargner 7 à 10 manœuvres dans les manutentions nécessaires dans les usines métallurgiques du fer.

Le tableau II donne les constantes des types courants d'électro-aimants construits par la Société Lauchhammer.

Tableau II. — *Puissances des électro-aimants de levage de la Société Lauchhammer.*

DIMENSIONS EXTÉRIEURES					
Diamètre D (mm)	650	750	975	1 295	1 510
Hauteur H (mm)	204	230	265	352	260
Force portante :					
Tournures de fonte (kg)	100	200	250	500	700
Tournures de fer forgé (kg)	75	100	200	350	450
Gueuses (kg)	200	280	400	700	1 000
Chutes d'acier (kg)	350	500	800	1 200	1 500
Riblons (kg)	150	200	400	650	750
Fer fondu (kg)	80	120	200	350	450
Lingots massifs (kg)	2 000	4 000	6 000	20 000	20 000
Poids propre (kg)	250	400	750	1 700	1 800
Puissance utilisée (kw)	1,2	1,5	3,5	6,5	6,5

Digitized by Google

Au lieu de cuivre, cette dernière Société emploie l'aluminium pour la construction des bobines. Ces bobines sont isolées au mica, séchées dans un appareil à vide, imprégnées, placées dans le bâti, puis noyées dans une masse isolante. Avec cette construction spéciale, un électro-aimant des types 2 ou 3 du tableau II pèse 600 kg de moins que lors de l'emploi des bobines en cuivre.

b) *Electro-aimants rectangulaires.* — Cette disposition permet de construire des électros de toutes dimensions. Pour le bâti, on utilise de l'acier fondu ou des fers profilés. Les noyaux et les bobines peuvent être disposés en nombre quelconque à l'intérieur du bâti. La suspension est faite au moyen de quatre anneaux.

Le tableau III donne les détails de construction des différents types d'électro-aimants rectangulaires établis par la Société Eisenach.

TABLEAU III. — *Électro-aimants rectangulaires de la Société Eisenach.*

Longueur (mm)	500	750	1 000	1 000	1 200	1 500	1 500	2 000
Largeur (mm)	200	250	250	300	300	300	400	300
Hauteur (mm)	200	200	200	250	250	300	300	300
Poids (kg)	120	215	300	450	560	825	1 000	1 100
Consommation (kw)	0,3	0,6	0,7	1,0	1,2	1,9	2,4	2,5
Force portante pour lingots (kg)	1 200	2 500	3 500	5 000	6 500	8 000	10 000	12 000

c) *Electro-aimants en fer à cheval.* — Ces électros sont utilisés pour la manutention des lingots, des tôles, des tiges de fer et des rails. Généralement, pour les pièces laminées, on emploie deux électros fixés à une traverse et fonctionnant simultanément. La construction d'un électro-aimant en fer à cheval est telle que les lignes de forces parallèles traversent entre les deux pôles, suivant le grand axe, la matière à soulever; toutes les tiges sont saturées également sur une longueur de 700 mm à 1 m. Le tableau IV donne les conditions de fonctionnement de deux types d'électro-aimants en fer à cheval de la Société Lauchhammer.

TABLEAU IV. — *Électro-aimants en fer à cheval de la Société Lauchhammer.*

DIMENSIONS		
Longueur d'un épanouissement polaire mm	800	1 000
Ecartement des deux pôles mm	610	850
Force portante d'un aimant :		
Lingots, 400 mm² (kg)	2 500	3 500
Rondins, 80/100 mm² (kg)	1 000	2 000
Rails (kg)	2 500	3 800
Fer en barres (kg)	1 800	2 500
Force portante de deux aimants sur traverse commune.		
Rails (kg)	5 500	8 000
Poutrelles (kg)	6 000	9 000
Fer en barres (kg)	4 000	6 000
Tôles longues (kg)	3 000	3 000
Poids propre (kg)	900	1 400
Consommation (kw)	2,8	4,5

On utilise quelquefois pour ce type une méthode de refroidissement par circulation d'un liquide isolant dans les logements des bobines.

ÉLECTRO-AIMANTS DE LEVAGE SPÉCIAUX. — On construit dans beaucoup de cas des types spéciaux d'électro-aimants de levage pour des applications particulières. Par exemple, pour les installations de guillotines avec mouton. Le mouton est placé dans une situation telle que le centre de gravité se trouve exactement dans le milieu de l'aimant au-dessous du crochet de la grue. On peut ainsi atteindre le but avec précision. Lorsque les matières sont cassées par le mouton, le même électro-aimant peut servir à les rassembler et à les charger. Ce système supprime tout danger, aucune main-d'œuvre n'est nécessaire pour l'assujettissement du mouton.

Cet appareil trouve surtout son application dans les grues à guillotine pour hauts fourneaux, qui servent à briser la fonte dans les rigoles de coulée et à les transporter rapidement sur les wagons. On construit aussi des électro-aimants spéciaux pour halles de coulée. Les gueuses encore chaudes sont attirées par une série d'électro-aimants placés sur une traverse fixe d'une grue portique. Les électro-aimants attirent hors de la rigole de coulée des gueuses de 10 à 15 m de long qui vont au concassage. Les électro-aimants, dans ce cas, doivent supporter de hautes températures et sont construits dans ce but.

Une autre application, déjà signalée plus haut, consiste en la manutention sous l'eau des pièces de fer.

a) *Electro-aimants à anneau polaire divisé.* — La figure 3

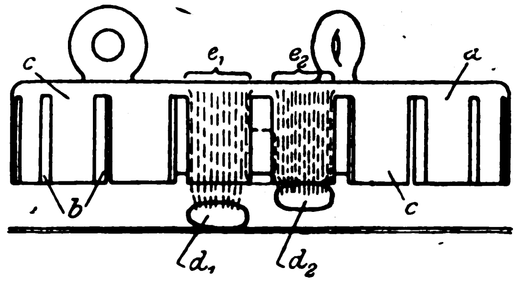


Fig. 3. — Electro-aimant de levage rond avec anneau polaire divisé.

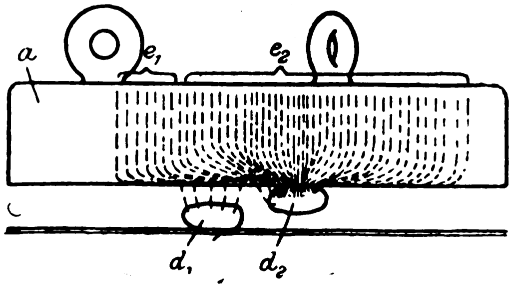


Fig. 4. — Electro-aimant rond de forme ordinaire.

représente schématiquement un électro-aimant de ce type. Ils sont utilisés pour la manutention des boulons, clous, vis, écrous, etc... La comparaison entre les effets de ce type d'appareil et ceux de l'appareil normal rond est clairement indiquée par les fig. 3 et 4. Le faisceau de lignes de forces de l'aimant se divise en faisceaux partiels e_1 et e_2. Dans la fig. 4, presque toutes les lignes de forces sont attirées

Digitized by Google

vers le corps d_2, celles qui agissent par contre sur le corps d_1 ne représentent qu'une faible fraction e_1 du faisceau total; dans la fig 3, ce phénomène ne peut pas se produire par suite de la division de l'anneau a On sait que la force attractive d'un aimant croît comme le carré de la densité des lignes de forces; il en résulte que le corps d_1 sera plus fortement attiré par l'électro de la fig. 3 que par celui de la fig. 4.

b) *Electro-aimants avec tiges polaires mobiles.* — La figure 5 représente un électro de ce type. Il se compose

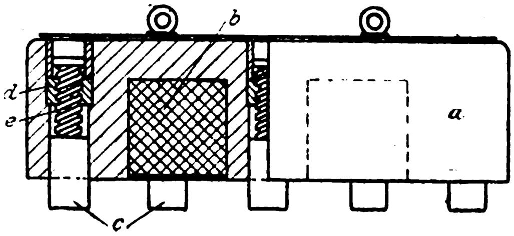


Fig. 5. — Electro-aimant à tiges polaires mobiles.

d'un corps magnétique a, d'une bobine d'excitation b et de quelques tiges polaires c. Ces tiges sont montées à l'extrémité d'une vis à pas allongé, guidée par un filet taraudé dans le corps du pôle. L'ensemble est tel que les tiges polaires c viennent s'appuyer sur la surface irrégulière de la charge à lever. Lorsque l'électro est excité, les tiges polaires sont pressées fortement contre le bâti de l'aimant, ce qui maintient les tiges polaires en place.

c) *Electro-aimants de levage pour pièces longues.* — Pour empêcher le glissement des pièces longues lors du transport par électro-aimants, on utilise plusieurs de ceux-ci, suspendus à une traverse intermédiaire, reliée elle-même au pont roulant. Cette disposition a l'inconvénient de diminuer assez considérablement la cause de levage. Pour y remédier, on utilise la traverse intermédiaire comme noyau pour les pôles magnétiques, cette traverse est alors mobile.

d) *Electro-aimants pour cylindres en fer de grand diamètre.* — La manutention de ces pièces exige, avec des électro-aimants normaux, une puissance très élevée par rapport à leur effet utile, à cause de la faible surface portante, de plus, il peut se produire de fortes torsions; pour remédier à cela, on utilise un appareil de suspension en forme d'étoile, sur lequel sont fixés les électro-aimants. Si on doit soulever des cylindres de diamètres très différents, on peut rendre les électro-aimants mobiles sur les branches de l'étoile.

e) *Electro-aimants pour moutons.* — La disposition est représentée par la fig. 6, a est un électro-aimant normal avec des pôles fixes b, c est la bobine d'excitation. Dans l'axe de l'électro-aimant sur le bord externe est fixée une chape mobile d. La disposition est telle que cet électro peut servir pour différents diamètres. Pour maintenir la chape en place au moment de la chute, on utilise des chaînes f.

f) *Electro-aimants avec ventilateur.* — La figure 7 représente un appareil de ce type. Pour remédier à la rareté actuelle du cuivre et de l'aluminium, on a cherché à réaliser des bobines avec des métaux moins bons conducteurs. Comme même avec des bobines en cuivre, on atteint facilement des températures de 80 et 100°, il n'est pas possible, avec les autres métaux, d'avoir la saturation suffisante pour obtenir la force attractive demandée sans risques pour les bobines, c'est ce qui a conduit à un refroidissement artificiel par ventilateur. On avait d'abord essayé des systèmes de refroidissement par ailettes de ventilation et par circulation d'huile, mais ces moyens ne se sont pas montrés assez efficaces. Le bâti en acier fondu a est concentrique au pôle central et garni d'ouvertures b, au travers desquelles un ventilateur à ailettes c, fixé sur le prolongement d'un moteur électrique vertical, produit un courant d air. Le bobinage est divisé en galettes concentriques e_1 et e_2. L'air insufflé s'échappe par des ouvertures latérales disposées sur le pourtour extérieur du bâti en acier coulé. Cette construc-

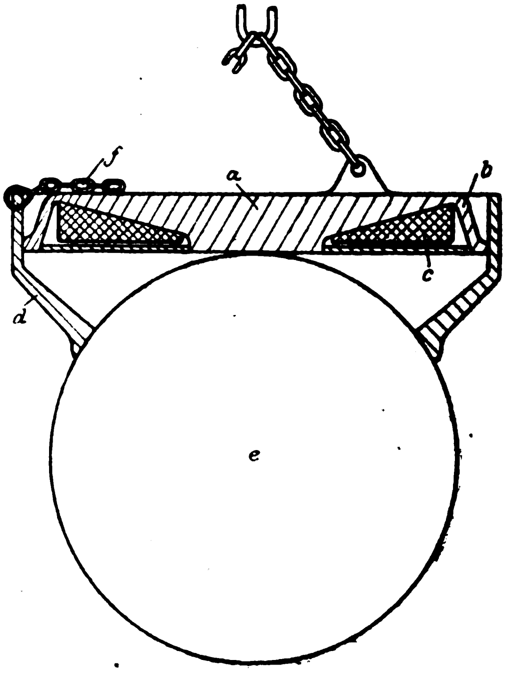


Fig. 6. — Electro-aimant pour mouton.

tion permet d'utiliser pour les bobinages des fils de zinc au lieu de fils de cuivre. Un électro-aimant d'essai de 1 500 mm de diamètre, a donné pour une marche continue à une puissance de 17 kw une élévation de température de 55° C. Pour comparer, on a constaté qu'un électro-aimant de mêmes dimensions avec un bobinage de cuivre a donné, pour une puissance de 6 kw pendant deux heures, une élévation de température de 80 à 100° C.

Pour éviter de laisser longtemps l'électro-aimant en

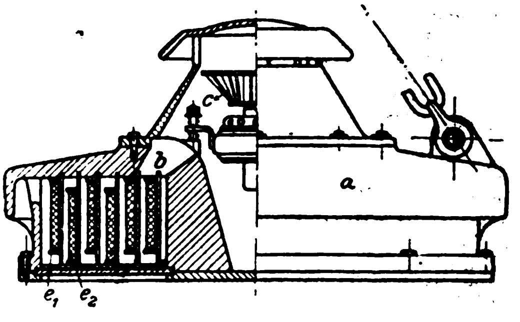


Fig. 7. — Electro-aimant avec ventilateur intérieur.

charge, lors de la manutention des tôles et plaques de blindage, on utilise un électro-aimant rotatif. Après avoir enlevé la pièce, un moteur auxiliaire permet de faire tourner l'ensemble de l'électro-aimant et de sa charge d'un peu plus de 90°, jusqu'à ce que cette dernière vienne reposer sur un ensemble de supports faisant corps avec l'aimant. É. P.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société anonyme Westinghouse.

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES ORDINAIRE ET EXTRAORDINAIRE DU 4 AOUT 1917.

L'activité industrielle de la Société a été en plus grande partie absorbée pendant l'exercice par des affaires intéressant la Défense nationale, tant en fourniture de matériel de guerre proprement dit qu'en fabrication de matériel électrique et mécanique.

Les produits de l'exercice ont été de 3 401 913 fr, en augmentation de 1 316 183 fr sur ceux de l'exercice précédent.

Le débit du compte Profits et pertes supporte, en outre, des droits de timbre et intérêts des obligations, une dépréciation sur créances de 30 000 fr provenant de la réorganisation financière de la Societa Italiana Westinghouse; de plus, des amortissements ont été faits pour 595 398 fr sur le compte Bâtiments, matériel et outillage et pour 250 000 fr sur le compte Brevets, droits et privilèges.

Le solde de 1 915 993 fr constitue le bénéfice net de l'exercice auquel s'ajoute le report de l'exercice précédent de 615 348 fr. Conformément aux statuts, les actions privilégiées ont droit avant toute distribution aux actions ordinaires à un premier dividende de 5 pour 100 pour chacun des exercices postérieurs au 31 décembre 1908. Les résultats précédents ont permis d'attribuer un dividende de 15 fr aux actions privilégiées de la première série 1905 et 12,93 fr à celles de la deuxième émission 1909. Le droit de rappel de ces actions privilégiées est ainsi réduit au 1er janvier 1915 à 25 fr par action.

Le solde de 1 039 042 fr, sur lequel il reste à prélever la contribution sur les bénéfices de guerre, a été reporté à nouveau.

L'assemblée générale extraordinaire qui a suivi a autorisé le Conseil à mettre en distribution un acompte sur dividende à toute époque, soit avant, soit après la clôture de l'exercice, lorsqu'il estime que les bénéfices réalisés et les disponibilités le permettent.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Espèces en caisse et banques	1 335 837,05
Effets à recevoir et bons du Trésor	2 695 590,85
Débiteurs divers	14 525 188,34
Matériel en consignation	142 004,80
Portefeuille. Titres	2 846 124,57
Le Havre :	
Terrains et bâtiments	2 371 790,72
Outillage, matériel et modèles	1 523 367,51
Mobilier	1 »
Magasins et travaux en cours	8 365 951,15
Marchandises en cours de route	1 250 104,03
Paris et agences :	
Mobilier et agencement	1 «
Magasin	1 097 126,02
Brevets, droits et privilèges	500 000 »
	36 653 087,04

Passif.

	fr
Capital :	
Actions ordinaires	4 000 000 »
Actions privilégiées	10 000 000 »
Obligations 5 pour 100	6 603 000 »
Créditeurs divers	7 555 281,92
Provision pour coupons	144 715,75
Avances des clients	4 696 487,07
Réserve légale	27 411,20
Réserves diverses	1 094 848,67
Profits et pertes :	
Bénéfices de l'exercice 1916	1 915 993,91
Report de l'exercice précédent	615 348,52
	36 653 087,04

Société Pyrénéenne d'Energie électrique.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 30 JUIN 1917.

Le développement des affaires de la Société Pyrénéenne s'est accusé d'une façon exceptionnelle en 1916 puisque les recettes d'exploitation, se montant à 5 503 003 fr, sont en augmentation de 3 296 803 fr sur celles du précédent exercice, et que le bénéfice de l'exercice, s'élevant à 617 511 fr, dépasse de 446 311 fr celui de 1915.

Aussi l'assemblée a-t-elle décidé, après avoir consacré à l'amortissement des frais de premier établissement une somme de 300 000 fr, de répartir entre les actions un dividende de 3 1/2 pour 100.

Les travaux importants exécutés pendant l'exercice ont eu pour but principal d'accroître les ressources hydrauliques de la Société et de diminuer l'importance de ses achats de courant thermique. C'est ainsi que le poste de transformation de Naves a été relié à l'usine de la Société des Forces motrices de l'Agout pour utiliser un groupe de 3000 ch; qu'un nouveau poste à 55 000 v permettra de recevoir les excédents d'énergie de la Société Electrochimique de Mercus ; enfin, le poste où se fait la jonction avec la Société Méridionale de Transport de force, a été agrandi. Ces installations correspondent à une augmentation de puissance de 4500 kw et de production de de 30 000 000 kw-h. La Société disposera ainsi de 25 000 kw pouvant produire annuellement 100 millions de kw-h.

Electricité de Reims.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 6 AOUT 1917.

Pendant ce troisième exercice social les installations de la Société dans la ville de Reims, et en particulier la station centrale en construction du Pont-de-Saint-Brice, n'ont pas eu à souffrir d'une façon importante des bombardements. Une partie des lignes du réseau de distribution qui forme le programme de la Société a même été mise en construction à la demande de l'autorité militaire. L'usine à gaz de Fismes a fonctionné sans interruption malgré la difficulté d'approvisionnement d'essence.

Digitized by Google

Le solde du compte Profits et pertes s'élevait à 73 891 fr dont 43 135 fr afférents aux profits reportés à nouveau au 31 décembre 1915 et 30 756 fr représentant le produit des placements de fonds pour l'exercice 1916, déduction faite de la perte d'exploitation de 1 966 fr de l'usine de Fismes.

Sur le montant de ce compte, il a été prélevé 72 788 fr qui ont été employés à concurrence de 11 970 fr à l'amortissement des frais de constitution qui ont été ramenés au bilan à 1 fr et à concurrence de 60 818 fr à l'amortissement des frais généraux jusqu'au 1er août 1914.

Le solde créditeur du compte Profits et pertes a été ramené ainsi à 1 102 fr qui ont été reportés à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1916.

(Après amortissements.)

Actif.

	fr
Frais de constitution de la Société	1 »
Dépenses de premier établissement :	
Station de Saint-Brice à Reims	1 117 436,20
Usine à gaz de Fismes	41 424,36
Caisse	3 953,60
En dépôt chez les banquiers	86 113,93
Bons de la Défense nationale	525 000 »
Débiteurs divers :	
A Reims	18 222,89
A Fismes	3 460,95
Cautionnements	21 065,11
Impôts recouvrables	17 655,35
Approvisionnements :	
Epernay	28 935 »
Fismes	9 839,50
Frais de guerre :	
Reims	33 373,60
Fismes	730,40
Solde des frais généraux :	
Jusqu'au 1er août 1914	91 370,52
Du 1er août 1914 au 31 décembre 1916	102 941,84
	2 101 824,23

Passif.

	fr
Capital actions	2 000 000 »
Créditeurs divers :	
A Reims	90 105,22
A Fismes	4 404,42
Intérêts reçus d'avance afférents à l'année 1917	6 211,60
Profits et pertes :	
Solde créditeur au 31 décembre 1916	1 102,99
	2 101 824,23

Compagnie Electrique de la Loire et du Centre.

Assemblée générale extraordinaire du 17 aout 1917.

L'assemblée générale extraordinaire du 17 août a décidé l'augmentation du capital social, actuellement de 25 millions de francs et pouvant être porté à 30 millions de francs suivant décision de l'assemblée générale du 21 mars 1916, jusqu'à 40 millions de francs par la création d'actions d'un montant nominal de 250 fr suivant décision du Conseil d'administration; elle a autorisé, en outre, l'émission d'obligations pour un montant maximum de 15 millions de francs.

Ces nouvelles ressources permettront à la Société de réaliser le programme de développement rendu nécessaire par les besoins toujours croissants des industries de la région du centre de la France. Le développement de la clientèle a été très rapide puisque la puissance desservie a augmenté de 80 pour 100 en quatre ans et que la production en kilowatt-heures de l'exercice 1916-1917 dépasse d'environ 40 millions ou 34 pour 100 celle de l'exercice précédent.

Il devient donc nécessaire d'augmenter la capacité de production en créant de nouvelles usines hydro-électriques et en les dotant de réserves thermiques suffisantes.

La Société Energie Electrique de la Basse-Isère, avec laquelle la Compagnie Electrique de la Loire et du Centre, a des liens financiers étroits, procède à la construction d'une usine de 30 000 ch et sera l'un de ses fournisseurs de courant; la Compagnie de la Loire et du Centre complétera son programme d'usines par la construction de lignes de transport d'énergie et de postes de transformation.

Compagnie des Chemins de fer du Sud-Ouest.

Assemblée générale ordinaire du 22 aout 1917.

Au cours de l'exercice, la Compagnie a mis en service la section urbaine de la ligne de Toulouse à Villemur, terminant ainsi tous les travaux prévus par sa concession.

Les recettes d'exploitation se sont élevées à 1 386 003 fr correspondant à une recette kilométrique de 3 426 fr, tandis que celle-ci avait été, en 1912, de 3 452 fr et 3 461 fr.

Le compte Profits et pertes, après apurement des charges financières et diverses (307 500 fr) et prélèvement de la part des recettes appartenant au département (113 526 fr), présente un solde de 282 004 fr sur lequel 52 806 fr ont été attribués au fonds de renouvellement et 28 500 fr à la Provision spéciale; un dividende de 4 pour 100 a été réparti entre les actions et sur le solde disponible 38 500 fr ont été affectés à l'amortissement du capital. Il a été reporté à nouveau 2 333 fr.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Premier établissement	23 630 027,99
Caisse des dépôts et consignations	155 469,31
Caisses et banques	570 512,43
Approvisionnements	127 577,88
Annuités départementales	301 607,89
Débiteurs divers	97 729,52
Comptes débiteurs	31 981,51
Comptes d'attente	111 843,91
	25 026 750,44

Passif.

	fr
Capital actions	3 746 500 »
Actions amorties	253 500 »
Obligations	5 051 978 »
Obligations amorties	833 833 »
Subventions travaux établissement	13 465 544,01
Subventions travaux complémentaires	50 804,56
Fonds de réserve	438 519,11
Service des titres	339 794,20
Créditeurs divers	421 023,46
Comptes créditeurs	112 712 »
Bénéfices à récupérer	111 843,91
Profits et pertes	200 698,19
	25 026 750,44

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 18. — 3 NOVEMBRE 1917.

Chronique. — Nécrologie : Le commandant Tissot (1868-1917), p. 681 et 682.

Section scientifique et technique. — Sur le calcul d'un transformateur téléphonique, par J.-B. POMEY, p. 683. — Sur les pertes supplémentaires dans le cuivre des machines à courant alternatif, p. 687. — Revues, analyses et informations : Production de courants polyphasés à l'aide d'un courant monophasé, p. 698 ; L'absorption lumineuse dans les appareils d'éclairage. Nécessité de nettoyages fréquents. Détermination graphique de la fréquence des nettoyages, p. 699.

Section industrielle. — La houille blanche et l'agriculture, par H. CAHEN, p. 701. — Revues, analyses et informations : Perfectionnement des sous-stations aériennes, p. 715 ; Régulateurs pour turbine hydraulique, p. 716. — Notes pratiques : Méthode perfectionnée de contrôle du temps, p. 718.

Section économique et financière. — Assemblées générales : L'Énergie Industrielle, p. 719 ; Énergie électrique du Sud-Ouest, p. 719 ; Constructions électriques de Nancy, p. 719 ; Compagnie des Forges et Aciéries Paul Girod, p. 719 ; Appareillage électrique Grivolas, p. 719 ; Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et du Matériel d'Usines à Gaz, p. 720 ; Énergie électrique du Littoral méditerranéen, p. 720.

Nécrologie : le commandant Tissot (1868-1917). — C'est avec tristesse que tous les électriciens qui s'intéressent à la T. S. F. ont appris la mort prématurée du commandant Tissot, survenue à Arcachon le 1er octobre, car il avait été un des pionniers de la T. S. F. depuis les débuts de celle-ci (1898) et plusieurs de ses travaux ont une valeur que le temps ne réduira pas.

Le commandant Camille Tissot naquit à Brest, le 15 octobre 1868, d'une famille de marins, fit ses études au lycée de Brest et, comme nombre de jeunes gens élevés dans nos ports de guerre, subissant l'influence du milieu, se destina de bonne heure à la carrière maritime. Entré à l'École navale en 1884, il fit ses débuts dans la marine militaire en faisant une campagne dans le Pacifique. Promu enseigne de vaisseau en 1889 et embarqué sur des bâtiments d'escadre, il mit à profit son séjour sur les côtes de France pour prendre les grades universitaires de licencié ès sciences mathématiques et de licencié ès sciences physiques. Ses goûts, désormais nettement arrêtés, l'entraînaient plutôt vers une carrière scientifique que vers une carrière militaire. Aussi, une vacance s'étant produite dans l'une des chaires de physique de l'École navale, se mit-il sur les rangs. Agréé d'abord comme chargé de cours, puis titularisé à son passage au grade de lieutenant de vaisseau, le commandant Tissot a occupé l'une des chaires de l'École navale jusqu'à sa promotion au grade de capitaine de frégate.

C'est en cette qualité d'officier professeur à l'École navale qu'il s'est particulièrement consacré à l'étude de la T. S. F. et à ses applications dans le domaine maritime,

LE COMMANDANT TISSOT

principalement en ce qui concerne la marine de guerre. A côté de ces études techniques, il s'est consacré aussi

Digitized by Google

à des recherches spéculatives importantes sur les mêmes sujets.

Distingué par l'ensemble de ces travaux, le commandant Tissot fut appelé à faire, concurremment avec le colonel Ferrié, des conférences de T. S. F. à l'École supérieure d'Électricité. Ces conférences devaient prendre ultérieurement une grande extension. L'ouverture d'une section d'école de T. S. F. à l'École d'électricité amenait, en effet, à la création de véritables cours magistraux dont l'un, de T. S. F. théorique, fut confié au commandant Tissot. Dès l'année 1905, le commandant avait résumé la majeure partie de ses travaux théoriques dans un mémoire sur « la résonance des systèmes d'antennes » qui, présenté comme thèse à la Faculté des Sciences de Paris, valait à son auteur le grade de docteur ès sciences.

Mais la T. S. F. n'absorbait pas tous ses loisirs. Il s'occupait aussi de questions de compas, en particulier de compas sous cuirasse et d'applications d'optique à la marine de guerre. C'est à lui notamment que l'on doit le système de signaux spéciaux en service dans notre marine de guerre.

Les derniers services scientifiques étaient reconnus par une inscription au tableau pour le grade de capitaine de frégate, mesure tout à fait exceptionnelle à l'égard d'un officier qui, consacré au professorat, ne suivait pas la filière régulière. Appelé à continuer ses services à Paris et attaché au Laboratoire central d'Artillerie navale, le commandant Tissot se consacrait désormais plus spécialement — en dehors de ses travaux théoriques — à l'étude des questions de tir optique.

Là encore, il marquait son passage par l'introduction de certains perfectionnements apportés aux méthodes courantes. C'est ainsi qu'au moment même où éclatait la guerre, il mettait à point un dispositif optique destiné à l'exercice des pointeurs.

Il fut chargé, dès le début de la guerre, de nombreuses missions sur le littoral, missions dont il s'acquittait avec autant de dévouement patriotique que de compétence. Constamment exposé aux intempéries, il devait y contracter le germe de la maladie cruelle qui vient de l'emporter, après quelques mois d'une lutte subie avec un courage moral d'autant plus admirable qu'il ne se faisait, depuis plusieurs mois, aucune illusion sur son état.

Au moment où vient ainsi de mourir pour la France l'un de ses premiers et meilleurs techniciens de la T. S. F., il paraît opportun de préciser les progrès les plus essentiels que nous lui devons dans cette science appliquée; ils sont de premier ordre.

Il a su le premier tirer parti du bolomètre pour soumettre la T. S. F. à des recherches *quantitatives* et instituer un procédé de mesures permettant d'évaluer avec précision le courant dans l'antenne réceptrice.

Il a pu en déduire la loi des portées et le facteur numérique qui y figure.

Il a été également un des premiers à montrer la fécondité de la méthode de Victor Bjerknes pour la mesure des amortissements; il a mis en lumière l'application de la courbe de résonance de la T. S. F. et institué des procédés de mesure précis des périodes et des amortissements des antennes.

Les relations expérimentales qu'il a déduites de ses expériences ont été confirmées par toutes les lois qu'on a pu déduire ultérieurement de la théorie et par les données recueillies ensuite par d'autres expérimentateurs.

Parmi les résultats les plus intéressants qu'il a obtenus, on peut signaler aussi la relation importante entre la valeur de l'amortissement et la qualité de la prise de terre, et l'introduction de la notion de résistance du rayonnement des antennes, ainsi que la première détermination de cette résistance.

Toutes ces études sont caractérisées par la clarté et la conscience de la méthode.

Enfin, le commandant Tissot a été un des premiers et des plus ardents à préconiser l'introduction des signaux horaires internationaux pour faciliter la réception de ces signaux, il a dès l'origine recommandé et réalisé le type de récepteurs simplifiés, dits actuellement récepteurs apériodiques.

Sans compter les nombreux articles et communications que le commandant Tissot a consacrés à d'autres questions intéressantes de télégraphie sans fil, notamment à l'étude de différents types de détecteurs, à la construction de transformateurs à résonance, etc... on lui doit trois remarquables ouvrages d'ensemble : le mémoire de 1905 sur la résonance des antennes, un traité des oscillations électriques d'une exposition à la fois claire et pénétrante et montrant toute sa maîtrise du sujet dans sa grande complexité; enfin un manuel de T. S. F. théorique et pratique, dont la deuxième édition a paru il y a seulement quelques mois et a été mise par lui à jour des questions les plus récentes.

Ces publications et travaux, qui faisaient honneur à notre pays, ont une valeur durable et assurent notre reconnaissant souvenir au commandant Tissot, dont le nom doit être conservé dans la littérature technique; son mérite était reconnu non seulement par les spécialistes de la T. S. F. française qui l'avaient appelé en 1913 à faire partie du Comité de télégraphie sans fil scientifique, dont il était un des membres les plus compétents et écoutés, mais encore dans le monde international de la T. S. F.

Sa mort est une perte sensible pour notre pays et pour la science électrique.

Elle laisse de profonds regrets aux amis et collègues du commandant Tissot.

La Rédaction de la « R. G. E. » tient à s'associer au deuil de M^{me} Tissot, à qui nous offrons nos très respectueuses condoléances.

André Blondel,
Président du Comité français de T. S. F. scientifique.

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur le calcul d'un transformateur téléphonique

Exposé de la méthode de M. Pleijel.

Le calcul des constantes des appareils en vue de leur adaptation à des lignes données parcourues par des courants alternatifs a été traité par le Dr Breisig, ingénieur des télégraphes de Berlin, dans sa « Theoretische Telegraphie », p. 340; dans la prédétermination du transformateur téléphonique, il admet que l'enroulement primaire relié à la ligne d'abonné a été choisi d'une façon ou de l'autre, il le maintient invariable et il fait varier le nombre de tours du secondaire; dans le cas où la ligne est assez longue, si on appelle Z son impédance caractéristique et si G représente la quantité imaginaire

$$G = \mathfrak{L} + \frac{\omega^2 L^2}{\mathfrak{L} + Z}$$

où $\mathfrak{L}$ est l'impédance et L le coefficient de self-induction de l'enroulement primaire, M. Breisig donne comme rapport de transformation n le plus favorable celui qui est égal à mod. $\frac{G}{Z}$. La solution du même problème pratique donnée par M. H. Pleijel est plus élégante; M. H. Pleijel détermine à la fois les nombres de tours n_1 et n_2 du primaire et du secondaire; mais son mémoire, inséré dans « La Lumière électrique » du 27 août 1910, est succinct, concis, et le lecteur est laissé à ses propres moyens pour suppléer à l'absence des justifications et transformations mathématiques. L'auteur de l'article qu'on lira ci-après donne le détail des démonstrations que M. H. Pleijel a passé sous silence à dessein, sans doute, pour que ses conclusions ressortissent avec plus de netteté. En reproduisant cette étude de la prédétermination du transformateur téléphonique, l'auteur a voulu appeler l'attention des constructeurs sur des formules plus avantageuses que celles de M. Breisig et les inciter à faire connaître leurs propres règles de calcul. Mais surtout, ce qui serait intéressant, ce serait de comparer la théorie avec l'expérience; cette comparaison seule peut amener des progrès systématiques; il serait utile de savoir quelles sont les données qui sont prises pour base. Enfin, il serait désirable d'avoir des résultats numériques obtenus expérimentalement sur des lignes dont les constantes auraient été mesurées ou seraient bien définies. Ces conditions même d'essai mériteraient d'être standardisées.

Un travail très important a été publié sur ce sujet en 1910 par M. H. Pleijel, d'Upsal. Il convient que nous en rendions compte ici avec quelque détail. Le présent article est en quelque sorte une réédition de la publication du savant Suédois, mais c'est une réédition annotée.

Il s'agit de calculer la self-induction et le nombre de spires le plus favorable dans les enroulements d'un transformateur pour courants téléphoniques.

On sait qu'il suffit de faire le calcul pour une pulsation de 5000 environ.

Le diagramme représente la constitution du circuit envisagé.

Nous avons une ligne B′ C′ d'une certaine longueur, reliée à ses deux extrémités par les transformateurs T et T′ respectivement à deux circuits d'abonnés (fig. 1). Ces deux transformateurs et ces deux circuits d'abonnés sont supposés identiques, de sorte que la ligne est symétrique; mais dans le premier circuit d'abonné A B, il y a, en A, une force électromotrice E', tandis que, dans le circuit d'abonné C D, on néglige en D les forces électromotrices engendrées par le fonctionnement du récepteur.

Nous comptons les courants dans le sens des flèches; et nous appelons :

i le courant chez l'abonné A;

i_1 le courant primaire du transformateur T;

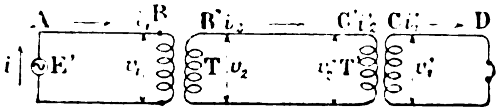


Fig. 1.

i_2 le courant secondaire de ce transformateur;

i'_2 le courant qui vient de la ligne et passe dans le secondaire du transformateur T′;

i'_1 le courant qui circule dans l'enroulement du transformateur T′ relié au circuit d'abonné C D.

C'est le courant i_1' dont il s'agira de rendre maximum la valeur absolue.

Nous appelons de même

v_1, v_2 les tensions aux bornes du transformateur T;

v_1', v_2' les tensions aux bornes de T′.

On sait, d'après le théorème de Thévenin, que

Digitized by Google

l'ensemble constitué par la force électromotrice E' et la ligne AB équivaut aux deux bornes T à une source de force électromotrice E et de résistance intérieure R_1, de sorte qu'on a

$$v_1 = E - R_1 i_1$$

Bien que ce théorème n'ait été démontré à l'origine que dans le cas des forces électromotrices constantes, il est clair que les lois des courants constants s'appliquant aux courants périodiques de pulsation déterminée, quand on emploie la notation imaginaire, la même propriété subsiste dans le cas où nous sommes placés.

E n'est autre chose que la différence de potentiel alternative que l'on observerait en B, si les deux extrémités de la ligne AB, au lieu d'être rattachées au transformateur, demeuraient isolées.

R_1 n'est autre chose que l'impédance que l'on attribuerait à la ligne d'abonné AB, si établissant à ses bornes, en B, une force électromotrice alternative v, on supprimait la force électromotrice E', sans changer la constitution du circuit.

Il est donc facile d'avoir E et R_1 en fonction des constantes du circuit d'abonné.

On sait, en effet, que si a est la constante de propagation, Z la caractéristique d'un circuit, de longueur l entre le point de départ, où l'intensité et le potentiel sont i_0, v_0 et le point d'arrivée, où l'intensité et le potentiel sont i_1, v_1, et si l'on pose

$$C = \text{ch}\, al \qquad S = \text{sh}\, al.$$

On a les relations

$$v_0 = v_1 C + Z i_1 S,$$

$$i_0 = i_1 C + \frac{v_1}{Z} S.$$

Si on suppose $v_1 = 0$, on mesurera au départ la résistance apparente

$$\frac{v_0}{i_0} = Z\frac{S}{C}.$$

Cela nous donnera R_1.

Si, au contraire, nous supposons $i_1 = 0$, et $v_0 = E'$, nous aurons la différence de potentiel v_1

$$v_1 = \frac{E'}{C},$$

cela nous donnera E.

Cherchons maintenant la relation qui existe entre i_2, v_2 et E.

Dans le circuit primaire, nous avons équilibre entre la force électromotrice E, la force de viscosité $-R_1 i_1$ correspondant à l'énergie dissipée sous forme de chaleur, les forces électromotrices d'induction représentant les forces d'inertie et la force de résistance ohmique de l'enroulement.

On peut admettre que la résistance $R = \rho \frac{l}{s}$ d'un enroulement est, pour un poids donné $p = ls\delta$ de cuivre, proportionnelle au carré de la longueur, soit $R = \frac{\rho\delta}{p} l^2$, c'est-à-dire pour un noyau donné, au carré du nombre de tours n, comme le coefficient de self-induction.

Appelons n_1 et n_2 les nombres de spires des deux enroulements primaire et secondaire, et soient

$$h_1 n^2_1 \qquad h_2 n^2_2 \qquad k n_1 n_2$$

les impédances de deux enroulements et leur impédance mutuelle. On aura alors

$$E - R_1 i_1 - h_1 n^2_1 i_1 - k n_1 n_2 i_2 = 0.$$

Dans le circuit secondaire, la différence de potentiel v_2 tendrait à faire circuler dans l'enroulement du transformateur un courant de sens contraire à i_2, de sorte que v_2 se présente comme une force élastique résistante; d'où

$$-v_2 - h_2 n^2_2 i_2 - k n_1 n_2 i_2 = 0.$$

L'élimination de i_1 entre ces deux équations donne

$$-E\frac{kn_1n_2}{R_1 + h_1n_1^2} = i_2\left(h_2n_2^2 - \frac{k^2n_1^2n_2^2}{R_1 + h_1n_1^2}\right) + v_2.$$

Appliquons les mêmes calculs au transformateur T'. On devra remplacer E par zéro; de plus, les courants i_1 et i_2 devront être remplacés par $-i'_1$ et $-i'_2$, en raison de la symétrie. On aura donc

$$i_1' = -\frac{kn_1n_2}{R_1 + h_1n_1^2}\, i_2'.$$

$$v'_2 = i'_2\left(h_2n_2^2 - \frac{k_2n_1^2n_2^2}{R_1 + h_1n_1^2}\right).$$

Simplifions les notations, en écrivant

$$S = \left(h_2n_2^2 - \frac{k^2n_1^2n_2^2}{R_1 + h_1n_1^2}\right),$$

$$p = -\frac{k_2n_1n_2}{R_1 + h_1n_1^2};$$

ici S a cessé de signifier sh al, c'est une impédance; les équations précédentes prennent les formes très simples

$$pE = i_2S + v_2,$$

$$v_2 = i_2'S,$$

$$i_1' = pi_2'.$$

Il nous reste maintenant à tenir compte des relations qui existent entre les intensités et les différences de potentiel aux deux extrémités de la ligne.

Digitized by Google

Soit a_2 sa constante de propagation, l_2 sa longueur, R_2 sa caractéristique. Posons pour abréger

$$C_2 = \text{ch.}\ a_2 l_2, \qquad S_2 = \text{sh.}\ a_2 l_2,$$

nous avons

$$v_2 = v_2' C_2 + R_2 i_2' . S_2,$$
$$i_2 = i_2' C_2 + \frac{v_2'}{R_2} . S_2.$$

On aura donc

$$pE = i_2 S + v_2 = v_2' \left(C_2 + \frac{S}{R_2} S \right) + i_2' (R_2 S_2 + S C_2).$$

Remplaçons v'_2 par $i'_2\, S$, il vient

$$pE = i_2' \left[S \left(C_2 + \frac{S}{R_2} S_2 \right) + R_2 S_2 + S C_2 \right].$$

Le coefficient de i'_2 est un trinôme du second degré en S dont les racines sont

$$\frac{-C_2 R_2 \pm R_2}{S_2},$$

comme on le voit aisément en tenant compte de l'identité

$$C^2_2 - S^2_2 = 1.$$

On a donc

$$pE = i_2' \frac{S_2}{R_2} \left(S + \frac{C_2 + 1}{S_2} R_2 \right) \left(S + \frac{C_2 - 1}{S_2} R_2 \right).$$

Posons

$$C_2' = \text{ch}\ \frac{1}{2} a_2 l_2, \qquad S_2' = \text{sh}\ \frac{1}{2} a_2 l_2,$$
$$T_2' = \text{th}\ \frac{1}{2} a_2 l_2.$$

On a, comme on sait

$$C_2 + 1 = 2 C'^2_2; \quad C_2 - 1 = 2 S'^2_2; \quad S_2 = 2 S_2' C_2'.$$

D'où

$$\frac{C_2 + 1}{S_2} = \frac{1}{T'_2} \qquad \frac{C_2 - 1}{S_2} = T'_2,$$

et il reste

$$i'_2 = \frac{pER_2}{S_2} \times \frac{1}{(S + R_2 T'_2)\left(S + \frac{R_2}{T'_2}\right)}.$$

M. Pleijel se place dans le cas où la ligne est assez longue pour que l'on ait sensiblement

$$T_2' = 1.$$

Il vient alors

$$i'_1 = p\, i'_2 = p^2 E . \frac{R_2}{S_2} \times \frac{1}{(S + R_2)^2}.$$

C'est là l'expression du courant i'_1 dont il s'agit de rendre maximum la valeur absolue.

Les quantités dont il faut disposer dans ce but sont n_1 et n_2 qui n'entrent que dans p et S. L'expression dont on a à chercher le minimum est donc

$$\text{module} \left(\frac{R_2 + S}{p} \right)^2.$$

que nous désignerons par u. On obtient aisément

$$u = \text{mod.} \left(R_1 R_2 \frac{1 + \frac{h_1 n_1^2}{R_1} + \frac{h_2 n_2^2}{R_2} + \frac{h_1 h_2 - k^2}{R_1 R_2} n_1^2 n_2^2}{k n_1 n_2} \right)^2.$$

Posons

$$\frac{h_1 n_1^2}{R_1} = x e^{\varphi_1 \sqrt{-1}}, \quad \frac{h_2 n_2^2}{R_2} = y e^{\varphi_2 \sqrt{-1}}, \quad \frac{h_1 h_2 - k^2}{h_1 h_2} = \tau,$$

$$z = \frac{u}{|R_1 R_2|} \left| \frac{k_2}{h_1 h_2} \right|,$$

nous obtenons

$$z = \text{mod.} \frac{\left(1 + x e^{\varphi_1 \sqrt{-1}} + y e^{\varphi_2 \sqrt{-1}} + \tau x y e^{(\varphi_1 + \varphi_2)\sqrt{-1}}\right)^2}{x y e^{(\varphi_1 + \varphi_2)\sqrt{-1}}}.$$

et z est comme u proportionnel au module i'_2.

Soit A le vecteur

$$1 + x e^{\varphi_1 \sqrt{-1}} + y e^{\varphi_2 \sqrt{-1}} + \tau x y e^{(\varphi_1 + \varphi_2)\sqrt{-1}},$$

Il faut chercher le minimum du module de

$$\frac{A^2}{xy},$$

puisque le module de $e^{(\varphi_1 + \varphi_2)\sqrt{-1}}$ est l'unité.

Quand x varie, l'affixe de cette quantité imaginaire ou si l'on veut, vectorielle, décrit dans le plan des imaginaires une courbe et le module est maximum aux points où la tangente est perpendiculaire au rayon vecteur.

La tangente a pour direction la direction du vecteur

$$\frac{\partial}{\partial x} \frac{A^2}{xy} = \frac{1}{y} \left(2A \frac{\partial A}{\partial x} . x - A^2 \right) \times \frac{1}{x^2}.$$

Mais il est à remarquer que x et y sont les modules de $\frac{h_1 n^2_1}{R_1}$, $\frac{h_2 n^2_2}{R_2}$ et par suite des quantités scalaires posi-

Digitized by Google

tives. La tangente a donc la direction du vecteur

$$\left(2\frac{\partial A}{\partial x}.x - A\right),$$

tandis que le rayon vecteur a pour directeur $A \times A$. Donc, les deux vecteurs

$$2\frac{\partial A}{\partial x}.x - A \quad \text{et} \quad A,$$

qui ne diffèrent des précédents que par une rotation d'un même angle et une réduction dans un rapport donné, sont aussi à angle droit.

Or j'ai

$$2\frac{\partial A}{\partial x}.x - A = xe^{\varphi_1\sqrt{-1}} + \tau xye^{(\varphi_1+\varphi_2)\sqrt{-1}} - \left(1 + ye^{\varphi_2\sqrt{-1}}\right)$$

$$A = xe^{\varphi_1\sqrt{-1}} + \tau xye^{(\varphi_1+\varphi_2)\sqrt{-1}} + \left(1 + ye^{\varphi_2\sqrt{-1}}\right).$$

Or, pour que les deux vecteurs

$$B - C \text{ et } B + C$$

soient perpendiculaires, il suffit, comme on le voit sur la figure 2, où l'on a pris $\vec{Po} = \vec{oQ} = C$ et $\vec{Ro} = B$,

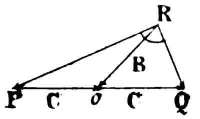


Fig. 2.

que les deux vecteurs B et C soient de même module. On aura donc

$$\left|1 + ye^{\varphi_2\sqrt{-1}}\right| = x\left|e^{\varphi_1\sqrt{-1}} + \tau ye^{(\varphi_1+\varphi_2)\sqrt{-1}}\right|,$$

ou, comme $e^{\varphi_1\sqrt{-1}}$ a pour module l'unité.

$$\left|1 + ye^{\varphi_2\sqrt{-1}}\right| = x\left|1 + \tau ye^{\varphi_2\sqrt{-1}}\right|.$$

En raisonnant au sujet des variations de y, comme nous venons de le faire au sujet des variations de x, on obtiendrait de même

$$\left|1 + xe^{\varphi_1\sqrt{-1}}\right| = y\left|1 + \tau e^{\varphi_1\sqrt{-1}}\right|.$$

Il se présente une notable simplification, quand les résistances des enroulements sont négligeables et que le transformateur est sans fuite; on a, en effet, dans ce cas, $\tau = o$.

Il reste alors

$$x = \left|1 + ye^{\varphi_2\sqrt{-1}}\right|,$$
$$y = \left|1 + xe^{\varphi_1\sqrt{-1}}\right|$$

Ce système est facile à résoudre.

Soit OX l'axe des quantités réelles, dans le plan des imaginaires et OO' un segment égal à l'unité porté sur OX (fig. 3). Construisons sur OO' comme base le triangle

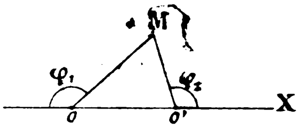


Fig. 3

OMO', dont les angles à la base sont $\pi - \varphi_1$ et $\pi - \varphi_2$, et soient r et r' les modules de OM et de O' M, au aura

$$re^{(\pi-\varphi_1)\sqrt{-1}} = 1 + r'e^{\varphi_2\sqrt{-1}},$$
$$r'e^{\varphi_2\sqrt{-1}} = -1 + re^{(\pi-\varphi_1)\sqrt{-1}}.$$

D'où, en prenant les modules

$$r = \left|1 + r'e^{\varphi_2\sqrt{-1}}\right|,$$
$$r' = \left|1 + re^{\varphi_1\sqrt{-1}}\right|.$$

Ce qui montre qu'on a $x = r$ et $y = r'$.

Égalons les parties imaginaires, il vient

$$r \sin \varphi_1 = r' \sin \varphi_2.$$

Égalons les parties réelles, il vient

$$-r \cos \varphi_1 = 1 + r' \cos \varphi_2.$$

D'où

$$\frac{r}{\sin\varphi_2} = \frac{r'}{\sin\varphi_1} = \frac{r'\cos\varphi_2 + r\cos\varphi_1}{\sin\varphi_1\cos\varphi_2 + \sin\varphi_2\cos\varphi_1} = \frac{-1}{\sin(\varphi_1+\varphi_2)},$$

ce qui donne

$$x = -\frac{\sin\varphi_2}{\sin(\varphi_1+\varphi_2)}, \quad y = -\frac{\sin\varphi_1}{\sin(\varphi_1+\varphi_2)}.$$

Le cas où nous sommes placés, dans lequel τ est très petit, est celui dans lequel

$$\left|\frac{h_1h_2 - k^2}{h_1h_2}\right|$$

est petit; or, on a

$$h_1n_1^2 = r_1 + l_1\omega\sqrt{-1},$$
$$h_2n_2^2 = r_2 + l_2\omega\sqrt{-1},$$
$$kn_1n_2 = m\omega\sqrt{-1},$$

r_1, r_2, l_1, l_2 et m étant les résistances, les selfs et le coefficient d'induction mutuelle d'un transformateur. On a

$$|\tau| = \left|\frac{r_1r_2 - (l_1l_2 - m^2)\omega^2 + 2\omega\sqrt{-1}\,(l_1r_2 + r_1l_2)}{r_1r_2 - l_1l_2\omega^2 + 2\omega\sqrt{-1}\,(l_1r_2 + r_2l_1)}\right|.$$

Digitized by Google

En divisant haut et bas par $l_1 l_2$, on voit que τ sera petit, si $\frac{r_1}{l_1}$ et $\frac{r_2}{l_2}$ sont voisins de zéro et si $\frac{m^2}{l_1 l_2}$ est voisin de l'unité. Ceci justifie nos assertions.

Quand on est dans ce cas, on pourra écrire

$$l_1\omega = | h_1 n_1^2 | \qquad l_2\omega = | h_2 n_2^2 |.$$

Dans le cas général, posons $\tau = \tau_0 \, e^{\varphi_0 \sqrt{-1}}$; le système à résoudre devient

$$y^2 = \frac{x^2 + 2x \cos \varphi_1 + 1}{\tau_0^2 x^2 + 2\tau_0 x \cos (\varphi_0 + \varphi_1) + 1}$$

$$x^2 = \frac{y^2 + 2y \cos \varphi_2 + 1}{\tau_0^2 y^2 + 2\tau_0 y \cos (\varphi_0 + \varphi_2) + 1}.$$

D'après la première de ces équations, y se présente comme la valeur absolue de la racine carrée d'une fraction rationnelle du second degré. Le numérateur et le dénominateur sont essentiellement positifs. Donc $|y|$ a un maximum M plus grand que $\frac{1}{\tau_0}$ et un minimum N plus petit que $\frac{1}{\tau_0}$; il y a un point d'inflexion I dans l'intervalle ; enfin $y = \frac{1}{\tau_0}$ est une asymptote. Mêmes remarques pour la seconde équation (fig. 4). La construction des courbes donnera facilement la solution.

Un cas important à considérer est celui de $\varphi_1 = \varphi_2$. D'où

$$x = y ;$$

x est donné par l'équation du 4e degré

$$x^2 = \frac{x^2 + 2x \cos \varphi_1 + 1}{\tau_0^2 x^2 + 2\tau_0 \times \cos (\varphi_1 + \varphi_0) + 1}.$$

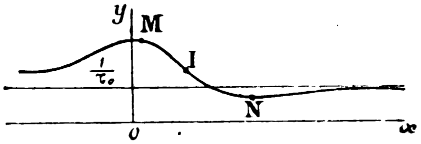


Fig. 4.

On aura donc, après résolution

$$n_1^2 = \frac{R_1}{h_1} . e^{\varphi_1 \sqrt{-1}} \times x = \left| \frac{R_1}{h_1} \right| \times x.$$

puis

$$n_2^2 = n_1^2 \left| \frac{R_2 h_1}{R_1 h_2} \right|.$$

M. Pleijel a donné plusieurs applications numériques intéressantes de ses formules.

J.-B. Pomey,
Ingénieur des Postes et Télégraphes.

Sur les pertes supplémentaires dans le cuivre des machines à courant alternatif

Nous avons publié dans la « R. G. E. » du 1er septembre 1917, t. II, p. 323, une « Etude sur les pertes supplémentaires dans les barres cablées », par M. Edouard Roth, et dans notre numéro du 12 mai 1917, t. I, p. 727, un article de M. Rikli « Sur la détermination des pertes additionnelles » dans le cuivre des machines à courant alternatif. Nous publions aujourd'hui, comme complément à ces deux premiers articles, une analyse d'une très intéressante étude faite par M. J. Fischer-Hinnen dans le « Bulletin de l'Association suisse des Electriciens » (1). *L'auteur de l'article original étudie les pertes dans les barres massives au point de vue théorique, tandis que M. Roth avait étudié les pertes dans les barres câblées et que M. Rikli avait indiqué le mode opératoire pour la détermination expérimentale de ces pertes et donné les résultats de ses expériences. Le lecteur trouvera ci-dessous les procédés de calcul employés par M. J. Fischer-Hinnen et quelques applications de ces procédés.*

La question de la détermination des pertes supplémentaires dans le cuivre des machines à courant alternatif avait déjà attiré l'attention de nombreux théoriciens, parmi eux on peut citer A. B. Field (*Proc. Am. Inst. El. Eng.*, 1905, p. 659) qui avait étudié les pertes additionnelles dans le cuivre des machines à courant alternatif et avait donné la solution de plusieurs problèmes intéressants. Malheureusement, la formule donnée par Field, bien qu'elle ait été publiée dans un grand nombre de livres techniques n'avait pas été appliquée souvent par les constructeurs ; cela tient à ce que Field avait négligé d'indiquer comment il avait établi sa formule, et les ingénieurs n'aiment pas, en général, appliquer des formules dont ils ne connaissent pas les bases essentielles pour les rétablir.

Emde avait repris les travaux et la façon de raisonner de Field, mais les développements mathématiques de ses travaux sont tellement compliqués qu'il est presque impossible à un praticien de les suivre.

L'auteur s'est efforcé de rendre aussi simples que possible les considérations qui suivent, et les a traitées de

(1) J. Fischer-Hinnen. *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, avril 1917, t. VIII, p. 101.

Digitized by Google

façon à faciliter l'étude postérieure des nouveaux travaux de Rogowski (1), d'Hillebrand (2), de Richter (3), de Dreyfus (4) et de Niethammer (5).

Rappelons tout d'abord la formule de Field.

Soient

h, la hauteur d'une barre en centimètres (voir fig. 1 et 3) ;

b, sa largeur en centimètres ;

n, le nombre de barres placées l'une à côté de l'autre ;

a, la largeur de l'encoche en centimètres ;

f, la fréquence ;

$K = \frac{R_a}{R_c}$, le rapport de la résistance en courant alternatif à la résistance en courant continu.

On pose de plus, pour simplifier

$$\delta = 0{,}14\, h \sqrt{\frac{nbf}{a}}.$$

On a alors, d'après Field, pour n'importe quel fil de la $m^{\text{ème}}$ couche (en comptant par en bas).

$$K = \varphi(\delta) + m(m-1)\psi(\delta), \tag{1}$$

où

$$\varphi(\delta) = \delta\left(\frac{\text{sh}\, 2\delta + \sin 2\delta}{\text{ch}\, 2\delta - \cos 2\delta}\right), \tag{2}$$

$$\psi(\delta) = 2\delta\left(\frac{\text{sh}\, \delta - \sin \delta}{\text{ch}\, \delta + \cos \delta}\right). \tag{3}$$

Les valeurs de $\varphi(\delta)$ et de $\psi(\delta)$ en fonction de δ sont données dans le tableau, page 689.

Exemple. — Soit une machine possédant 4 barres de 4×20 mm, par encoche, et disposées en deux couches ; la largeur de l'encoche est de 14 mm, la fréquence 50, $h = 2$; $b = 0{,}4$; $a = 1{,}4$; $f = 50$; $n = 2$

On a donc

$$\delta = 0{,}14 \times 2 \times \sqrt{\frac{2 \times 0{,}4 \times 50}{1{,}4}} = 1{,}5.$$

$$\varphi(\delta) = 1{,}38; \qquad \psi(\delta) = 1{,}41.$$

D'après l'égalité (1) on a, par conséquent, pour la couche du dessous ($m = 1$), $K = 1{,}38$, et pour la couche du dessus ($m = 2$), $K = 1{,}38 + 2(2-1)\,1{,}41 = 4{,}2$.

Il s'ensuit que les pertes, et par suite l'échauffement, sont trois fois plus grandes dans la couche supérieure que dans la couche inférieure.

La moyenne pour les deux couches est

$$\frac{1{,}38 + 4{,}2}{2} = 2{,}79.$$

Ce rapport est déterminé uniquement pour la portion de l'enroulement enfermée dans les encoches, il se réduit encore un peu si on considère l'enroulement tout entier. Si, par exemple, la longueur utile de l'armature est de 30 cm et la longueur des connexions de front 56 cm, on a pour tout l'enroulement

$$K = \frac{2{,}79 \times 30 + 1 \times 56}{30 + 56} = 1{,}62.$$

Les rapports sont encore plus faibles si on place les 4 barres les unes au-dessous des autres, on a dans ce cas

$$h = 1, \quad \delta = 0{,}75, \quad \varphi(\delta) = 1{,}028, \quad \psi(\delta) = 0{,}103$$

et on a :

Pour la 1re couche, $K_1 = 1{,}028$

Pour la 2e couche, $K_2 = 1{,}028 + 2 \times 0{,}103 = 1{,}234$

Pour la 3e couche, $K_3 = 1{,}028 + 6 \times 0{,}103 = 1{,}646$

Pour la 4e couche, $K_4 = 1{,}028 + 12 \times 0{,}103 = 2{,}264$.

La moyenne arithmétique est 1,543 ; et, pour tout l'enroulement, on a

$$K_1 = \frac{1{,}543 \times 30 + 1 \times 56}{30 + 56} = 1{,}185.$$

On arriverait au même résultat en employant la formule donnée par Emde sur laquelle nous reviendrons plus loin et qui est

$$K_1 = \varphi(\delta) + \frac{u^2 - 1}{3} \times \psi(\delta), \tag{4}$$

où u est le nombre de conducteurs placés les uns sur les autres.

Établissement de l'équation différentielle. — L'auteur part du cas simple où la partie discontinue de l'enroulement renfermée dans une encoche se compose de n barres de cuivre placées les unes à côté des autres ; il suppose d'abord que chaque conducteur est parcouru par un courant continu d'intensité I ; l'induction B qui traverse les encoches transversalement et linéairement de c en d atteint en d la valeur maximum

$$B_{\max} = \frac{4\pi}{10}\frac{In}{a},$$

si on néglige la résistance magnétique du fer.

Si on suppose maintenant les conducteurs parcourus par un courant alternatif d'intensité efficace I, il n'en est plus de même. Pour déterminer alors la valeur de

(1) Rogowski, *Arch. für Elektr.*, 1912, cahier 3.
(2) Hillebrand, *Arch. für Elektr.*, 1913, cahier 5.
(3) Richter, *Arch. für Elektr.*, 1914, cahier 12. Richter, *Arch. für Elektr.*, 1915, cahiers 1 et 2.
(4) Dreyfus, *E. u. M.*, 1914, p. 281 et 307. Dreyfus, *Arch für Elektr.*, 1915, cahiers 1 et 2.
(5) Niethammer, *E. u. M.*, 1916, cahier 10. Niethammer, *E. u. M.*, 1917, cahiers 2, 3 et 4.

Digitized by Google

Tableau des valeurs de $\varphi(\delta)$ et de $\psi(\delta)$.

δ	$\varphi(\delta)$	DIFFÉRENCE POUR 0,01	$\psi(\delta)$	DIFFÉRENCE POUR 0,01
0	1,0000		0,00000	
0,1	1,0000		0,00003	
0,15	1,0000		0,00017	0,0001
0,20	1,0001		0,00053	0,0002
0,25	1,0003		0,0013	0,0003
0,30	1,0007	0,0001	0,0027	0,0004
0,35	1,0013	0,0002	0,0049	0,0007
0,40	1,0023	0,0003	0,0085	0,0010
0,45	1,0036	0,0004	0,0137	0,0014
0,50	1,0055	0,0005	0,0208	0,0019
0,55	1,0081	0,0006	0,0304	0,0025
0,60	1,011	0,0008	0,0429	0,0032
0,65	1,016	0,0010	0,0589	0,0040
0,70	1,021	0,0014	0,0792	0,0048
0,75	1,028	0,0016	0,103	0,0062
0,80	1,036	0,0020	0,134	0,0070
0,85	1,046	0,0024	0,169	0,0086
0,90	1,058	0,0028	0,212	0,0098
0,95	1,072	0,0034	0,261	0,0118
1,00	1,089	0,004	0,320	0,014

δ	$\varphi(\delta)$	DIFFÉRENCE POUR 0,01	$\psi(\delta)$	DIFFÉRENCE POUR 0,01
1,10	1,13	0,005	0,46	0,018
1,20	1,18	0,006	0,64	0,018
1,30	1,24	0,006	0,86	0,025
1,40	1,30	0,008	1,11	0,030
1,50	1,38	0,009	1,41	0,032
1,60	1,47	0,010	1,73	0,035
1,70	1,57	0,010	2,08	0,038
1,80	1,67	0,011	2,46	0,040
1,90	1,78	0,011	2,86	0,039
2,00	1,89	0,011	3,25	0,039
2,20	2,12	0,011	4,03	0,036
2,40	2,35	0,011	4,75	0,035
2,60	2,58	0,011	5,44	0,028
2,80	2,79	0,011	6,00	0,026
3,00	3,00	0,011	6,52	0,022
3,20	3,21	0,011	6,97	0,016
3,40	3,41	0,01	7,28	0,015
3,60	3,61	0,01	7,57	0,015
3,80	3,81	0,01	7,88	0,015
4,00	4,01		8,19	

REMARQUE. — On a approximativement

$$\text{pour } \delta \leq 1 : \varphi(\delta) = 1 + 0{,}089\,\delta^4 ; \qquad \psi(\delta) = \frac{\delta^4}{3}.$$

$$\text{pour } \delta > 4 : \varphi(\delta) = \delta ; \qquad \psi(\delta) = 2\delta.$$

On doit renoncer ici à la représentation graphique de cette fonction, car même en employant du papier logarithmique elle donne des résultats trop peu exacts pour les calculs pratiques. Il faut donc avoir recours au calcul, et c'est pour faciliter ce dernier qu'on a donné dans le tableau les différences pour 0,01.

l'induction dans une couche quelconque, nous considérerons deux couches infiniment voisines de distances x_1 et $x_2 = x_1 + \mathrm{d}x$ de la partie inférieure des barres, et supposerons, pour un moment, que l'élément de surface hachuré (fig. 1) n'est parcouru par aucun courant, l'induction est alors la même en x_1 et en x_2, mais si maintenant nous supposons qu'il est parcouru par un courant $\sigma b\,\mathrm{d}x$ ampères, où σ est la densité de courant, l'induction subit un accroissement de x_1 en x_2

$$\mathrm{d}B = \frac{4\pi}{10}\,\frac{n\,b\,\mathrm{d}x}{a}\,\sigma,$$

qu'on peut écrire

$$\frac{\partial B}{\partial x} = \frac{4\pi}{10}\,\frac{n\,b}{a}\,\sigma. \tag{5}$$

On emploie ici la notation $\frac{\partial B}{\partial x}$, car B est aussi une fonction du temps.

Le champ de force qui pénètre perpendiculairement dans les barres a pour conséquence d'induire dans ces dernières des courants parasites qui, dans leur majorité, suivent la direction de la barre. Si nous considérons

Digitized by Google

deux filets de courant semblables (fig. 2), à des distances x_1 et x_2 de la partie inférieure de la barre, et de largeur l (largeur de l'armature) et si nous négligeons la résistance électrique des connexions terminales ab et cd, la résistance d'un seul filet de courant est

$$r = \frac{\rho}{10^4} \frac{l}{s},$$

où ρ est la résistance spécifique par mètre et mm², et s la section transervale en mm². Soient de plus σ_1 et σ_2

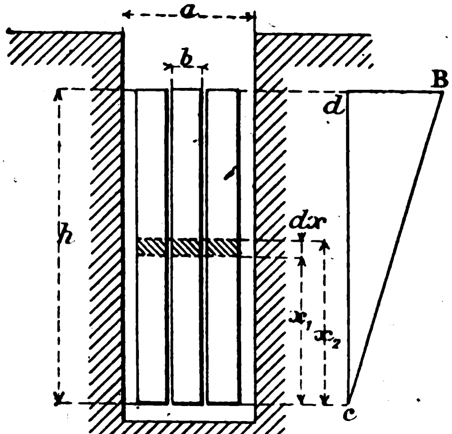


Fig. 1.

les densités de courant, s_1 et s_2 les sections transversales en x_1 et x_2, il faut alors, pour la production de ce courant dans le circuit fermé abcd une force électromotrice

$$e = \frac{\rho l}{10^4} \frac{(\sigma_2 s_2)}{s_2} - \frac{\rho l}{10^4} \frac{(s_1 \times \sigma_1)}{s_1} = \frac{\rho l}{10^4} (\sigma_2 - \sigma_1),$$

en remarquant que pour $x_2 - x_1 = dx$, $\sigma_2 - \sigma_1 = d\sigma$,

$$e = \frac{\rho}{10^4} l d\sigma.$$

Cette force électromotrice doit être égale à la force

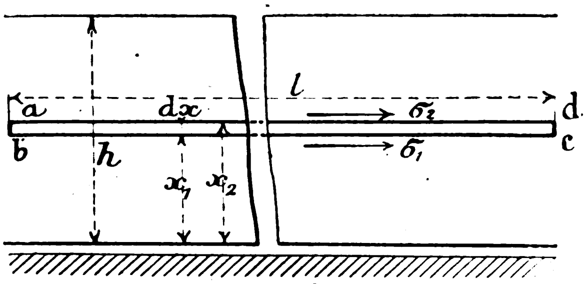


Fig. 2.

électromotrice induite par le champ de force dans le rectangle abcd

$$e = \frac{\partial B}{\partial t} \frac{l dx}{10^8},$$

d'où l'égalité

$$(6) \qquad \frac{\partial B}{\partial t} \cdot \frac{1}{10^4 \rho} = \frac{\partial \sigma}{\partial x};$$

différentions l'équation (5) par rapport à x, on obtient

$$\frac{\partial^2 B}{\partial x^2} = \frac{4\pi}{10} \frac{nb}{a} \frac{\partial \sigma}{\partial x},$$

et en tenant compte de l'équation (6) :

$$(7) \qquad \frac{\partial^2 B}{\partial x^2} = \left(\frac{4\pi}{10^5 \rho} \frac{nb}{a}\right) \frac{\partial B}{\partial t} = k \frac{\partial B}{\partial t}.$$

Résolution de l'équation différentielle (7). — Comme nous avons supposé que nous avons affaire à des courants sinusoïdaux, nous pouvons écrire que l'intégrale générale de l'équation différentielle (7) est de la forme

$$(8) \qquad B = e^{\alpha x} (\sin \omega t + \beta x + \gamma),$$

où $\omega = \frac{2\pi}{t_0} = 2\pi f$, t_0 étant la période et f la fréquence.

α, β, γ sont des constantes arbitraires pour le moment (nous verrons plus tard que γ est le déphasage instantané).

Différentions l'équation (8) 2 fois par rapport à x et 1 fois par rapport a t et portons les valeurs de $\frac{\partial^2 B}{\partial x^2}$ et $\frac{\partial B}{\partial t}$ ainsi obtenues dans l'équation (7) nous obtenons, tous calculs faits, l'égalité

$$(\alpha^2 - \beta^2) \sin(\omega t + \beta x + \gamma) + (2\alpha\beta - k\omega) \cos(\omega t + \beta x + \gamma) = 0.$$

Pour que cette égalité soit vérifiée pour toutes les valeurs de x et de t, il faut qu'on ait les relations

$$\beta = \alpha,$$

et

$$(9) \qquad \alpha = \sqrt{\frac{k\omega}{2}} = 2\pi \sqrt{\frac{nbf}{10^5 a \rho}} \cong 0{,}14 \sqrt{\frac{nbf}{a}}.$$

L'intégrale générale de l'équation (7) est donc de la forme

$$(10) \qquad B = M e^{\alpha x} \sin(\omega t + \alpha x + \gamma_1) + M e^{-\alpha x} \sin(\omega t - \alpha x + \gamma_2),$$

où M, N, γ_1 et γ_2 sont de nouvelles constantes qui seront définies plus loin.

Détermination des constantes. — Nous supposerons que l'enroulement est tel que dans une encoche il y a n barres placées les unes à côté des autres et u barres placées les unes au-dessus des autres. I est la valeur efficace du courant qui parcourt une barre. L'induction, comme on peut le voir sur l'équation (10), augmente à

Digitized by Google

l'arête supérieure de chaque couche de conducteurs et peut être représentée comme il est indiqué sur la figure 3. Pour déterminer la valeur de l'induction à l'arête inférieure et à l'arête supérieure d'un conducteur de la $m^{ième}$ couche à partir du bas, on remplacera successivement, dans l'équation (10), x par les valeurs

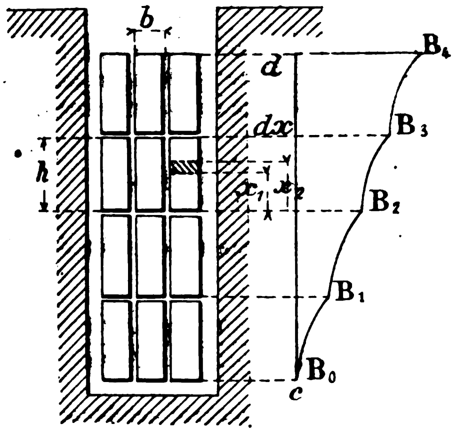


Fig. 3.

$x = 0$ et $x = h$, et on remarquera que l'on peut écrire

(11) $B_{x=0} = (m-1)\frac{4\pi}{10}\sqrt{2}\frac{In}{a}\sin\omega t = (m-1)\,C\sin\omega t,$

et

(12) $B_{x=h} = m\frac{4\pi}{10}\sqrt{2}\frac{In}{a}\sin\omega t = mC\sin\omega t,$

en posant

$$C = \frac{4\pi}{10}\sqrt{2}\frac{In}{a};$$

en posant encore $\alpha h = \delta$ et portant successivement les valeurs $x = 0$ et $x = h$ dans l'équation (10), on a en identifiant

$M\sin(\omega t + \gamma_1) + N\sin(\omega t + \gamma_2) = (m - 1)\,C\sin\omega t,$
$Me^{\delta}\sin(\omega t + \delta + \gamma_1) + Ne^{-\delta}\sin(\omega t - \delta + \gamma_2) = mC\sin\omega t,$

ce qu'on peut écrire en développant et ordonnant par rapport à $\sin\omega t$ et $\cos\omega t$,

$$\sin\omega t\,[(m-1)\,C - M\cos\gamma_1 - N\cos\gamma_2] = \cos\omega t\,[M\sin\gamma_1 - N\sin\gamma_2],$$

$$\sin\omega t\,[mC - Me^{\delta}\cos(\gamma_1 + \delta) - Ne^{-\delta}\cos(\gamma_2 - \delta)] = \cos\omega t\,[Me^{\delta}\sin(\gamma_1 + \delta) + Ne^{-\delta}\sin(\gamma_2 - \delta)].$$

Ces deux équations ne peuvent être compatibles que si les termes entre crochets s'annulent séparément, d'où

(13) $M\cos\gamma_1 + N\cos\gamma_2 = (m - 1)\,C,$

(14) $M\sin\gamma_1 + N\sin\gamma_2 = 0,$

(15) $Me^{\delta}\cos(\gamma_1 + \delta) + Ne^{-\delta}\cos(\gamma_2 - \delta) = mC,$

(16) $Me^{\delta}\sin(\gamma_1 + \delta) + Ne^{-\delta}\sin(\gamma_2 - \delta) = 0.$

Les quatre équations (13), (14), (15), (16) forment un système de quatre équations à quatre inconnues, $M\cos\gamma_1$, $M\sin\gamma_1$, $N\cos\gamma_2$, $N\sin\gamma_2$, d'où l'on peut, non seulement extraire les valeurs de ces inconnues, mais encore celles de M, N, γ_1 et γ_2.

Nous indiquerons très rapidement la marche du calcul.

Développons les équations (15) et (16) et posons pour simplifier

$$M\cos\gamma_1 = u,$$
$$M\sin\gamma_2 = v,$$
$$N\cos\gamma_2 = w,$$
$$N\sin\gamma_2 = z,$$
$$\cos\delta = c,$$
$$\sin\delta = s,$$

nous obtenons le nouveau système d'équations :

(13 a) $u + w = (m - 1)\,C,$

(14 a) $v + z = 0,$

(15 a) $ue^{\delta}c - ve^{\delta}s + we^{-\delta}c + ze^{-\delta}s = mC,$

(16 a) $ue^{\delta}s + ve^{\delta}c - we^{-\delta}s + ze^{-\delta}c = 0;$

d'où on tire

(17) $u = \left[m\,\mathrm{sh}\,\delta.\cos\delta + \frac{m-1}{2}\left(e^{-2\delta} - \cos 2\delta\right)\right]Q,$

(18) $v = \left[-m\,\mathrm{sh}\,\delta.\sin\delta + \frac{m-1}{2}\sin 2\delta\right]Q,$

(19) $w = \left[-m\,\mathrm{sh}\,\delta.\cos\delta + \frac{m-1}{2}\left(e^{2\delta} - \cos 2\delta\right)\right]Q,$

(20) $z = -v,$

où on a posé

(21) $$Q = \frac{C}{\mathrm{ch}\,2\delta - \cos 2\delta}.$$

Il s'ensuit

(22) $\mathrm{tg}\,\gamma_1 = \frac{v}{u},$

(23) $\mathrm{tg}\,\gamma_2 = \frac{z}{w} = -\frac{v}{w},$

(24) $M = \sqrt{u^2 + v^2},$

(25) $N = \sqrt{w^2 + z^2} = \sqrt{w^2 + v^2};$

Digitized by Google

en portant ces valeurs dans l'équation (10) on aura pour B l'expression

$$B = \sqrt{u^2 + v^2}\, e^{\alpha x} \sin\left(\omega t + \alpha x + \mathrm{arctg}\, \frac{v}{u}\right)$$

$$+ \sqrt{w_2 + v_2}\left(\sin \omega t - \alpha x + \mathrm{arctg} - \frac{v}{w}\right),$$

où il faudrait encore remplacer u, v, w et α par leurs valeurs.

Détermination de la résistance apparente en courant alternatif. — Nous venons de voir comment on pouvait déterminer la distribution de l'induction dans les encoches, mais, au point de vue pratique, ce qui nous intéresse le plus n'est pas la distribution de l'induction ou de la densité de courant dans les différentes couches de conducteurs, mais bien l'augmentation de pertes par effet Joule due à cette inégale distribution. Soit σ_a la densité efficace moyenne du courant dans toutes les couches en courant alternatif $\sigma_c = \frac{I}{bh}$ la densité de courant en courant continu.

Le rapport

$$(26) \qquad K = \left(\frac{\sigma_a}{\sigma_c}\right)^2,$$

représente en même temps le rapport $\frac{R_a}{R_c}$ de la résistance en courant alternatif à la résistance en courant continu.

Si l'on connaît la valeur efficace σ_c de la densité de courant dans un conducteur quelconque, on en déduira facilement la valeur efficace de σ_a par la formule

$$(27) \qquad \sigma_a^2 = \frac{1}{h}\int_0^h \sigma_c^2 \mathrm{d}x.$$

Or σ_c se détermine facilement, en effet, d'après l'égalité (5) on a

$$\sigma = \frac{10}{4\pi}\frac{a}{nb}\frac{\partial B}{\partial x} = \frac{\sqrt{2}\, I}{bC}\frac{\partial B}{\partial x}.$$

ou encore d'après l'équation (10) qui donne :

$$(28)^{(1)} \qquad \sigma = \frac{2\alpha I}{bC}\left[M e^{\alpha x}\sin\left(\omega t + \alpha x + \gamma_1 + \frac{\pi}{4}\right) - N e^{-\alpha x}\sin\left(\omega t - \alpha x + \gamma_2 + \frac{\pi}{4}\right)\right]$$

L'équation (28) montre que la densité de courant σ se décompose en deux sommes harmoniques variables d'amplitudes respectives

$$\frac{2\alpha I}{bC} M e^{\alpha x} \quad \text{et} \quad \frac{2\alpha I}{bC} N e^{-\alpha x},$$

et dont la deuxième présente par rapport à la première une différence de phase

$$\varphi = \left(\omega t + \alpha x + \gamma_1 + \frac{\pi}{4}\right) - \left(\omega t - \alpha x + \gamma_2 + \frac{\pi}{4}\right) + \pi$$
$$= 2\alpha x + \gamma_1 - \gamma_2 + \pi.$$

Comme la valeur efficace de chaque onde est égale à l'amplitude divisée par $\sqrt{2}$, il en résulte d'après la construction graphique de la figure 4

$$\sigma_c^2 = \left(\frac{2\alpha I}{bC}\right)^2\left[\frac{M^2 e^{2\alpha x}}{2} + \frac{N^2 e^{-2\alpha x}}{2} - MN\cos(2\alpha x + \gamma_1 - \gamma_2)\right].$$

Portons cette valeur dans l'équation (27) nous trou-

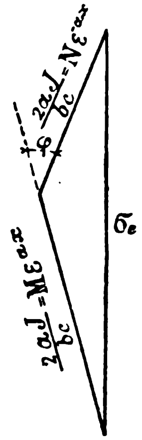


Fig. 4.

vons pour les limites d'intégration données l'expression suivante :

$$\sigma_a^2 = \left(\frac{I}{bC}\right)^2 \frac{2\alpha}{h}\left\{\frac{M^2 e^{2\delta}}{2} - \frac{M^2}{2} - \frac{N^2 e^{-2\delta}}{2} + \frac{N^2}{2} - MN\left[\sin(2\delta + \gamma_1 - \gamma_2) - \sin(\gamma_1 - \gamma_2)\right]\right\}$$

que l'on peut simplifier.

En effet on a :

$$\left(\frac{I}{bC}\right)^2 \frac{2\alpha}{h} = \left(\frac{I}{bh} \times \frac{1}{C}\right)^2 2\alpha h = \sigma_c^2\, \frac{2\delta}{C^2}$$

et

$$\sin(2\delta + \gamma_1 - \gamma_2) - \sin(\gamma_1 - \gamma_2) = 2 \sin\delta \cdot \cos(\delta + \gamma_1 - \gamma_2)$$

(1) Cette équation est obtenue en tenant compte des deux relations

$$a \sin\alpha + b\cos\alpha = \sqrt{a^2 + b^2}\sin\left(\alpha + \mathrm{arc\,tg}\,\frac{b}{a}\right),$$

$$\sin\alpha + \cos\alpha = \sqrt{2}\sin\left(\alpha + \frac{\pi}{4}\right).$$

Digitized by Google

Si nous divisons les deux membres de l'égalité par $\sigma_c^2 \frac{2\delta}{C^2}$ on trouve

$$(29)\quad \left(\frac{\sigma_a}{\sigma_c}\right)^2 \frac{C^2}{2\delta} = K\frac{C^2}{2\delta} = (M^2e^{\delta} + N^2e^{-\delta})\frac{e^{\delta} - e^{-\delta}}{2} - 2MN\sin\delta.\cos(\delta + \gamma_1 - \gamma_2).$$

Il n'y aurait plus qu'à porter dans cette expression les valeurs trouvées plus haut pour M, N, γ_1 et γ_2. On peut cependant arriver plus rapidement au résultat, si on utilise l'artifice de calcul indiqué par Field, qui dispense en outre du calcul préliminaire des constantes.

Elevons au carré les équations (13), (14), (15), (16) et additionnons les nouvelles équations ainsi obtenues nous trouvons

$$(M^2e^{\delta} + N^2e^{-\delta})\frac{e^{\delta} + e^{-\delta}}{2} + 2MN[\cos(2\delta + \gamma_1 - \gamma_2) + \cos(\gamma_1 - \gamma_2)] = \left(m^2 - m + \frac{1}{2}\right)C^2,$$

que l'on peut écrire

$$(30)\quad (M^2e^{\delta} + N^2e^{-\delta})\frac{e^{\delta} - e^{-\delta}}{2} + 2MN\cos\delta.\cos(\delta + \gamma_1 - \gamma_2) = \left(m^2 - m + \frac{1}{2}\right)C^2.$$

Enfin multiplions membre à membre les équations (13) et (15) et (14) et (16) et additionnons les nouvelles équations ainsi obtenues, nous trouvons

$$(31)\quad (M^2e^{\delta} + N^2e^{-\delta})\cos\delta + 2MN\frac{e^{\delta} + e^{-\delta}}{2}.\cos(\delta + \gamma_1 - \gamma_2) = (m^2 - m)C^2.$$

Considérons les équations (29) (30) et (31), nous pouvons les écrire

$$\begin{cases} (M^2e^{\delta} + N^2e^{-\delta})\,\text{sh}\,\delta - 2MN\cos(\delta + \gamma_1 - \gamma_2)\sin\delta - \dfrac{C^2}{2\delta}K = 0, \\ (M^2e^{\delta} + N^2e^{-\delta})\,\text{ch}\,\delta + 2MN\cos(\delta + \gamma_1 - \gamma_2)\cos\delta = \left(m^2 - m + \dfrac{1}{2}\right)C^2, \\ (M^2e^{\delta} + N^2e^{-\delta})\cos\delta + 2MN\cos(\delta + \gamma_1 - \gamma_2)\,\text{ch}\,\delta = (m^2 - m)C^2. \end{cases}$$

Nous avons donc un système de trois équations du premier degré à trois inconnues

$(M^2e^{\delta} + N^2e^{-\delta})$, $2MN\cos(\delta + \gamma_1 - \gamma_2)$ et K.

On en tire donc pour K la valeur

$$K = \frac{\begin{vmatrix} 0 & -\text{sh}\,\delta & \sin\delta \\ \left(m^2 - m + \frac{1}{2}\right)C^2 & \text{ch}\,\delta & \cos\delta \\ (m^2 - m)C^2 & \cos\delta & \text{ch}\,\delta \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} \frac{C^2}{2\delta} & -\text{sh}\,\delta & \sin\delta \\ 0 & \text{ch}\,\delta & \cos\delta \\ 0 & \cos\delta & \text{ch}\,\delta \end{vmatrix}}$$

ou en développant les déterminants

$$K = 2\delta\frac{-(m^2 - m)(\text{ch}\,\delta\sin\delta + \text{sh}\,\delta\cos\delta) + \left(m^2 - m + \frac{1}{2}\right)(\text{ch}\,\delta.\text{sh}\,\delta + \sin\delta\cos\delta)}{\text{ch}^2\delta - \cos^2\delta}.$$

Si nous tenons compte des relations suivantes

$$\text{ch}\,\delta.\text{sh}\,\delta = \frac{1}{2}\,\text{sh}\,2\delta,$$

$$\text{ch}\,\delta = \frac{1}{2}(1 + \text{ch}\,2\delta),$$

$$\cos^2\delta = \frac{1}{2}(1 + \cos 2\delta),$$

$$\text{ch}^2\delta - \cos^2\delta = \frac{1}{2}(\text{ch}\,2\delta - \cos 2\delta),$$

$$\sin\delta.\cos\delta = \frac{1}{2}\sin 2\delta,$$

on peut écrire

$$K = \delta\frac{\text{ch}\,\delta.\text{sh}\,\delta + \cos\delta.\sin\delta}{\text{ch}^2\delta - \cos^2\delta} + 2\delta\frac{(m^2 - m)(\text{ch}\,\delta - \cos\delta)(\text{sh}\,\delta - \sin\delta)}{\text{ch}^2\delta - \cos^2\delta},$$

et

$$(32)\quad K = \delta\left(\frac{\text{sh}\,2\delta + \sin 2\delta}{\text{ch}\,2\delta - \cos 2\delta}\right) + 2\delta\left(\frac{\text{sh}\,\delta - \sin\delta}{\text{ch}\,\delta + \cos\delta}\right)(m^2 - m).$$

Cette valeur est celle qui a été donnée par Field, et que l'on donne souvent sous la forme (1) pour simplifier l'écriture.

Mais ce qui nous intéresse le plus, ce n'est pas le rapport des résistances en courant alternatif et en courant continu d'une couche quelconque, mais bien ce même rapport pour l'ensemble de l'enroulement. Pour cela employons le procédé de calcul indiqué par Emde ; donnons à m dans l'équation (1) successivement les valeurs 1, 2, 3,... n, faisons la somme des expressions ainsi

Digitized by Google

obtenues et divisons cette somme par u, on en déduit

$$K_1 = \frac{1}{u}\left[u\varphi(\delta) + \left(\sum_0^u m^2 - \sum_0^u m\right)\psi(\delta)\right],$$

et comme on a

$$\sum_0^u m^2 = u.\frac{2u^2 + 3u + 1}{6},$$

$$\sum_0^u m = u.\frac{3u + 3}{6},$$

la valeur de K_1 est donnée par

$$(33)\qquad K_1 = \varphi(\delta) + \frac{u^2 - 1}{3}\psi(\delta) \text{ (voir équation 4)},$$

et pour la totalité de l'enroulement on aura :

$$(34)\qquad K_2 = \frac{K_1 l + l_f}{l + l_f} = \frac{K_1 + \lambda}{1 + \lambda},$$

où l est la longueur de conducteur enfermée dans l'encoche,

l_f est la longueur d'une connexion de front,

et $\lambda = \frac{l_f}{l}$.

Conséquences pratiques. — Les formules (1), (33) et (34) nous donnent des renseignements sur une quantité de questions pratiques dont nous n'examinerons que les plus importantes.

Supposons que nous ayons calculé l'enroulement d'une machine par une méthode usuelle et déterminé les dimensions des conducteurs et des encoches, deux questions intéressantes se posent à notre esprit :

1° Quelle sera la grandeur de la véritable perte ?

2° Comment devra-t-on modifier les dimensions dans le cas où la construction adoptée ne donnerait pas satisfaction pour que les pertes dans le cuivre et les poids de cuivre restent dans des limites acceptables ?

On peut répondre tout de suite à la première question en disant que le rapport K_2 se calcule au moyen de l'égalité (34). Mais ce rapport ne permet que de se rendre compte de l'ensemble des pertes dans le cuivre et de la valeur de la température moyenne, et ne donne aucun renseignement sur la répartition de cette température à l'intérieur des encoches. Nous reviendrons plus loin sur cette question, et nous nous occuperons tout d'abord de la deuxième question.

Si nous rapportons la résistance à l'unité de longueur, le centimètre, nous avons, d'après ce qui précède

$$(35)\qquad R_a = R_c K_2 = \frac{\rho}{10^4 b h}\,\frac{K_1 + \lambda}{1 + \lambda},$$

où K_1 est donné par l'équation (4). Mais dans cette équation (4) entrent les expressions $\varphi(\delta)$ et $\psi(\delta)$ qui se prêtent mal à une discussion analytique, nous remplacerons donc la valeur K_1 donnée par l'équation (4) par la valeur approximative

$$(36)\qquad K_1 = 1 + \frac{u^2 - 0,2}{9}\delta^4 \text{ (}^1\text{)}.$$

Cette expression de K_1 n'est valable que pour les valeurs de $\delta \leqq 1,2$.

Portons cette valeur de K_1 dans l'équation (35) en posant : $\delta = \alpha h$., nous obtenons

$$(37)\qquad R_a = \frac{\rho}{10^4}\times\frac{1}{b}\left(\frac{1}{h} + \frac{u^2 - 0,2}{9(1+\lambda)}\alpha^4 h^3\right).$$

Sous cette forme, on voit que R_a résistance en courant alternatif passe par un minimum pour une valeur déterminée $h = h_0$ que Rogowski a appelée *hauteur de barre critique*, cette valeur h_0 a pour expression

$$(38)\qquad h_0 = \frac{1}{\alpha}\sqrt[4]{\frac{3(1+\lambda)}{u^2 - 0,2}}.$$

Donc toute valeur de h différente de h_0 entraînera, non seulement une augmentation des pertes par effet Joule, mais aussi un véritable gaspillage de cuivre.

Le minimum de R_a correspondant sera obtenu en portant la valeur de h_0 dans l'équation (37) et on aura pour la valeur minimum de R_a

$$R_a = \frac{\rho}{10^4 b h_0}\left(1 + \frac{1}{3}\right) = 1,33\ R_c.$$

Le minimum de la résistance de l'enroulement en courant alternatif sera donc de 33 pour 100 supérieur à la résistance en courant continu.

Pour montrer l'importance de l'égalité (38) l'auteur l'applique à un exemple donné par Richter.

(1) Cette valeur de K_1 a été donnée par Rogowski qui n'indique d'ailleurs pas comment il l'a obtenue. On peut cependant la rétablir facilement.

Si nous développons en série sh δ, ch δ, sin δ, cos δ nous obtenons

$$\varphi(\delta) = \delta\left[\frac{\frac{2\delta}{1!} + \frac{(2\delta)^5}{5!} + \frac{(2\delta)^9}{9!} + \dots}{\frac{(2\delta)^2}{2!} + \frac{(2\delta)^6}{6!} + \frac{(2\delta)^{10}}{100!} + \dots}\right] = 1 + 0,0889\delta^4 - 0,00339\delta^8 + 0,0016\delta^{12}$$

et

$$\psi(\delta) = 2\delta\left[\frac{\frac{\delta^3}{3!} + \frac{\delta^7}{7!} + \frac{\delta^{11}}{11!} + \dots}{1 + \frac{\delta^4}{4!} + \frac{\delta^8}{8!} + \dots}\right] \simeq \frac{\delta^4}{3}\cdot\frac{1}{1 + 0,041\delta^4}.$$

On peut donc écrire avec une approximation suffisante pour les valeurs de $\delta \leqq 1,2$

$$\varphi(\delta) = 1 + 0,089\delta^4,\quad \psi(\delta) = \frac{\delta^4}{3},$$

d'où

$$K_1 = \varphi(\delta) + \frac{u^2 - 1}{3}\psi(\delta) = 1 + 0,089\delta^4 + \frac{u^2 - 1}{3}\frac{\delta^4}{3} = 1 + \frac{u^2 - 0,2}{9}\delta^4.$$

Digitized by Google

Soit un moteur monophasé à collecteur à 25 périodes et dont les dimensions des encoches sont données sur la figure 5. L'enroulement se compose de 2 couches par encoche, chaque couche étant composée de 5 conducteurs juxtaposés. Les dimensions de chaque conducteur sont : $3,8 \times 25,5$ mm, la longueur de l'armature est

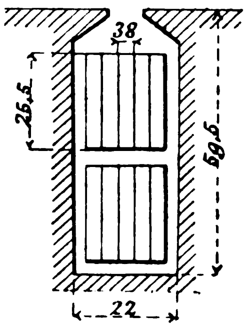


Fig. 5

$l = 38$ cm, et la longueur des connexions de front est $l_f = 40$ cm.

On en déduit

$$\lambda = \frac{40}{38} = 1,05; \quad h = 2,55; \quad n = 5;$$

$$\alpha = 0,14 \sqrt{\frac{5.0,38}{2,2}.25} = 0,652;$$

$$\delta = \alpha h = 1,66; \quad \varphi(\delta) = 1,53; \quad \psi(\delta) = 1,93;$$

$$K_1 = \varphi(\delta) + \frac{n^2-1}{3}\psi(\delta) = 1,53 + 1,93 = 3,46;$$

$$R_a = R_c\frac{K_1+\lambda}{1+\lambda} = R_c\frac{3,46+1,05}{1+1,05} = 2,2\,R_c.$$

Déterminons la hauteur de barre critique

$$h_0 = \frac{1}{\alpha}\sqrt[4]{\frac{3(1+\lambda)}{n^2-0,2}} = \frac{1}{0,652}\sqrt[4]{\frac{3(1+1,05)}{4-0,2}} = 1,75.$$

La résistance en courant alternatif correspondante serait

$$R_a = R_c\frac{h}{h_0} \times 1,33 = 1,94\,R_c.$$

Donc, en prenant des barres trop hautes, non seulement on augmente les pertes de 14 pour 100, mais on gaspille le cuivre dans la proportion de 45 pour 100.

On a modifié l'enroulement et pris une hauteur de barre de 1,25 cm, on a réalisé ainsi une économie de cuivre de plus de 50 pour 100, et on a trouvé pour K la valeur $K_a = 1,09$ à laquelle correspondait $R_a = R_c\frac{2,55}{1,25}.1,09 = 2,22\,R_c$, c'est-à-dire presque la même valeur qu'avec l'enroulement primitif malgré la diminution de plus de 50 pour 100 du poids de cuivre. La machine ainsi modifiée donna, pour une même charge horaire, une élévation de température sensiblement la même qu'avec son premier enroulement, et, pour la marche continue, une augmentation de température très légèrement supérieure. Mais il faut remarquer que les encoches n'étaient remplies qu'à moitié, ce qui diminuait considérablement le rayonnement de chaleur du noyau d'armature ; on serait arrivé, vraisemblablement, à des résultats bien meilleurs, si on avait pu modifier également les encoches, car on aurait aussi diminué dans de fortes proportions les pertes dans le fer.

Dans le cas d'un enroulement à deux couches certains auteurs, notamment Rogowski et Richter ont proposé, pour obtenir une répartition plus égale de la température et pour diminuer les pertes, de prendre la couche supérieure moins haute que la couche inférieure. L'auteur n'étudie pas le problème dans sa généralité, mais se contente d'examiner seulement un exemple.

Soient h_1 la hauteur de la couche inférieure, et h_2 la hauteur de la couche supérieure ;

$H = h_1 + h_2 = 4$ cm la hauteur de l'ensemble des deux couches

$$\lambda = 1,7;$$
$$f = 50.$$

On trouve approximativement pour α la valeur 0,9. Et les résistances en courant alternatif et en courant continu de deux fils placés l'un au-dessus de l'autre sont

$$R_a = \frac{\rho l}{10^4 b}\left[\frac{1}{h_1}(\varphi(\delta_1)+\lambda) + \frac{1}{h_2}(\varphi(\delta_2)+(n^2-n)\psi(\delta_2)+\lambda)\right]$$

$$R_c = \frac{\rho l}{10^4 b}\left(\frac{1}{h_1}+\frac{1}{h_2}\right).$$

Si nous prenons pour h_1 et h_2 les valeurs suivantes en centimètres

$h_1 =$	3,2	3	2,8	2,6	2,4	2,2	2,
$h_2 =$	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2.

Il en résulte

$\delta_1 =$	2,88	2,70	2,52	2,34,	2,16,	1,98	1,8,
$\delta_2 =$	0,72	0,90	1,08	1,26,	1,44,	1,62	1,8.

et pour R_a les valeurs ci-dessous à multiplier par $\frac{\rho l}{10^4 b}$

$R_a =$	5,06,	4,65,	4,64	4,71	4,96	5,40	5,82.

La résistance en courant alternatif passe donc par un minimum pour $h_1 = 2,8$ et $h_2 = 1,2$ et est, à poids de cuivre égal, de 20 pour 100 plus petite que si les conducteurs des deux couches avaient la même hauteur.

Mais, si au lieu de prendre ces valeurs, nous prenons

Digitized by Google

pour la hauteur des barres des deux couches la hauteur de barre critique

$$h = h_0 \frac{1}{0,9} \sqrt[4]{\frac{3(1+1,7)}{4-0,2}} = 1,35,$$

$$\delta = 1,21$$

et on a pour R_a la valeur

$$R_a = \frac{2\rho l}{10^4 b h_0} 1,33 = 5,24 \frac{10^4 b}{\rho l}.$$

Dans ce cas, la résistance diminue seulement de 10 pour 100; par contre, l'économie de cuivre est de 32,5 pour 100, et les pertes dans le fer sont considérablement plus faibles.

Quel est celui de ces deux procédés de construction qu'on doit adopter? On ne peut rien dire de général, mais on doit examiner, dans chaque cas particulier, celui qui est le plus avantageux.

D'après l'équation (38), on voit que la hauteur de barre critique sera d'autant plus petite que le nombre u de fils placés les uns au-dessus des autres dans l'encoche sera plus grand. L'auteur donne un exemple numérique pour faire ressortir l'importance de cette disposition.

Supposons que l'on ait à placer dans chaque encoche 18 fils de 20 mm² de section chacun, l'encoche devra avoir environ 20 mm de large sur 43 mm de profondeur et les diverses dispositions suivantes sont possibles :

Nombre de fils placés l'un à côté de l'autre

$$n = \quad 9 \quad 6 \quad 3 \quad 2 \quad 1,$$

Nombre de fils placés l'un au-dessus de l'autre

$$u = \quad 2 \quad 3 \quad 7 \quad 9 \quad 18.$$

Il en résulte

$\alpha =$	0,73	0,77	0,81	0,83	0,87,
$\delta =$	1,22	0,77	0,364	0,241	0,113,
$K_1 =$	1,87	1,34	1,07	1,03	1,006.

Pour rendre la valeur de u aussi grande que possible, Richter estime qu'on doit adopter l'enroulement parallèle, ce qui se conçoit fort bien pour les moteurs à courant continu ou alternatif; mais, dans le cas des génératrices, les considérations d'isolement et de chute de tension prêchent en général pour l'enroulement série.

Il est intéressant de chercher quelle sera la hauteur de barre à adopter pour que l'élévation de température dans la couche supérieure de l'enroulement passe par un minimum (pour la conservation de l'isolation, il est nécessaire de considérer non la température moyenne mais bien la température maximum).

Pour atteindre ce but, Richter prend pour la résistance en courant alternatif des conducteurs de la couche supérieure la valeur

$$R_a = \frac{\rho}{10^4 b h}\left(1 + \frac{u^2-u}{3}\alpha^4\delta^4\right).$$

Il suppose, pour simplifier, que la conduction thermique a lieu vers le flanc des dents et trouve que l'élévation maximum de température des barres supérieures

$$T = \text{constante} \, . \, \frac{I^2 R_a}{h} = \text{constante} \, . \left(\frac{1}{h^2} + \frac{u^2-u}{3}\alpha^4 h^2\right)$$

passe par un minimum pour la valeur

$$(39) \qquad h_0 = \frac{1}{\alpha}\sqrt[4]{\frac{3}{u^2-u}}.$$

Si on compare cette nouvelle hauteur de barre critique avec celle donnée par l'équation (38), on voit qu'elle est plus petite de 5 à 15 pour 100 suivant les valeurs de λ et de u.

Quoiqu'il paraisse admissible de ne pas tenir compte de la ventilation des connexions de front, on doit cependant avoir recours à la vérification expérimentale. Ainsi, dans une expérience faite par Hillebrand, l'élévation de température des barres supérieures renfermées dans une encoche était de 106° C sans ventilation des connexions frontales et était tombée à 86° C, soit 20 pour 100 plus faible, en ventilant ces connexions (vitesse de l'air 12,5 m : sec). De même, il ne faut pas adhérer sans réserve à l'hypothèse de Richter qui néglige le rayonnement radial. Une autre expérience d'Hillebrand le prouve. Son essai portait sur une machine dont la disposition des barres dans les encoches

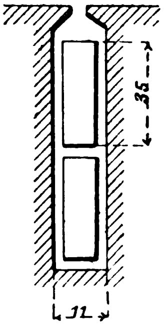


Fig. 6.

était celle représentée par la figure 6, la fréquence était 50 p : sec.

Les températures relevées étaient les suivantes :

Dans la barre supérieure $T_s = 60°C$ } valeur moyenne $T_1 = 45,5°C$.
Id. inférieure $T_i = 25°C$ }

On en déduit

$$\frac{T_s}{T_i} = \frac{60}{25} = 2,4\,; \qquad \frac{T_s}{T_1} = \frac{60}{42,5} = 1,41.$$

Si nous calculons maintenant les différentes valeurs de K nous trouverons :

Pour la barre supérieure $K_s = 17,56$ } valeur moy. de K : $K_1 = 10,43$
Pour la barre inférieure $K_i = 3,31$ }

Digitized by Google

d'où

$$\frac{K_s}{K_1} = \frac{17,56}{3,31} = 5,3 ; \quad \frac{K_s}{K_1} = \frac{17,56}{10,43} = 1,68.$$

c'est-à-dire des valeurs considérablement plus grandes que celles relevées expérimentalement.

Il reste finalement à chercher l'influence de la résistance spécifique du cuivre sur la résistance en courant alternatif.

D'après l'égalité (5) on a

$$\alpha = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}},$$

où on a posé pour simplifier

$$\beta = \frac{4\pi^2 nbf}{10^9 a};$$

et, d'après l'équation (37), on trouve

$$R_a = \frac{1}{10^4 bh}\left(\rho + \frac{n^2 - 0,2}{9(1+\lambda)} \cdot \frac{\beta^2}{\rho} h^4\right).$$

Si on néglige 0,2 devant n^2 on voit, en dérivant par rapport à ρ, que l'expression entre parenthèses passe par un minimum pour

$$\rho = \frac{n\beta h^2}{3\sqrt{1+\lambda}}.$$

Il est certain que nous n'avons à considérer que les valeurs de $\rho > 0,02$. Une augmentation de résistance spécifique n'aurait une véritable importance que si

$$(40) \qquad h > \sqrt{\frac{3\sqrt{1+\lambda}}{50 n\beta}},$$

ou, ce qui revient au même, si

$$h > 12,3 \frac{\sqrt[4]{1+\lambda}}{\sqrt{\frac{nb}{a} f n}}.$$

Mais, en pratique, on n'atteindra pas cette valeur de h, car on restera toujours dans le voisinage de la hauteur de barre critique donnée par l'équation (38) qui conduit toujours à des valeurs de h beaucoup plus petites; d'ailleurs, si nous divisons l'équation (36) par l'équation (40), en négligeant toujours 0,2 devant n^2, nous trouvons

$$\frac{h_0}{h} = 0,76.$$

C'est-à-dire que la hauteur de barre critique est d'environ 24 pour 100 plus petite que la hauteur de barre pour laquelle la variation de la résistance spécifique commencerait à prendre de l'importance.

Les divers exemples qui ont été donnés ci-dessus montrent l'utilité pratique des théories développées par Field, Rogowski et Richter.

On a cherché encore à diminuer les pertes dans le cuivre des machines à courant alternatif en ayant recours à certains dispositifs de construction particuliers.

Certains constructeurs ont remplacé les barres massives par des rubans plats, isolés les uns des autres et assemblés de telle sorte que, dans le parcours des encoches successives, les couches des rubans de cuivre permutent successivement les unes avec les autres comme l'indique la figure 7.

Cette construction présente certaines difficultés surtout au point de vue de l'isolement.

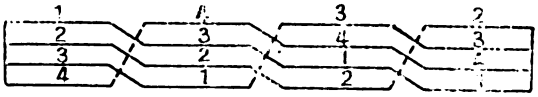


Fig. 7.

D'autres ont proposé de croiser les rubans dans l'encoche même, de telle façon que chaque élément de ruban occupe successivement toutes les couches dans la longueur de l'armature, on peut arriver ainsi à obtenir que la résistance en courant alternatif soit sensiblement la même que la résistance en courant continu.

Ainsi la Société anonyme Brown-Boveri et Cie a fait breveter dans plusieurs pays un enroulement de ce genre décrit par Richeter (Archiv für Elektrotechnik Heft 1 et 2, 1916, p. 36), tel que chaque élément de conducteur occupe successivement toutes les positions possibles dans l'encoche. Cette construction a supprimé presque complètement les pertes supplémentaires et a été réalisée pour des barres ayant jusqu'à 850 mm² de section et 70 mm de hauteur.

D'autres, enfin, ont remplacé les conducteurs massifs par des conducteurs câblés; nous renverrons pour cette étude à l'article de M. H. Rikli paru dans la *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. I, p. 727, et à l'article de M. Edouard Roth paru dans la *R. G. E.* du 1er septembre 1917, t. II, p. 323, les résultats obtenus semblent donner entière satisfaction.

L'auteur termine son article en disant que ses recherches ont porté surtout sur des générateurs à courant alternatif dont les conducteurs étaient parcourus par des courants sensiblement sinusoïdaux et étaient en partie noyés dans le fer, mais qu'il ne faut pas négliger pour cela les pertes additionnelles, souvent considérables, qui peuvent se produire dans les connexions de front et qu'on rencontre dans les enroulements des transformateurs et dans les canalisations ; il renvoie pour cette dernière étude aux travaux de Niethammer.

H. C.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Production de courants polyphasés à l'aide d'un courant monophasé [1]

Les systèmes proposés jusqu'à présent pour la production d'un système de courants polyphasés à partir d'un courant monophasé comportent tous un appareil rotatif. Jusqu'à ces derniers temps, le moteur et le générateur employés devaient avoir chacun une capacité égale à l'énergie transformée. Cependant, quelques systèmes récents, notamment celui de M. Alexanderson, comportent des groupes rotatifs dont la capacité n'est qu'une fraction de la puissance transformée.

M. G. Faccioli fait connaître un nouveau système purement statique, qui constitue une extension de l'emploi des transformateurs. Ce système n'est pas susceptible jusqu'à présent de fournir un système équilibré. En attendant des perfectionnements ultérieurs, il est néanmoins intéressant, en ce qu'il n'emploie que la self-induction, l'induction mutuelle et la résistance ohmique, comme l'indique le schéma 1.

L'énergie d'un système polyphasé équilibré est constante; celle d'un courant monophasé est périodique. Même si

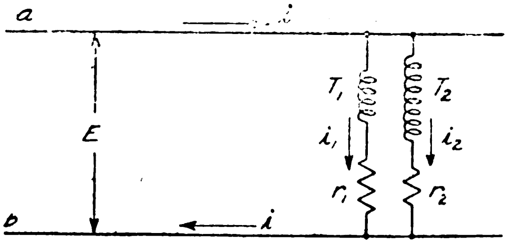


Fig. 1.

l'équilibre du système polyphasé n'est pas parfait, il reste donc à assurer, en vue de la transformation, un emmagasinement de l'énergie, lequel est opéré par les différents phénomènes inductifs qui se produisent dans les appareils utilisés.

L'exposé de l'auteur est limité au cas d'une charge non inductive.

La force électromotrice alternative monophasée est développée entre les conducteurs a et b. Entre ces conducteurs sont insérés deux enroulements de transformateurs T_1 et T_2, enroulés sur le même noyau magnétique et montés respectivement en série avec des résistances ohmiques, r_1 et r_2.

La figure 2 donne le diagramme vectoriel des phénomènes produits.

OE est la force électromotrice originaire.

EA et EB sont respectivement les forces électromotrices aux bornes des enroulements T_1 et T_2.

Admettons que le nombre de spires de T_2 soit supérieur à celui de T_1: EB est donc plus long que EA; le rapport entre EA et EB est égal au rapport entre les nombres de spires respectifs de T_2 et T_1.

OA et OB sont respectivement les forces électromotrices aux bornes de résistances r_1 et r_2.

EA et EB sont en phase; nous admettrons que le transformateur n'a, ni résistance ohmique, ni fuites; de plus, la somme vectorielle de EA et de AO donne OE. En fait, c'est la somme vectorielle des tensions en T_1 et r_1, égale à la tension d'alimentation *E*. De même, la somme vectorielle de EB et BO est égale à *E*.

OA engendre à travers r_1 un courant i_1, qui traverse également T_1; de même OB engendre un courant i_2, dans T_2 et r_2.

La résultante de i_1 et de i_2 donne le courant total *i* fourni par le circuit d'alimentation.

L'induction magnétique résultante dans le noyau est fournie par les ampères-tours développés par i_1 dans l'enroulement T_1, et les ampères-tours de i_2 dans T_2. Les vecteurs OC et OD représentent respectivement les ampères-tours de T_1 et T_2. L'induction totale est ainsi représentée par OM.

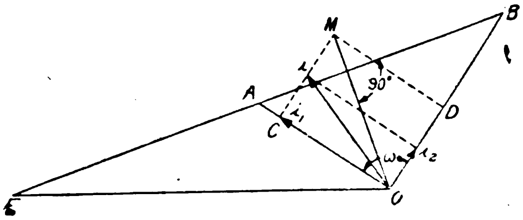


Fig. 2.

OM doit être en quadrature avec EA et EB, puisque EA et EB sont des forces électromotrices induites par OM.

Les forces électromotrices OA *et* OB *et les courants* i_1 *et* i_2 *sont décalés les uns par rapport aux autres d'un angle* ω.

Cet angle peut être modifié si l'on fait varier le rapport de transformation des deux enroulements du transformateur de phase, ou les constantes du circuit récepteur.

Exemple 1. — Le décalage entre les phases I et II est de 60°, et la phase I est en retard de 60° sur la force électromotrice d'alimentation; la phase II est alors en retard sur cette dernière de 120°.

Exemple 2. — Les phases I et II sont en quadrature : les tensions et les courants dans les circuits récepteurs constituent un système diphasé.

Ce cas est important car un décalage exact de 90° ne peut pas être obtenu entre deux circuits en utilisant seulement une self-induction en série avec une réluctance.

Exemple 3. — Cas limite. La phase II est exactement en quadrature avec la force électromotrice du circuit d'alimentation; elle ne reçoit donc point d'énergie de ce dernier directement, mais seulement par l'intermédiaire de la phase I et du noyau magnétique du transformateur.

Les trois exemples ci-dessus correspondent à trois cas typiques.

Leur étude mathématique fournit les conclusions suivantes :

Exemple 1. — *a*) Il est impossible de charger également les deux phases.

b) Le rapport des puissances passant par les deux phases varie, suivant les variations du rapport de transformation, en croissant plus vite que ce dernier.

Exemple 2. — Phases en quadrature. Le rapport entre

[1] G. Faccioli *G. E. R.*, mai 1917, t. xx, p. 352-355, 3 000 mots, 7 fig.

Digitized by Google

les puissances débitées dans les deux phases est égal au rapport de transformation des deux enroulements.

Ce rapport de transformation étant supérieur à l'unité, les deux phases ne peuvent donc être également chargées.

Exemple 3. — *a*) Phase II exactement en quadrature avec la ligne d'alimentation les deux phases sont chargées.

L'étude mathématique montre que le rapport entre les puissances débitées par les deux phases, p_1 et p_2, est donné par l'équation suivante où t représente le rapport de transformation des deux enroulements

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{t-1}{1-t\cos^2\omega}$$

Pour un décalage donné entre les deux phases, il sera donc possible de choisir le rapport de transformation de telle sorte que les charges sur les deux phases soient égales.

b) La phase I n'est pas chargée, mais est employée à prendre au circuit d'alimentation une certaine quantité d'énergie pour la transmettre à la phase II.

Cet arrangement sera d'autant plus intéressant que la puissance dépensée dans la phase I sera un minimum. Dans ce cas, le système polyphasé comprend la phase II et un autre circuit connecté directement au circuit d'alimentation, la phase I étant un simple organe transmetteur (fig. 3).

Comme on le voit, le principe de ce transformateur de

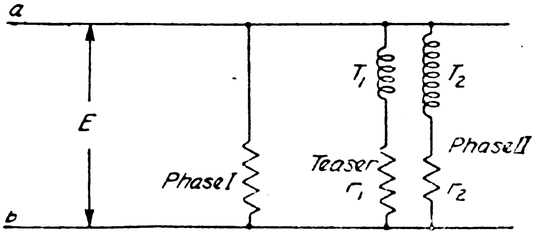


Fig. 3.

phase, dû à feu William Stanley, permet d'espérer des applications intéressantes, bien qu'à l'heure actuelle son intérêt soit encore surtout théorique, en raison des restrictions indiquées ci-dessus. J. G.

L'absorption lumineuse dans les appareils d'éclairage. — Nécessité de nettoyages fréquents. — Détermination graphique de la fréquence des nettoyages (1).

Le prix de revient d'un bon éclairage est pratiquement négligeable en comparaison des autres frais d'une usine, d'un bureau.... et cependant il n'est aucun chapitre des dépenses courantes qui ait une influence aussi grande sur le rendement du personnel. Il a été invariablement établi que le gaspillage causé par les travaux défectueux est réduit dans une forte proportion par un éclairage établi sur des bases scientifiques. Un grand nombre d'établissements travaillent avec une marge de bénéfices assez faible et, dans ce cas, une économie réalisée, même sur un chapitre peu important des frais d'entretien, devient intéressante.

L'intensité lumineuse des lampes s'affaiblit par suite d'un dépôt de poussières sur les glaces ou les réflecteurs ou par suite de phénomènes inhérents à la construction des lampes (tel que le noircissement des ampoules électriques par exemple). Aucun de ces effets ne peut être supprimé, mais le premier peut cependant être réduit par un nettoyage régulier, tandis qu'on obviera au second par le remplacement de l'ampoule noircie par une ampoule neuve lorsque son intensité aura atteint une certaine limite. Deux problèmes se posent donc : la détermination de la durée de service d'une lampe et la détermination de la fréquence du nettoyage. Le premier a été l'objet de nombreuses études, mais le second paraît avoir été négligé. Dans cet article, l'auteur présente quelques calculs qui permettront d'assurer un éclairage maximum avec le minimum de frais.

Dans la plupart des appareils d'éclairage, l'accumulation de la poussière produit une simple diminution de l'intensité proportionnelle à la fréquence des nettoyages, sans influer sur la durée de service de la lampe.

La courbe de la figure 1 montre que l'éclairement décroît d'abord rapidement puis se maintient ensuite constant. La

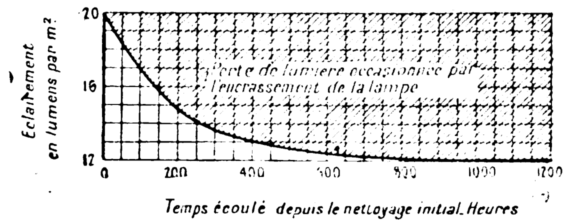


Fig. 1. — Perte de lumière occasionnée par l'encrassement de la lampe.

surface hachurée représente la lumière perdue par suite de l'encrassement de la lampe. Si les réflecteurs et les verres de la lampe sont nettoyés une fois au cours de la période représentée par le graphique, on voit que la perte de lumière est sensiblement réduite ainsi qu'il résulte du graphique de la figure 2. Le nettoyage représente donc une économie,

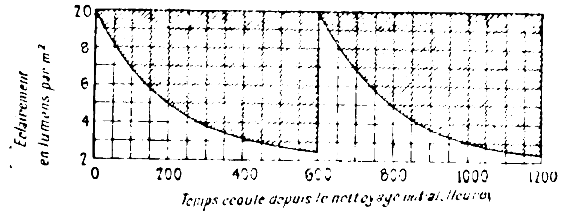


Fig. 2. — Économie de lumière réalisée par un nettoyage intermédiaire.

mais il occasionne lui-même une certaine dépense ; il convient de déterminer quelle devra en être la fréquence.

La fréquence de nettoyage la plus économique dépend intimement du prix de revient du nettoyage, du prix de la lumière, et de la forme du graphique d'encrassement. Ces trois facteurs peuvent être déterminés et la solution de la question est alors obtenue de la façon suivante :

La physique nous apprend que le graphique de la diminution de l'éclairement causée par l'encrassement est une exponentielle asymptotique à une parallèle à l'axe des abscisses, d'où il résulte que toute loi de variation pouvant gouverner la courbe dépend très probablement uniquement de l'ordonnée comptée à partir de l'asymptote comme origine.

(1) KAY KLEGERBUIS. *Electrical World*, t. LXIX, n° 21, 26 mai 1917, p. 1008-1010, 2 000 mots, 8 fig.

L'équation de la courbe du rendement lumineux est de la forme générale

$$y = a + be^{cx}$$

dont on peut déterminer les constantes a, b, c ; x est le temps exprimé en heures depuis le nettoyage initial.

Dans le cas de la figure 1, par exemple, $a = 12$. Faisons $x = 0$. Il vient $y = a + be^{cx} = a + b = 20$. D'où $b = 8$. La constante c peut être déterminée en choisissant un point convenable et égalant l'ordonnée du point choisi à $12 + 8e^{cx}$. Prenons le point $x = 150$ qui donne $y = 15,75$. On a l'égalité $12 + 8e^{150c} = 15,75$. Cette équation résolue donne pour c la valeur $c = -0,0050$. L'équation de la courbe de la figure 1 est alors

$$y = 12 + 8e^{-0,0050\,x}.$$

L'asymptote de la courbe représente la valeur que prendrait l'éclairement si le nettoyage de l'appareil d'éclairage n'était jamais effectué — ce qui est un cas fréquent.

L'expression suivante donne une relation entre la quantité de lumière économisée et l'intervalle de temps g, qui sépare les nettoyages.

Les lumens-heures économisés par année et par mètre carré sont données par l'expression

$$L = \frac{K}{24}\left[\int_{x=0}^{x=g} 8e^{-0,0050\,x}\,dx\right]\frac{8\,766}{g},$$

où K représente la durée moyenne de fonctionnement de la lampe par jour, et 8 766 est le nombre d'heures d'une année pris comme terme de comparaison.

Par intégration on obtient l'expression suivante plus pratique

$$L = K\,\frac{584.400}{g}\,(1 - e^{-0,0050\,g}).$$

La figure 3 donne la courbe de cette équation en prenant $K = 11$. En multipliant cette expression par le prix de

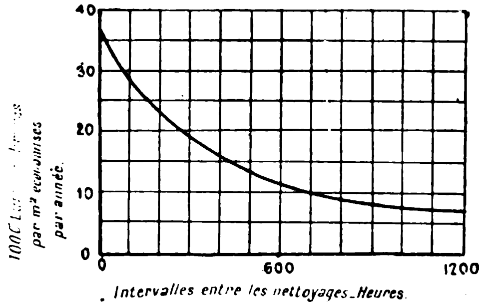


Fig. 3. — Economie annuelle de lumière en fonction de la fréquence des nettoyages.

revient de l'unité de quantité de lumière, on obtiendra l'économie annuelle par mètre carré soit

$$K\,\frac{584,400}{g}\,(1 - e^{-0,0050\,g})\ 0.0016 \text{ cents.}$$

Il est évident que le prix de revient du nettoyage variera en raison inverse de la fréquence. L'expression du prix de revient annuel de nettoyage par mètre carré de surface éclairée est alors $y = \frac{8\,766}{x}\,0,5$ cents. La courbe correspondante est une hyperbole (fig. 4).

La relation entre les deux courbes de la figure 4 constituera un critérium pour la détermination de la fréquence des nettoyages.

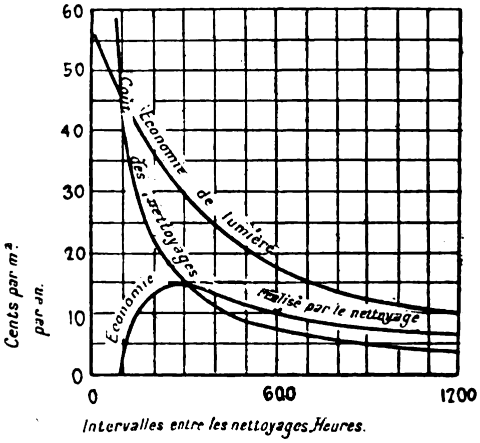


Fig. 4. — Economie annuelle par m² réalisée par le nettoyage. (Durée d'éclairage : 12 heures par jour.)

L'économie nette réalisée par le nettoyage sera alors

$$\left[\frac{K}{g}\,584.400\,(1 - e^{-0,0050\,g})\,0,0016\right] - \frac{8\,766}{g}\,0,5 \text{ cents.}$$

La troisième courbe de la figure 4 représente cette équation.

L'économie maximum correspondra au maximum de la courbe qui déterminera ainsi la fréquence de nettoyage à adopter et l'économie réalisée.

Les courbes de la figure 5 sont semblables aux précédentes, mais correspondent à diverses durées quoditiennes de service.

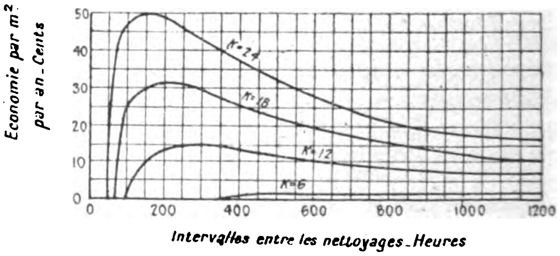


Fig. 5. — Economie correspondant à divers intervalles de nettoyage pour différentes durées de service par jour.

Cette analyse, appliquée à un cas particulier, s'étend à toutes les installations d'éclairage, quelle que soit leur importance : la forme générale de la courbe d'économie reste la même.

P. G.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

La houille blanche et l'agriculture

L'article ci-dessous est la reproduction intégrale d'un mémoire présenté au « Deuxième Congrès de la Houille blanche » qui devait avoir lieu à Lyon en septembre 1914. Sa rédaction date donc de plus de trois ans; certaines des appréciations qui y sont contenues pourraient donc être modifiées par des faits plus récents. Le mémoire n'en conserve pas moins sa valeur intrinsèque en tant qu'il expose, avec tous les développements nécessaires, l'état de la question des applications de l'électricité à l'agriculture avant la guerre. Rappelons que la « R. G. E. » a déjà publié plusieurs articles sur cette même question, qui présente un intérêt considérable actuellement et pour l'après-guerre : celui de M. Paul Lecler inséré dans le numéro du 20 janvier, t. I, p. 107-112, et ceux de M. Achille Delamarre, insérés dans les numéros du 5 mai, t. I, p. 691-700 et du 2 juin, t. I, p. 860-862.

Le Congrès de la Houille blanche de 1914 ne pouvait se désintéresser des rapports de la houille blanche et de l'agriculture.

L'agriculture traverse, en effet, depuis quelques années, une crise sérieuse qui n'a cessé d'attirer l'attention des pouvoirs publics. La dépopulation des campagnes, provoquée surtout par le développement de l'industrie, a de graves conséquences économiques et sociales.

Les agriculteurs éprouvent des difficultés croissantes pour trouver la main-d'œuvre nécessaire à leurs travaux, tandis que ces travaux deviennent chaque jour plus nombreux et plus compliqués.

On a essayé d'y remédier en faisant appel à la main-d'œuvre étrangère; mais ce n'est là qu'une ressource momentanée, car le nombre de ces ouvriers est limité; il est inutile d'ailleurs d'insister sur les graves inconvénients de cette importation de main-d'œuvre étrangère.

L'agriculteur doit donc remplacer de plus en plus le travail à la main et celui des animaux par le travail des machines. Mais, malgré les progrès faits depuis près de cinquante ans dans cette voie, malgré l'emploi pour certaines catégories de travaux, et notamment pour le labourage et le battage, des machines à vapeur et des moteurs à explosion, l'agriculture est restée sur ce point bien inférieure à l'industrie.

Une des raisons en paraît être qu'elle n'a pu bénéficier par l'emploi de ces engins que de services limités, mais qu'elle n'a pas trouvé en eux l'outil souple, facilement transportable, toujours prêt à fonctionner et s'adaptant instantanément aux travaux très variés et très distants que son développement exige.

Le moteur électrique, au contraire, satisfait à ces exigences, et permet, par suite, de répondre à tous les besoins de l'agriculture. Aussi, il n'est pas étonnant que, dès ses débuts, le transport de l'énergie électrique en dehors des centres urbains ait eu sa répercussion chez les agriculteurs et ait fait naître en eux le désir bien normal d'améliorer leur sort par les applications de l'électricité, mises ainsi à leur portée d'une manière pratique.

L'utilisation de plus en plus intensive de nos ressources en houille blanche qui s'est produite ensuite et qui a permis, depuis une dizaine d'années, le développement des grands transports de force et la réalisation de réseaux s'étendant sur plusieurs milliers de kilomètres et sur de nombreux départements, a provoqué encore une recrudescence des espérances légitimes que les agriculteurs fondent sur l'emploi de l'énergie électrique.

Les distributeurs d'énergie ont d'ailleurs compris, les premiers, quels devoirs ils avaient à remplir envers l'agriculture; et, aussitôt après avoir surmonté les difficultés considérables de mise en train de leurs réseaux, ils ont fait tous leurs efforts pour les accomplir. C'est ainsi qu'en plusieurs régions de France ont été réalisés des réseaux essentiellement agricoles rendant les plus grands services aux populations desservies.

Ces efforts ne vont pas sans de sérieuses difficultés, soit du côté des distributeurs d'énergie, soit du côté des agriculteurs. Ces difficultés sont d'ailleurs dans l'ordre normal des phénomènes économiques, surtout quand il s'agit d'une œuvre aussi considérable que celle de modifier complètement les habitudes séculaires de l'agriculture française, grâce aux progrès et à la diffusion d'une industrie qui est, au contraire, de date très récente.

Elles ne peuvent être surmontées que par une étude attentive des expériences faites, des résultats déja obtenus, des problèmes nouveaux à résoudre, des conditions essentiellement variables dans lesquelles ils se posent, suivant les différentes régions de la France, le prix de revient de l'énergie électrique, le morcellement des propriétés et la nature des cultures.

Nous nous proposons d'étudier quelles peuvent être les solutions de ces problèmes, et, par suite, quels doivent être les rapports économiques des agriculteurs et des distributeurs d'énergie, et notamment de ceux de houille blanche.

Le problème comporte-t-il une solution unique, comme semblent le préconiser depuis quelque temps, par une généralisation abusive, certains milieux agricoles qui font remonter toutes les difficultés à la question des tarifs, songent à établir des centrales électriques spéciales en vue d'usages uniquement agricoles et en arrivent jusqu'à

Digitized by Google

demander des distributions d'énergie faites par l'Etat aux agriculteurs au prix de revient ?

Ou bien, au contraire, le problème présente-t-il, comme nous le pensons, des aspects divers et complexes ? Les difficultés ne proviennent-elles pas d'autres causes beaucoup plus importantes que celles des tarifs, notamment celle des frais de premier établissement? Les solutions ne doivent-elles pas être variées et permettre toujours la souplesse infiniment grande d'applications, que comportent seules les industries privées? Ne doit-on pas faire intervenir, à côté des grandes distributions d'énergie, non pas l'industrie d'Etat, mais les groupements d'agriculteurs associant leurs intérêts sous forme de syndicats et de coopératives ?

Pour décider entre ces deux points de vue et répondre aux interrogations ainsi posées, il faut étudier quels sont les services réciproques que peuvent se rendre distributeurs d'énergie et agriculteurs, ou, en d'autres termes, quelle est la véritable monnaie d'échange qui existe entre eux. Il serait, en effet, anti-économique — et nul ne peut le demander — que cet échange n'ait lieu qu'à l'avantage d'une seule des parties.

Nous étudierons donc, d'abord, quelles sont les applications agricoles actuelles et futures de l'électricité, et quelle est la nature des services que l'électricité peut ainsi rendre à l'agriculture. Nous verrons après quels sont, au contraire, les services que l'agriculture peut rendre à l'électricité, c'est-à-dire, quelle est la nature de la clientèle agricole, ses avantages et ses inconvénients.

Nous exposerons ensuite les résultats déjà obtenus en France et à l'étranger, les tarifs appliqués, les idées et projets actuellement en cours.

Enfin, nous conclurons en examinant quels efforts doivent faire simultanément, pouvoirs publics, agriculteurs et distributeurs, afin d'obtenir, le plus rapidement possible, les résultats les meilleurs pour l'intérêt général du pays.

I. — Emploi de l'électricité en agriculture.

Je laisserai complètement de côté les conditions techniques d'application des moteurs électriques aux machines agricoles, ainsi que l'examen des avantages sur les moteurs à vapeur, à pétrole et à gaz pauvre, de l'emploi en agriculture des moteurs électriques. Ces questions ont déjà fait l'objet de nombreuses publications tant en France qu'à l'étranger, et ont été notamment traitées dans de remarquables ouvrages et communications de MM. Ringelmann, Paul Lecler, A. Petit, H. Girard, etc.

Je me contenterai de vous exposer rapidement les emplois principaux de l'électricité en agriculture, qui sont :

L'éclairage;
L'électro-culture;
Les travaux de culture ;
Les travaux d'intérieur de la ferme;
Les pompages et irrigations.

I. Éclairage. — Il n'est pas besoin d'insister sur le rôle particulièrement bienfaisant que joue l'éclairage électrique dans les fermes. Il y apporte de notables avantages économiques : confort et hygiène, diminution des dangers d'incendie, économie d'argent, économie de temps, grandes facilités de travail, et, notamment, possibilité du travail de nuit en cas de presse, meilleur rendement.

Les avantages sociaux ne sont pas moindres : en éclairant les fermes, en éclairant également leurs abords, on rendra la campagne plus gaie, plus attrayante; on pourra donner à l'ouvrier agricole plus de bien-être ; on diminuera la nostalgie de la ville avec ses magasins aux devantures brillamment éclairées, et on supprimera ainsi une des principales causes de la dépopulation des campagnes.

II. Électro-culture proprement dite. — L'électro-culture proprement dite consiste essentiellement dans l'action de l'électricité, et, particulièrement, l'électricité à haute tension sur le développement des végétaux. Les plantes ont, en effet, besoin, pour vivre, non seulement des énergies lumière et chaleur, mais aussi de l'énergie électrique.

Le rôle de l'énergie électrique se manifeste également sur la décomposition chimique des composés contenus dans le sol.

Jusqu'ici, les résultats obtenus dans cette fertilisation électrique du sol et des plantes ont été contradictoires : tous les facteurs n'en sont pas assez connus. Mais ces questions commencent à intéresser un nombre de plus en plus grand d'agriculteurs, comme le prouve le premier Congrès international d'électro-culture tenu à Reims en octobre 1912.

En tout cas, il paraît certain que, si l'électro-culture doit faire des progrès, elle ne pourra pas les accomplir par l'électricité atmosphérique, trop difficile à capter et trop intermittente. Seule, l'électricité à haute tension des transports de force peut être dès maintenant employée comme agent direct sur la végétation et moyen de fertilisation des cultures.

III. Travaux de culture. — Les travaux de culture consistent essentiellement, en dehors des ensemencements et des récoltes, dans les labourages et déchaumages que les agriculteurs doivent exécuter à des époques déterminées, et dans les battages.

Labourage. — Le labourage électrique n'est qu'un cas particulier du labourage mécanique qui a suscité depuis longtemps les essais les plus divers. Les raisons en sont nombreuses : « d'ordre moral comme le désir séculaire du moindre effort physique ; d'ordre économique, comme le manque de main-d'œuvre, les tares des animaux moteurs ; ou d'ordre technique, comme la plus grande rapidité des opérations culturales, la meilleure préparation du sol (¹). »

Le labourage mécanique consiste essentiellement en

(¹) *Electricité agricole*, A. Petit p. 237.

Digitized by Google

labourage par treuil. La charrue seule se déplace dans les champs dans un mouvement de va-et-vient, en traçant des raies parallèles; elle est tirée par un câble s'enroulant sur un treuil mû par un moteur à vapeur ou électrique. Dans ce dernier cas, celui-ci est relié par des lignes volantes à la source de production de courant.

Les charrues sont mono ou poly-socs, pouvant labourer dans les deux sens, ou, au contraire, revenir à vide. Les socs doivent pouvoir s'enfoncer à des profondeurs variables de 0,15 m à 0,50 m environ, suivant la nature des terres et suivant qu'il s'agit de labours artificiels comme les premiers labours d'été ou de labours profonds comme ceux que l'on fait en hiver pour les défrichements des prairies.

En Suisse, le labourage électrique a été appliqué sur un certain nombre de grosses exploitations, et on admet qu'il est rémunérateur dès qu'il s'agit d'exploitations ayant plus de 500 hectares [1].

En Prusse, il existait, en 1911, 1257 charrues à vapeur d'une puissance totale de 81842 ch [2]. Mais, actuellement, les grandes exploitations mettent fréquemment le labourage électrique en concurrence avec le labourage à vapeur. En effet, les frais de premier établissement ne paraissent pas plus élevés avec l'un qu'avec l'autre. Tandis que des charrues à vapeur de 60 à 80 ch, pesant de 18 à 20 t, coûtent de 55000 fr à 75000 fr, on construit des charrues électriques de 40 ch coûtant environ 45000 fr et de 60 ch pour 65000 fr. Ces dernières peuvent labourer de 4 à 5 hectares par journée de 10 heures. De plus, elles sont plus légères que les charrues à vapeur et se meuvent plus facilement dans les terrains accidentés.

En France, le labourage électrique commence seulement à se répandre. Il en existe une installation dans l'Aisne, près de Soissons : le fonctionnement est presque irréprochable, et la dépense du courant par hectare de labour est très faible. Entre Blesme et Vitry-le-François, il va être installé deux tracteurs de chacun 63 ch pour assurer les labours d'une exploitation agricole de 400 hectares environ.

Le labourage électrique s'imposera d'ailleurs bientôt, même pour la moyenne culture ; car la nécessité de faire les labours dans une période restreinte force à réunir, en un court délai et pour une durée peu importante, une assez grande quantité de laboureurs (10 environ par 50 hectares à labourer en 25 jours), ce qui sera de plus en plus difficile. Le petit fermier, ne pouvant plus compter sur les membres de sa famille, se joindra donc à ses voisins pour adopter la culture industrielle. La petite propriété devra, à l'avenir, se syndiquer pour assurer ses labours. Cela lui sera facilité par les progrès qui seront certainement réalisés dans la fabrication des charrues. Celle-ci n'est encore qu'à son début, elle se perfectionnera évidemment, le prix de revient diminuera au fur et à mesure qu'elles se répandront et il se créera des types destinés à la moyenne culture.

En tout cas, les résultats dès maintenant obtenus sont très encourageants et font espérer que l'électricité apportera à l'agriculture, dans un avenir prochain, la solution pratique et économique du problème du labourage mécanique.

Battages. — Le battage des grains paraît être un des travaux que les agriculteurs auraient le plus d'avantage à exécuter eux-mêmes électriquement.

En Suisse, il est très répandu ; des batteuses complètes, y compris aspirateurs de poussières, presse à paille et nettoyeuse, battent à l'heure 120 à 150 gerbes avec un moteur de 3 à 4 ch. Dans certaines exploitations (20 à 30 hectares de cultures dont 1/3 en prés et 2/3 en champs) fournissant environ 8000 à 10000 gerbes par an, une batteuse à vapeur bat les grains en trois à quatre jours, mais le personnel doit être renforcé et la location de la batteuse coûte 150 à 165 fr. Or, ce prix à lui seul paye l'abonnement à un moteur de 4 ch, et, de plus, le personnel n'a pas besoin d'être renforcé.

En France, la méthode généralement adoptée jusqu'ici consiste à confier le battage à des entrepreneurs, dont le matériel, composé d'une batterie et d'une machine à vapeur, est transportable d'une ferme à une autre.

Mais chaque cultivateur doit ainsi attendre son tour, puis consacrer les journées qui lui sont indiquées, les meilleures de la saison, à ce travail qui nécessite de nombreux ouvriers difficiles à recruter et chèrement payés. Il en résulte d'abord la perte d'un temps qui eût été précieux pour les travaux de déchaumage, ensuite, un prix de revient élevé par sac de grains obtenu.

Au contraire, les agriculteurs qui ont pu s'organiser pour loger pendant quelque temps les gerbes à l'abri du mauvais temps et pour les dépiquer pendant les mauvais jours de l'automne et de l'hiver, lorsque le personnel est empêché d'aller aux champs, réalisent sur les autres des avantages qui rémunèrent largement leurs dépenses de premier établissement.

Ainsi, sur le réseau de la Société méridionale de Transport de Force, un cultivateur récoltant 2000 sacs de grains dépensait par an 2300 à 2500 fr pour faire dépiquer les gerbes par un entrepreneur. Il a construit des hangars et acheté une batteuse électrique, ce qui lui a coûté 20000 fr. Il dépique en hiver avec son personnel ordinaire et dépense en main-d'œuvre et courant électrique 600 fr. Il économise par an 1800 fr : l'argent dépensé à son installation lui rapporte 9 pour 100.

Pour le battage, les moteurs électriques s'imposent donc. D'ailleurs, il n'est pas indispensable d'avoir un moteur spécial, car, si on fait en même temps du labourage électrique, le même moteur pourra servir pour les deux usages.

Le battage électrique, qui a déjà de nombreuses applications, est donc susceptible d'un développement important et très intéressant pour l'agriculture.

IV. — Travaux d'intérieur de la ferme. — Les applications de l'électricité aux travaux d'intérieur de

(1) F. Marti. L'Électricité dans l'agriculture. *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, octobre 1913.

(2) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 1912, fasc. 38.

Digitized by Google

la ferme sont si connues qu'il suffit de les énumérer.

L'électricité peut servir :

A activer les divers appareils de préparation de nourriture des animaux (triturer, concasser, aplatir et moudre les grains; nettoyer et couper les racines; presser les pailles et les fourrages, les hacher; briser les tourteaux); à pétrir la farine, pomper le purin, pomper et élever les eaux, actionner la forge, repasser les outils, scier du bois, etc...;

A actionner l'écrémeuse, la baratte, le malaxeur, dans les laiteries;

A ventiler les sécheries de fruits et légumes.

Elle fait fonctionner les machines à glace et les appareils frigorifiques permettant la conservation des produits alimentaires. Elle permet de faire tous les travaux de caves (pompage, etc.), dans les régions de viticulture.

Toutes ces applications sont déjà très répandues. Mais on peut concevoir d'autres emplois spéciaux qui se généraliseront certainement dans un avenir prochain; la stérilisation des liquides et produits destinés à l'alimentation : eau, lait, beurre, etc.

Le traitement des alcools, vins et autres liquides en vue de leur rectification ou de leur vieillissement;

Le blanchiment électrique des farines, de façon à augmenter leur valeur commerciale;

L'extraction de la caséine du lait, qui peut être une source nouvelle de revenus pour les agriculteurs;

Les couveuses électriques;

La traite des vaches, qui est utilisée sur une grande échelle au Danemark et commence à se répandre en Suisse. L'avantage consiste surtout à pouvoir traire simultanément trois ou quatre vaches, ce qui réduit sensiblement la main-d'œuvre. On a de plus des appareils d'une propreté parfaite.

On voit donc que, quoique à leur début, les applications de l'électricité à la ferme sont variées, nombreuses et faciles. L'avenir ne pourra que les développer dans de grandes proportions.

V. — Pompages et irrigations. — Un des services les plus importants que l'électricité rend à l'agriculture réside certainement dans le pompage et l'élévation des eaux qui permettent soit les irrigations des prairies, soit les arrosages et le développement des cultures maraîchères. Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'importance considérable de l'irrigation dans les pays agricoles et viticoles, et notamment dans le midi de la France. L'électricité résout, sans aucune difficulté, tous les problèmes que comportent ces importants services d'élévation et de distribution des eaux.

Nous avons parcouru le vaste champ des applications de l'électricité à l'agriculture, dont les unes sont dès maintenant au point, et dont les autres le seront bientôt. Ce champ ne pourra que s'élargir encore : les essais faits jusqu'ici ne l'ont été, en effet, que dans des proportions restreintes. Mais, comme cela s'est produit et se produit encore tous les jours pour l'industrie, les agriculteurs, lorsqu'ils l'adopteront résolument, trouveront certainement dans l'électricité mille ressources qu'ils ne soupçonnent même pas en ce moment.

La démocratie rurale sera retenue dans les campagnes par un travail rendu plus facile, plus sûr et plus attrayant; de plus, ses craintes de chômage seront diminuées beaucoup, car l'électricité à la ferme permettra d'installer certaines petites industries mécaniques qui seront mises en mouvement aux périodes de cessation de travail de l'agriculture. Elle libérera les agriculteurs d'une grande partie de leurs préoccupations, modifiera leur outillage et leurs procédés, transformera leurs exploitations qui deviendront ainsi bien plus rémunératrices.

II. — Nature et conditions de la clientèle agricole.

Nous venons de voir quel est l'apport considérable de l'électricité à l'agriculture. Nous allons maintenant examiner quel est l'apport de l'agriculture à l'électricité, et quels résultats peuvent en obtenir les distributions d'énergie. Ceux-ci découlent de la nature spéciale de la clientèle agricole dont il convient par suite d'étudier les caractéristiques.

I. — Avantages de la clientèle agricole. — Les distributeurs d'énergie n'ont eu garde de méconnaître certains avantages de la clientèle agricole, sur lesquels leur attention s'est portée depuis longtemps.

Le principal est que l'énergie électrique agricole peut être utilisée presque exclusivement pendant le jour; elle ne se confond donc pas avec les pointes d'éclairage.

L'agriculture a, d'autre part, besoin d'énergie, surtout en été et en automne, par suite en des saisons où les besoins d'énergie industrielle ne se cumulent pas avec la fourniture de lumière.

L'utilisation agricole de l'énergie électrique peut donc accroître la fourniture annuelle des usines, sans pour cela augmenter la puissance maximum nécessaire, ce qui est un avantage certain.

II. — Difficultés de la clientèle agricole. — a) *Irrégularité*. — Une des caractéristiques de la clientèle agricole est sa très grande irrégularité. Les besoins varient en effet essentiellement, non seulement avec les saisons, mais dans chaque saison avec les intempéries. Un été sec ou pluvieux augmentera ou diminuera dans des proportions énormes l'énergie employée aux irrigations et aux arrosages. Tous les travaux de culture subissent également les caprices du temps. Les besoins d'énergie agricole sont donc très variables et très instables, surgissent par à-coups qui ne peuvent pas être prévus et ne présentent pas le caractère de régularité si nécessaire aux exploitations électriques.

Nous avons vu que les besoins d'énergie se présentent surtout en été et en automne, ce qui constitue un avantage au point de vue de la puissance maximum de l'usine. Mais, en ce qui concerne les distributions de houille blanche, ce sont les saisons qui, en France,

Digitized by Google

pour la plupart d'entre elles, correspondent à l'étiage des rivières qui les alimentent. Ce sont par suite les saisons les moins favorables : car ce sont celles où non seulement elles ont le moins de résidus disponibles, mais où souvent elles n'ont même plus le nécessaire en ressources hydrauliques et sont obligées de demander secours à la vapeur. Tous les réseaux, très nombreux en France, qui sont alimentés par des bassins pluviaux se trouvent dans ce cas. Seules, certaines distributions, tirant leurs ressources hydrauliques de rivières d'origine glaciaire comme dans les Alpes, sont dans une situation plus favorable, mais elles desservent les régions les moins agricoles. En tout cas, nous voyons là un nouveau danger des généralisations et la nécessité d'examiner, une à une, la situation de chaque distribution d'énergie, surtout de celles de houille blanche.

b) *Dissémination.* — La clientèle agricole est excessivement disséminée, variable d'ailleurs suivant les régions, plus dense dans celles où la propriété est très morcelée, beaucoup plus rare dans les départements à grands domaines agricoles, comme il s'en rencontre notamment dans le sud et l'ouest de la France. Mais, dans tous les cas, les frais d'établissement des réseaux sont très élevés à cause de leur étendue, et ils se répartissent sur beaucoup moins d'abonnés que dans les villes et dans les agglomérations.

c) *Constitution de la propriété agricole.* — Les conditions des producteurs agricoles diffèrent généralement de celles des producteurs industriels. Tandis que ceux-ci sont presque toujours propriétaires de leurs moyens de production, il n'en est pas de même en agriculture. Dans beaucoup de régions, l'exploitant est souvent un fermier, détenteur seulement d'un bail plus ou moins long. Lequel du fermier ou du propriétaire doit avancer les fonds nécessaires à l'établissement de l'électricité? Si c'est le fermier, que se passera-t-il en fin de bail?

Les mêmes difficultés se présentent également dans les pays de métayage. Il semble que le propriétaire devra avancer les frais d'établissement des canalisations électriques et de leurs accessoires, sauf à réclamer un intérêt raisonnable des fonds avancés.

En tout cas, cette situation complexe, cette dualité d'organes dirigeants, rendent très difficiles et souvent très longues les négociations des secteurs et des agriculteurs.

d) *Utilisation.* — Mais le plus grand inconvénient que présente la clientèle est la courte durée d'utilisation des appareils, ce qui, au lieu d'atténuer, aggrave encore les difficultés précédentes.

La plupart des ouvrages déjà parus fixent à 100 heures au maximum la durée d'utilisation des appareils d'intérieur de ferme ne desservant qu'une exploitation. On a des données moins précises sur les travaux de culture.

Il nous paraît intéressant d'indiquer les résultats obtenus ces dernières années dans certains réseaux français et étrangers.

Le Sud-Électrique a établi la statistique suivante, d'après une clientèle utilisant une puissance de plus de 2 000 ch et en fonctionnement depuis environ trois ans (tableau I).

TABLEAU I.

Nos	SUD-ÉLECTRIQUE NATURE DES APPLICATIONS	UTILISATION ANNUELLE
1	Arrosages et usages domestiques des fermes	110 heures
2	Graines et chardons	256 —
3	Submersions	426 —
4	Caves et pompes à vin	85 —
5	Moulins à huile	179 —
	Moyenne	297 heures

Il faut remarquer que, quoique très basse, la moyenne est notablement relevée par le développement des submersions en Camargue qui constitue la partie plus importante de la clientèle (plus de 1 000 ch sur 2 000); mais cette utilisation est exceptionnelle.

Sur le réseau de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, les pompes sont employées pendant environ 3 à 4 heures par jour pendant 80 à 100 jours, soit environ 300 à 400 heures par an. Sur ce même réseau, une exploitation agricole importante sise à Mallemort (Bouches-du-Rhône) a non seulement transformé toute son exploitation à l'électricité, mais a organisé un service collectif pour tous les fermiers des environs. Malgré cet appoint très important, l'utilisation annuelle de la puissance installée ne dépasse pas 350 heures.

Sur le réseau de la Société nîmoise d'Électricité, où se rencontrent de très nombreuses pompes électriques pour arrosage des cultures maraîchères, l'utilisation de ces appareils est d'environ 300 heures par an, celle des pompes de caves à vin est seulement de 100 heures.

Des résultats analogues et même moins bons se rencontrent également en Suisse [1] où, cependant, les applications agricoles de l'électricité ont pris un développement beaucoup plus grand qu'en France. Seules, les fromageries donnent une utilisation annuelle de plus de 300 heures.

Dans le canton de Schaffhouse, la durée d'utilisation varie de 50 à 100 heures environ.

Dans le canton de Fribourg, très agricole, à propriétés très morcelées, desservi par un grand réseau de distribution d'énergie, les durées d'utilisation des machines agricoles sur des exploitations d'importances diverses sont résumées dans le tableau II.

Tous ces résultats permettent de conclure dès maintenant que l'utilisation de l'énergie agricole est des plus faibles. Elle peut être évaluée à 100 heures par an pour les travaux d'intérieur de ferme — 250 heures pour les pompes élévatoires de cultures maraîchères. — Seules les submersions dépassent 400 heures.

Aucun de ces chiffres n'est comparable avec les utili-

[1] F. MARTI, déjà cité.

Digitized by Google

TABLEAU II. — *Durées d'utilisation des machines agricoles sur des exploitations d'importances diverses du canton de Fribourg (Suisse).*

NUMÉROS	NATURE DES MACHINES	IMPORTANCE DE L'EXPLOITATION EN HECTARES			
		Plus de 40. Moteurs de 4 à 6 ch.	De 20 à 40. (Moteurs de 4 ch.)	De 10 à 20. (Moteurs de 2 1/2 à 4 ch.)	Au-dessous de 10. (Moteurs de 2 1/2 ch.)
		Nombre d'heures d'utilisation annuelle.			
1	Batteuses de grains avec moulins	80 à 100 pour 8 000 à 12 000 gerbes	50 à 80 pour 4 000 à 8 000 gerbes	30 à 50 pour 2 000 à 4 000 gerbes	50 pour 1 000 à 2 000 gerbes
2	Broyeurs de pommes de terre (d'après le nombre de porcs)	60 à 80	50	30	20
3	Hacheuses de paille	75 à 100	75	60	50
4	Scies circulaires	30	24	18	18
5	Meules à aiguiser	50	50	40	30
6	Scies à ruban	45	30	30	30
7	Élévateurs de foins et de céréales	20	15	10	10
8	Pompes à vidange	50	40	40	30
9	Pompes élévatoires	180-200	130-150	100-120	80-100
10	Pressoirs à fruits	40	40	30	20
11	Moulins	30	30		

sations industrielles qui varient, au contraire, en général, de 1 000 à 3 500 heures.

Dans ces conditions, la vente de l'énergie aux agriculteurs ne procure aux distributeurs d'énergie que des recettes relativement minimes, comparées à la puissance immobilisée.

III. — CONSOMMATION DES APPAREILS AGRICOLES. — Les résultats précédents sont encore confirmés, si l'on examine la consommation moyenne des appareils agricoles d'utilisation d'énergie électrique. Ces consommations sont excessivement faibles et permettent par contre aux agriculteurs d'obtenir des résultats bien plus rapides et plus économiques qu'avant l'application de l'électricité.

Voici, pour la France, quelques résultats, d'après M. Paul Lecler (tableau III).

En Allemagne, on a obtenu des consommations encore plus favorables, comme le montre le tableau IV.

Ces quelques exemples suffisent à prouver avec quelle faible consommation d'électricité les agriculteurs peuvent accomplir la plupart de leurs travaux. On peut d'ailleurs, dès maintenant, évaluer approximativement la quantité d'électricité consommée par hectare et par an, uniquement pour la lumière et la force motrice dans les régions ne nécessitant pas de dépenses spéciales pour l'irrigation.

Ce chiffre ne peut être qu'une moyenne, car l'évaluation dépend évidemment de la nature des cultures, de la nature du sol, du nombre de bêtes, etc...

Sur un domaine de 250 hectares en France, on a relevé

TABLEAU III. — *Consommation d'énergie électrique de divers appareils d'intérieur de ferme.*

DÉSIGNATION DES APPAREILS	QUANTITÉS de matières travaillées par heure en kg.	KW-H consommés par 100 kg de matières travaillées.	PRIX de revient aux 100 kg.	PRIX de revient par heure.
			(En supposant le kw-h à 0,40 fr.)	
Broyeur d'engrais	2000 à 2500	0,125	0,05	1
Broyeur de tourteaux	550	0,150	0,06	0,33
Aplatisseur d'avoine type 600 litres	400	0,275	0,11	0,44
Concasseur à meules (avoine)	50	0,600	0,24	0,12
Coupe-racines avec décrotteur betteraves	1 800	0,025	0,10	1,80
Hache-paille (paille coupée à 8 mm)	400	0,400	0,16	0,64
Batteuses perfectionnées	50	0,500-1 200	0,20-0,48	0,10-0,24

les valeurs suivantes : consommation annuelle par hectare, force motrice : 10,65 kw-h ; lumière : 1,77 kw-h ; total : 12,42 kw-h.

En Allemagne, dans le réseau de Deremburg, dans le Hardt, qui compte une puissance totale installée de 2 000 ch et de 20 000 lampes, les consommations sont les

TABLEAU IV. — *Renseignements concernant l'agriculture allemande.* (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1912, Fasc. 38.)

NATURE DES MACHINES	PRODUCTION PAR JOURNÉE DE 10 HEURES	PUISSANCE NÉCESSAIRE EN CHEVAUX
Machine à vanner avec trieur	8 à 16 tonnes	1-3
Van mécanique	7,5 à 10 —	0,5
Moulin à fumier	30 —	2-3
Batteuse de grains à tambour transportable	1 500 à 2 000 gerbes, env. 5,7 t de grains	6-8
Batteuse de grains à chargement automatique et presse à paille avec lieuse botteleuse	10 à 15 t de grains	25
Moulin à tambour avec trieuse ordinaire	1 000 gerbes 3,5 t de grains	3-4
Élévateur de foins et grains	environ 30 tonnes	1-2
Monte-foins	— 100 —	3-5
Hacheuse de paille	— 10 —	4-5
Broyeuse de pommes de terre	— 20 —	1
Broyeuse d'avoine	— 2 —	1

suivantes : force motrice : 20 kw-h ; lumière : 4 kw-h : total : 24 kw-h.

Étudions la consommation d'une propriété de 100 hectares, dans laquelle les services électriques seraient très développés. Pour les labourages d'été et d'automne, un matériel composé de deux treuils, dont un à moteur de 50 ch, et d'une charrue polysoc pour l'été et monosoc pour l'hiver, travaillera au maximum, en deux saisons différentes, 52 journées, et absorbera 8 500 kw-h, en

Digitized by Google

tenant compte des journées de 8 heures d'hiver et du temps perdu aux manœuvres pendant lequel le moteur est arrêté.

Pour le battage, en supposant 50 hectares sur 100 plantés en céréales, et une batteuse avec moteur de 8 ch, on obtiendra, par jour de 8 heures, 80 sacs de 100 l, soit 125 l : ch-h. Si la propriété produit 25 sacs à l'hectare, toute la récolte en céréales sera battue en 15 jours et absorbera environ $\frac{1\,250}{1,25} = 1\,000$ kw-h. Enfin, les travaux d'intérieur de la ferme n'exigent pas une consommation de plus de 1 000 kw-h.

Par suite, avec une puissance de 40 kw, l'énergie consommée dans ce domaine de 100 hectares serait de :

Labours	8 500 kw-h
Battages	1 000 —
Travaux d'intérieur de la ferme	1 000 —
	10 500 kw-h

soit, par hectare, 20 kw-h sans les labours et 105 kw-h avec les labours.

Ces différents exemples prouvent que l'on peut admettre, comme consommation totale d'énergie par hectare et par an, 25 kw-h pour une propriété sans labourage électrique, et 100 kw-h avec labourage électrique. Si le kilowatt-heure coûte 0,30 fr, les dépenses s'élèveront à 7,50 fr dans le premier cas et à 30 fr dans le second, prix infiniment réduits, surtout en présence des grands avantages que ces dépenses rapportent aux agriculteurs.

L'examen que nous venons de faire jusqu'ici nous amène donc à admettre que l'électricité rapporte beaucoup plus à l'agriculture que l'agriculture ne rend aux distributions d'énergie. De plus, certaines difficultés provenant des variations saisonnières et de l'instabilité de ses besoins se font sentir surtout dans les distributions de houille blanche.

Tandis que l'emploi de l'électricité permet aux agriculteurs de faire leurs travaux avec le minimum de personnel et le maximum de rendement, on peut conclure au contraire que pour les secteurs, dans l'état actuel, *la clientèle agricole exige le maximum de frais de premier établissement pour le minimum de rendement.*

III. Résultats obtenus. — Tarifs. — Frais de premier établissement.

I. — Résultats d'exploitation. — Les conditions économiques désavantageuses que nous venons de constater n'ont nullement découragé les distributeurs d'énergie. Nous allons voir maintenant ce qu'ils ont déjà réalisé et nous en déduirons ensuite les mesures à prendre en commun pour modifier un état de choses qui ne doit être que provisoire, et le remplacer progressivement par une situation où agriculteurs et distributeurs d'énergie pourront s'apporter un égal et mutuel appui.

France. — De nombreux réseaux français, notamment dans le sud de la France, dans l'Est, dans la région au nord de Paris, ont fait de grands efforts pour aller chercher la clientèle agricole. Il n'est pas encore possible de faire une statistique d'ensemble pour toute la France. Nous ne citerons que les résultats obtenus dans certains réseaux du Sud, alimentés par la houille blanche.

L'Energie électrique du Littoral méditerranéen n'a pas encore de clientèle spéciale pour les travaux de culture ; le coût des installations à réaliser et le prix des machines en sont la cause. Mais elle a une clientèle importante pour le battage du blé, la trituration des grains (maïs et orge), les moulins à huile d'olive, la vinification, etc.

Les résultats pour le battage et la vinification sont excellents, et les agriculteurs et syndicats en sont très satisfaits.

La clientèle agricole a suivi la progression suivante :

Tableau V.

Années	Nombre d'exploitations desservies	Puissance en chevaux
1911	82	228
1912	107	328
1913	141	397

La Société nîmoise d'Électricité a plus de 150 pompes électriques en service, puisant dans la nappe souterraine de la plaine de Nîmes l'eau nécessaire aux arrosages ; elle possède une vingtaine d'installations de pompes à vin où souvent les moteurs actionnent alternativement la pompe et le fouloir, et 12 moteurs actionnant des appareils de laiterie, graineterie, engrais, etc. Elle a donc dès maintenant plus de 180 clients agricoles avec une puissance installée de 390 ch.

La Société méridionale de Transport de Force a obtenu des résultats remarquables par le concours qu'elle a donné à la population viticole qu'elle dessert.

L'Énergie électrique du Sud-Ouest développe sa clientèle pour les travaux d'intérieur de ferme et a de très nombreux abonnés pour les pompes servant aux élévations d'eau et aux arrosages.

Nous nous étendrons davantage sur les efforts faits par le Sud-Electrique et les résultats obtenus.

Le Sud-Electrique, en effet, qui a dans sa zone d'action les immenses plaines de la Camargue et les plaines basses du Rhône, depuis son embouchure jusqu'à Aigues-Mortes et Montpellier, dans les trois départements des Bouches-du-Rhône, du Gard et de l'Hérault, a construit un réseau haute tension d'environ 370 km uniquement destiné aux besoins agricoles et surtout à ceux d'irrigation qui sont d'une nécessité absolue dans cette région.

Le problème était particulièrement difficile à résoudre

Digitized by Google

car ces lignes traversent des régions peu habitées, sans agglomération, sans aucune industrie, à grands domaines agricoles et surtout viticoles. De plus, dans ces propriétés qui ont couramment une superficie de 200 à 400 hectares, la moitié à peine est cultivée ; le propriétaire est arrêté, pour la mise en exploitation des terres encore incultes, par les dépenses élevées qu'il est nécessaire d'engager pour le défrichage, le morcellement et la création de canaux d'arrosage.

La répartition des terres cultivées est, en général, la suivante : pour une propriété de 200 hectares utilisés, par exemple, 100 à 120 hectares sont plantés en vignes, 30 à 40 en céréales et 70 à 40 en prairies. Les céréales ne s'arrosant pas, la surface irriguée correspond aux 3/4 environ de la propriété.

Dans les régions viticoles, il n'y a presque plus de submersions ; car les viticulteurs ont remplacé les plants français par des plants américains, qui ne demandent que de faibles arrosages, 15 ou 20 jours par an.

Les difficultés étaient donc grandes : elles ont cependant pu être vaincues par un grand effort de propagande et par l'accord réalisé entre le Sud-Électrique et la plupart des propriétaires et syndicats de la Camargue. L'ensemble des réseaux n'a commencé à prendre de l'importance que depuis un an, et les résultats obtenus peuvent être résumés dans le tableau suivant :

TABLEAU VI. — *Statistiques de la vente de l'énergie électrique pour l'agriculture dans le réseau du Sud-Électrique.*

EMPLOIS DE L'ÉLECTRICITÉ	NOMBRE DES EXPLOITATIONS	PUISSANCE EN CHEVAUX	CONSOMMATION ANNUELLE EN KW-H	UTILISATION EN HEURES	RECETTE ANNUELLE EN FRANCS	PRIX MOYEN DE VENTE DU KW-H EN centimes
Arrosages-ouvrages domestiques..	136	263	28 899	110	10 577	36,4
Graines et chardons..............	37	218	55 986	256	14 119	25,2
Submersions....................	61	1 111	474 008	426	75 942	16
Caves et pompes à vin...........	165	365	31 076	85	12 918	41,4
Moulins à huile..................	11	72	12 975	179	3 880	30
	410	2 029	602 944	297	117 436	19,2

Ces résultats de début sont encourageants ; ils montrent en tout cas combien grand a été l'effort accompli.

Les prix moyens de vente obtenus sont, dès maintenant, très bas, quoique certaines exploitations n'aient pas atteint de suite les minima garantis. Mais la clientèle se rendant bien compte des avantages qu'elle retire de l'électricité, augmente sa consommation. Aussi, les minima seront bientôt atteints et dépassés partout. Les prix moyens de vente baisseront donc encore ; ils varieront naturellement pour chaque catégorie de travaux suivant les utilisations, mais n'atteindront plus que 0,40 fr pour les caves et pompes à vin et descendront à 12 cm pour les submersions.

Le tableau VII indique la progression de la consommation pour un certain nombre de domaines :

Pour cinq domaines de la région de Lunel d'une superficie totale de 405 hectares ayant une puissance installée de 94 ch, la consommation d'électricité n'atteint que 8 000 fr contre une dépense de 30 000 fr à la vapeur.

La consommation totale pour ces 22 domaines, d'une superficie de 3 280 hectares, s'est donc élevée, en 1913, à 55234 fr, soit 16,80 fr par hectare et par an ; elle représente pour le Sud-Électrique une recette d'environ 110 fr par cheval-an, pour les 503 ch installés.

Suisse. — M. Marti a donné, dans une conférence faite à Bâle, en septembre 1913 [1], une statistique concernant 82 réseaux desservant 1 599 agglomérations avec 1 700 000 habitants.

Il existe, dans ces réseaux, 4 417 moteurs électriques agricoles d'une puissance nominale totale de 12 411 ch ; 3 373 moteurs pour 10 971 ch sont à utilisation en dehors des heures d'éclairage, tandis que 844 moteurs pour 2 440 ch sont d'une utilisation illimitée.

Les fromageries et baratteries utilisent 796 moteurs pour 1 704 ch ; 3215 moteurs pour 9 424 ch sont fixes, 504 moteurs pour 2 331 ch sont transportables, sur lesquels des coopératives utilisent à tour de rôle, pour les différentes applications, 161 moteurs pour 900 ch. Des renseignements manquent pour 598 moteurs.

Comme on le voit, les moteurs des coopératives constituent la plus faible partie des moteurs agricoles. Ceci résulte des conditions diverses des exploitations agricoles.

Tant que le moteur électrique n'était utilisé que pour le sciage du bois, le moteur transportable pouvait présenter certains avantages. Mais, dès que le moteur électrique a pu être employé journellement à des usages divers dans de petites exploitations agricoles, les propriétaires de ces exploitations ont eu avantage à posséder chacun leurs moteurs. Suivant M. Marti, les moteurs des coopératives disparaîtront avec le temps, et, à l'avenir, chaque exploitant possédera son propre moteur.

Cette situation très particulière tient au morcellement de la propriété agricole en Suisse ; mais nous croyons que ces conclusions ne sont nullement applicables en France.

Pour 1 100 communes, le nombre des moteurs est passé de 1 238 avec une puissance de 3 856 ch en 1909

[1] *Bulletin de l'Association suisse des Électriciens*, octobre 1913.

Digitized by Google

TABLEAU VII. — *Progression de la consommation dans certains domaines agricoles du Sud-Électrique.*

SITUATION DU DOMAINE	SUPERFICIE EN HECTARES			PUISSANCE EN CH	USAGES	DATE DE LA MISE EN SERVICE	RECETTES		
	Totale.	En exploitations irrigables.	Incultes ou céréales non irrigables.				1911	1912	1913
Région d'Arles :									
D...............	400	100	300	55	Tous usages.	Avril 1908	4 826	4 044	7 012
M...............	100	60	40	20	Arrosages. Subm. Caves	Août 1910	1 049	1 450	2 330
M...............	60	35	25	10	Arros. Subm.	Août 1911	232	1 017	1 844
Région du Mas Thibert :									
P...............	380	50	330	16	Arrosages.	Juin 1913			1 825
P...............	100	60	40	34	Tous usages.	Janv. 1910	2 910	3 070	3 177
Q...............	50	20	30	15	Arros. Subm.	Avril 1910	1 370	1 488	1 361
Rég. Camargue :									
L...............	60	60	0	19	Arrosages.	Mai 1912		438	1 589
D...............	400	100	300	15	Arros. Subm.	Juin 1912		1 580	2 695
L. L............	200	50	150	22	Id.	Sept. 1913			1 889
C...............	200	50	150	30	Tous usages.	Juill. 1912		1 675	2 824
G...............	300	50	250	30	Arrosages.	Nov. 1912		1 223	2 587
D...............	80	30	50	33	Id.	Juill. 1912		1 786	1 897
N...............	300	100	200	35	Id.	Oct. 1912		1 277	4 574
B...............	15	15		15	Id.	Mars 1910	379	503	556
R...............	80	80		25	Id.	Déc. 1912		982	4 367
Région de St-Laurent-d'Aigouze :									
V...............	80	80		15	Tous usages.	Nov. 1911	1 084	557	4 620
C...............	70	70		20	Arros. Subm.	Nov. 1911	1 224	1 226	2 087

à 2 898 avec une puissance de 8 764 ch en 1912.

L'augmentation en pour 100 de la puissance totale de ces moteurs, qui était de 19 pour 100 de 1909 à 1910, est passée à 58 pour 100 de 1911 à 1912.

La puissance des moteurs couramment employés est très faible et varie généralement de 1 à 5 ch.

Sur les 3 132 moteurs fixes, 28 pour 100 sont de 2 ch et 20 pour 100 de 3 ch; les autres sont de 1,4 à 5 ch.

Ces résultats prouvent combien les agriculteurs suisses ont apprécié les avantages de l'électricité et quel accueil ils ont fait à l'utilisation des forces hydrauliques pour l'agriculture.

TARIFS. — a) *Nature des tarifs.* — Soit en France, soit à l'étranger, les tarifs varient beaucoup, ce qui s'explique facilement ; car la faible utilisation et les besoins variables obligent à faire des tarifs spéciaux pour la vente de l'énergie agricole. Ils se ramènent néanmoins aux formules suivantes :

Tarification forfaitaire.

Tarification au compteur avec minimum.

Tarification au compteur sans minimum.

Les uns et les autres ont leurs partisans et se défendent par différentes raisons. La multiplicité des tarifs est d'ailleurs normale. Il ne peut, en effet, y avoir de règle fixe, ni de tarif unique ; il faut, au contraire, des tarifs très souples et appliquer à chaque cas particulier celui qui lui convient le mieux.

En Allemagne, il existe actuellement une tendance vers les forfaits pour les moteurs agricoles. Dans le Wurtemberg notamment, on fait depuis quelque temps des essais de forfait basés sur le mode d'exploitation : le tarif est souvent de 3 à 6 marks par hectare cultivé. Dans d'autres endroits, l'abonnement est calculé suivant le nombre de têtes de bétail, par exemple, 3 marks par tête, ce prix étant doublé pour les chevaux et réduit de 50 pour 100 pour le jeune bétail. Mais ces formules sont encore beaucoup trop aléatoires pour pouvoir être recommandées.

Dans les endroits où la consommation est payée au compteur, le prix du courant n'est presque jamais inférieur à 20 pfennings.

En Suisse, les tarifs forfaitaires sont les moins répandus ; ils représentent environ le 1/4 du nombre et de la puissance des moteurs. Ils sont généralement basés sur le prix du cheval agricole, dégressif avec le nombre de chevaux. Quelques-uns le fixent d'après l'importance de l'exploitation, notamment le nombre de gerbes de blé.

Mais le plus grand nombre des tarifs est au compteur, la plupart d'ailleurs au compteur double tarif permettant la continuité de la consommation, mais celle-ci étant payée à un prix beaucoup plus élevé pendant les heures d'éclairage.

Ce qui est caractéristique en Suisse, c'est que la majorité des tarifs au compteur comporte un minimum de consommation garantie, ce qui n'a nullement empêché le grand développement que nous avons cité plus haut. Des coopératives, qui avaient d'abord employé les tarifs au compteur sans minimum, ont dû

Digitized by Google

renoncer à ce système à cause des mauvais résultats obtenus (recette annuelle : 12 à 20 fr par moteur de 4 ch).

Les minima garantis varient dans de grandes proportions, partent de 20 fr et dépassent 90 fr. La majorité oscille de 30 à 65 fr par cheval et par an.

Les prix du kilowatt-heure pour force motrice de jour varient entre 0,10 fr et 0,25 fr.

Enfin, certains tarifs sont uniquement basés sur le nombre d'heures d'utilisation qui est contrôlé par un compteur horaire. On ne tient pas compte du moment de la journée où le courant est utilisé ; le tarif correspond à environ 0,25 fr le kilowatt-heure avec un minimum de 60 fr par cheval et par an. Ce tarif présente un avantage pour les petits exploitants agricoles.

En France, les trois sortes de tarifs sont appliqués. Mais le plus répandu est le tarif au compteur avec minimum, qui se justifie absolument par les prix élevés de premier établissement des lignes et des transformateurs.

Au Sud-Electrique, les tarifs qui ont permis d'atteindre les résultats cités plus haut sont au compteur double tarif avec minimum. Chaque client peut choisir le minimum qu'il garantit par cheval, soit 25, 50, 100, 200 fr. Le prix du kilowatt-heure est dégressif ; le prix de base est d'autant plus faible que le minimum choisi est plus élevé ; il varie, suivant la puissance et l'utilisation, de 0,40 fr à 0,10 fr.

Les kilowatts-heures consommés en dehors des heures d'éclairage entrent seuls en jeu dans l'application du *tarif dégressif*. Le prix du kilowatt-heure aux heures d'éclairage est fixe et est soit de 0,30 fr, soit de 0,60 fr, suivant la puissance des moteurs.

b) *Influence du prix d'achat de l'énergie.* — Nous croyons d'ailleurs que le prix du kilowatt-heure, si important pour les distributeurs d'énergie, n'a au contraire qu'une importance secondaire pour les agriculteurs, pourvu qu'il se maintienne dans des limites pratiques et raisonnables. Tout ce que nous avons dit jusqu'ici, sur la faible durée d'utilisation des outils agricoles et sur leur minime consommation, le prouve amplement.

Ce qu'il faut aux agriculteurs, c'est la souplesse de tarifs et surtout la double tarification, leur assurant des avantages pendant les heures de jour où ils peuvent accomplir presque tous leurs travaux, et les empêchant, par suite, de travailler aux heures de pointes, difficiles pour les distributeurs.

En Prusse même, où les développements de l'électricité agricole sont si importants, la justesse de ce point de vue était proclamée par le ministre Podbiesky lors de l'Assemblée générale des Electriciens allemands du 10 mai 1910. A propos d'une conférence sur l'électricité dans l'agriculture, le ministre signalait les dangers que peuvent présenter des tarifs trop peu élevés : « Ne descendons pas trop bas avec les prix de revient. Il y a là évidemment une intention louable, mais on constate bientôt le revers de la médaille. D'ailleurs, un faible abaissement de tarifs n'est guère sensible pour le consommateur, tandis que, pour l'entrepreneur de distributions, il peut modifier totalement la marche de son affaire. » (*E. T. Z.*, fasc. 30, 1910).

Mais l'importance secondaire du prix de l'énergie devient encore plus évidente, si l'on examine le rapport de ce prix avec le prix de revient total d'une exploitation agricole : on voit, en effet, qu'il n'en représente qu'une fraction minime.

La Coopérative vinicole de Saint-Maximin (Var) a produit, en 1913, 21 000 hectolitres de vin pour une consommation de 1 839 kw-h seulement. Le coût de l'électricité, en admettant le prix de 0,35 fr le kilowatt-heure, n'atteint même pas 0,03 fr par hectolitre de vin.

M. M., maire d'une commune voisine de Nîmes, qui récolte 2 000 hectolitres de vin par an, écrit que le foulage de ses vendanges et les manutentions de ses vins lui coûtent, avec un moteur de 3/4 de cheval, 66 fr, soit 0,033 fr par hectolitre. Lorsqu'il n'avait pas de moteur, le même travail entraînait pour lui une dépense presque sextuple.

Dans les applications de cette nature, la proportion de la dépense du courant à l'ensemble des frais généraux est de 2 à 3 pour 100.

Pour les pompes destinées aux arrosages maraîchers, cette proportion varie de 2 à 10 pour 100, soit une moyenne de 6 pour 100.

Dans le Gard, la dépense d'énergie pour l'arrosage des propriétés est excessivement faible et n'atteint pas 15 fr par hectare, tandis que le prix de revient total d'un hectare de vigne, produisant de 70 à 80 hectolitres de vin, est de 1 500 fr à 1 800 fr. La dépense d'énergie est donc de 0,18 fr par hectolitre et ne représente que 1 pour 100 des dépenses totales. Nous avons vu d'ailleurs quelle économie considérable la substitution de l'électricité à la vapeur avait permis de réaliser dans certains domaines.

En général, dans le Midi, on estime que les dépenses n'ayant pas une affectation bien déterminée, comme main-d'œuvre, engrais, bétail, s'élèvent à environ 25 pour 100 des dépenses totales d'exploitation, sur lesquels 5 pour 100 seulement correspondent aux dépenses d'achat d'énergie.

On pourrait multiplier ces exemples. Mais les agriculteurs eux-mêmes proclament cette vérité. En effet, dans son livre, l'*Electricité en Agriculture achetée aux Stations centrales*, ouvrage couronné par la Société nationale d'Agriculture, M. Henry Girard écrit à la page 21 : *même en payant cher le courant d'un secteur, la dépense globale ne dépasse pas 5 pour 100 de nos frais d'exploitation.*

La cause nous paraît donc entendue. Même cher, le tarif de l'énergie n'a qu'une importance minime, déclare M. Girard. Or, nous avons vu que les tarifs les plus usités en France ne sont pas élevés, pas plus élevés en tout cas qu'en Suisse et en Allemagne, pays où l'électricité agricole est le plus répandue. Rien ne s'oppose donc, sur ce point, à la diffusion de l'électricité agricole. Rien ne justifie les demandes de certains agriculteurs qu'on leur distribue l'énergie au prix de revient,

Digitized by Google

ce qui serait anti-économique aussi bien pour l'industrie privée que pour l'État.

III. — Frais de premier établissement. — L'influence du prix de l'énergie, si secondaire, quand on le compare, comme nous venons de le faire, au prix de revient total, apparaît encore bien plus, si l'on examine les frais de premier établissement. Ceux-ci sont, en effet, relativement considérables. Les exploitations agricoles, les stations de pompage sont très disséminées ; les frais de canalisation et de transformation du courant haute tension sont toujours onéreux. De plus, s'il faut faire une longue ligne pour desservir une ferme isolée, l'usine ne peut pas espérer récupérer, par la seule vente de l'électricité, l'intérêt et l'amortissement des capitaux engagés : elle doit donc demander à l'agriculteur de participer aux dépenses nécessaires pour le transport de l'électricité.

A ces frais viennent s'ajouter pour lui ceux nécessités par l'achat des appareils d'utilisation du courant, qui représentent également des dépenses importantes.

De nombreux exemples, cités dans les ouvrages de MM. Lecler et Petit, concordent tous à démontrer que la véritable difficulté réside dans les frais élevés de premier établissement soit de distribution du courant, soit d'achat des appareils, frais particulièrement difficiles à répartir dans les pays à fermage et à métayage.

C'est donc à résoudre cette difficulté beaucoup plus qu'en réduisant les prix de vente que, s'ils veulent faire œuvre utile, doivent s'employer secteurs, agriculteurs et pouvoirs publics.

IV. — Idées et projets en cours.

Arrivé au terme de cette étude, il nous semble que l'on peut répondre aux interrogations qui se posaient à son début.

Les faits observés tant en France qu'à l'étranger nous paraissent prouver qu'actuellement l'agriculture a beaucoup plus à attendre de l'électricité que l'électricité de l'agriculture et que, dans l'échange de leurs produits, c'est l'agriculture qui reçoit la meilleure monnaie.

Si, malgré cela, les applications agricoles ne se sont pas plus développées, les causes en sont, non dans la question des tarifs, mais surtout dans les habitudes traditionnelles et l'esprit particulariste des agriculteurs, la dissémination de la clientèle agricole, son utilisation si courte et si variable suivant les saisons et les caprices du temps et surtout le coût élevé des frais de premier établissement.

Nous avons vu que certains de ces inconvénients se faisaient surtout sentir dans les distributions de houille blanche.

Et, néanmoins, par un retour paradoxal, c'est contre ces distributions, qui ont cependant fait en général tous leurs efforts pour répondre aux besoins agricoles, que s'élèvent le plus vivement certains milieux d'agriculteurs.

I. — Forme et durée des concessions. — Beaucoup s'en prennent à la durée et à la forme des concessions des distributions d'énergie. Ils incriminent la durée, que le cahier des charges-type fixe cependant au maximum de quarante ans : ce maximum s'impose au contraire pour les concessions devant desservir des besoins agricoles, car ce sont celles qui ont besoin de la plus longue période pour amortir les installations si peu rémunératrices que l'on veut leur imposer.

D'autres s'en prennent à la forme même des concessions.

Ainsi, la Société des Agriculteurs de France, au cours de sa session de 1912, pour éviter, dit-elle, des privilèges ou des monopoles nuisibles aux intérêts agricoles, a émis le vœu que « les communes donnent de préférence de simples permissions de voirie ». Or, ce vœu est inutile, puisque la loi ne permet pas de monopole de force motrice ; de plus, il est en opposition absolue avec l'esprit de la loi de 1906 sur les distributions d'énergie et tous les règlements d'application du ministère des Travaux publics qui recommandent le régime des concessions pour les réseaux communaux.

II. — Usines d'État. — Allant plus loin et à la suite de la réunion départementale de ses membres des Bouches-du-Rhône, la Société des Agriculteurs de France a approuvé la création d'une nouvelle industrie d'État, l'industrie hydro-électrique d'État. Elle a, en effet, en 1912, émis le vœu que « l'État, dans un délai aussi rapproché que possible, poursuive son projet de création d'usines hydro-électriques en vue d'une production de force à distribuer à l'agriculture de nos départements méridionaux par l'intermédiaire des syndicats agricoles, et ce, à un prix de cession très bas ne dépassant pas le prix de revient ».

Il semble étonnant tout d'abord que la Société des Agriculteurs demande ainsi, pour les agriculteurs du Midi, la distribution de l'énergie à un prix ne dépassant pas le prix de revient. Car la situation privilégiée qu'on leur ferait ne léserait-elle pas, par contre-coup, les agriculteurs des autres régions ? Ceux-ci ne seraient-ils pas en droit de réclamer à leur tour des compensations ? Et la Société des Agriculteurs de France ne serait-elle pas entraînée ainsi beaucoup plus loin qu'elle ne le pense ?

Ces tendances avaient cependant pris corps, il y a quelques années, auprès des pouvoirs publics, comme le prouve le projet de loi déposé le 28 février 1912 et toujours en suspens, pour l'établissement, en Durance, d'usines hydro-électriques d'État, qu'on présente comme destinées aux irrigations des basses plaines de la rive droite du Rhône et aux besoins agricoles d'intérêt collectif.

Nul projet ne paraissait mériter davantage, il y a quelques années, la bienveillance des pouvoirs publics que celui de venir en aide aux populations viticoles du Midi, en leur donnant, par la construction de canaux, le moyen de renoncer à la monoculture de la vigne. Mais l'application de la loi sur la répression des fraudes a enrayé le mal, et, certainement, les populations du Midi

Digitized by Google

refuseraient actuellement d'abandonner la culture de la vigne qui leur donne de beaux bénéfices, pour se lancer dans la polyculture exigée pour avoir droit aux arrosages.

Mais, même sans tenir compte de ce point de vue, l'État croit-il, par ce projet, avoir pris la meilleure voie pour aboutir? Il semble en douter lui-même et s'être rendu compte que, comme nous l'avons démontré, les utilisations agricoles seules étaient tout à fait insuffisantes pour assurer l'économie financière de son projet.

Il prévoit, en effet, que les usines génératrices de force aménagées et exploitées par lui sur la Durance, ainsi que les lignes électriques de transport installées le long des canaux d'arrosage, seront établies pour produire et distribuer des quantités de force supérieures à celles nécessaires aux besoins agricoles.

L'article premier stipule bien que les excédents d'énergie ne pourront être vendus qu'après satisfaction des besoins agricoles, mais l'exposé des motifs dit au contraire :

« Ces usines produiront, en effet, un revenu rémunérateur, même si les utilisations agricoles ne se développent que très lentement. Les produits seront d'autant plus élevés que l'énergie sera employée pour une moindre part aux besoins agricoles, car toute autre utilisation peut payer davantage. En tout état de cause, les dépenses nécessaires à l'exécution des usines génératrices seront intégralement amorties. »

Donc, il résulte de l'exposé même des motifs, que la satisfaction des besoins agricoles ne deviendra que secondaire et que, par suite, les usines ne fonctionneront que d'une façon tout à fait accessoire dans le but d'intérêt public par lequel on prétend justifier leur exécution, la vente de l'énergie produite et la recherche d'un revenu rémunérateur devant prendre, au contraire, une place tout à fait prépondérante.

On ne peut qu'être déconcerté devant des affirmations aussi contradictoires. Ainsi, ces usines destinées en apparence aux besoins agricoles, chercheront partout ailleurs, c'est-à-dire dans les débouchés industriels, dans la concurrence aux industries privées déjà installées, des emplois plus rémunérateurs. Et, par un sortilège secret réservé sans doute aux industries d'État, de toute façon, les frais de premier établissement seront amortis !

Aussi, ce projet n'est-il pas sans avoir soulevé de l'opposition de la part de ceux mêmes qu'il paraissait devoir le plus séduire.

A l'inverse de la Société des agriculteurs de France, une délégation du Syndicat des canaux d'irrigation dérivés du Rhône au nom de toutes les organisations économiques de la région intéressée, appelait, dans la séance qu'elle tenait le 25 juin 1912, toute l'attention de la Commission d'agriculture de la Chambre sur les dangers de la méthode préconisée par le projet de loi qui aurait pour résultat d'entraîner de nouveaux retards dans son exécution.

« L'économie financière, ajoutait M. Marius Richard, le distingué secrétaire général du Syndicat, si attaché à la réalisation des canaux dérivés du Rhône, est basée sur l'utilisation de la force *industrielle* électrique et on laisse prévoir que des accords seront facilement conclus avec les sociétés privées existantes, distributrices de force dans la région. Or, les protestations qui nous sont parvenues nous font craindre que ces accords ne soient irréalisables, si c'est l'État qui exploite lui-même.

» La vérité, ajoutait M. Richard, et les populations méridionales s'en rendent compte, est qu'on ne trouvera pas dans les ressources budgétaires les 75 millions réclamés que nécessiterait la réalisation définitive du projet. » Et il demandait que l'on adopte une autre méthode, de façon à avoir un projet « basé sur une combinaison financière acceptable ».

Dans la séance qu'elle tenait le 12 février 1913, la Chambre de Commerce du Vaucluse, département si directement intéressé à tout ce qui touche la Durance, protestait à son tour par l'organe de son président, M. Geoffroy, contre l'esprit et les dangers de ce projet de loi.

Dans son rapport sur le projet d'aménagement du Rhône, M. Geoffroy écrit : « C'est l'État qui deviendrait industriel, qui créerait une usine hydro-électrique sur la Durance, et vendrait le supplément de force dont il disposerait. Or, nous n'avons qu'une confiance limitée dans la compétence de l'État, lorsqu'il s'agit d'industrie, et surtout d'une industrie aussi spéciale. »

Et il concluait : « Mieux vaudrait que l'État abandonne des projets aussi dangereux. »

Et la Chambre de Commerce approuvait à l'unanimité le rapport de son président.

L'État pourrait, cependant, prendre tout de suite des mesures plus modestes, mais autrement plus efficaces pour favoriser les irrigations agricoles. Pourquoi ne s'efforce-t-il pas de diminuer par des subventions les frais demandés pour les canaux d'arrosage, si variables et souvent si élevés ?

En Camargue, dans les Bouches-du-Rhône, ces frais varient par hectare de 15 à 40 fr, pour les prairies et luzernes, et atteignent jusqu'à 100 fr pour les submersions de vigne. Dans le Vaucluse, les frais varient de 36 à 60 fr suivant la culture.

Enfin, dans son propre projet sur les usines de la Durance, le gouvernement ne prévoit-il pas des redevances qui varient de 55 fr à 105 fr l'hectare, redevances exorbitantes suivant la Chambre de Commerce du Vaucluse, et qui ne devraient pas dépasser 50 fr ? Il y a là, croyons-nous, un effort intéressant à accomplir.

En tout cas, l'examen de ce projet de loi, destiné à des départements essentiellement agricoles et où les besoins normaux d'énergie pour l'agriculture s'augmentent de ceux considérables demandés par les irrigations, montre, de l'aveu même de ses auteurs, qu'il ne peut pas être réalisé uniquement pour l'agriculture, et que son économie financière repose, au contraire, sur les utilisations industrielles de l'énergie. On arrivera fatalement aux mêmes conclusions avec tout projet basé sur la satisfaction unique des besoins agricoles.

III. — Usines départementales. — D'autres agriculteurs veulent faire partout de la fourniture du courant

Digitized by Google

agricole un service public. Chaque arrondissement ou chaque département aurait son réseau, dont l'installation serait faite comme celle d'un chemin de fer départemental. Le département prendrait à sa charge l'usine principale et les fils primaires ; les communes, les fils secondaires et le recouvrement des taxes. Les uns et les autres emprunteraient au Crédit Foncier pour se procurer les ressources qui leur seraient nécessaires (Communication de M. Léon Martin dans la séance du 16 novembre 1910 à la Société nationale d'Agriculture). Mais qui ne voit qu'un pareil projet est irréalisable pratiquement ? Quel gage les départements et les communes pourraient-ils donner ? Si on veut que les recettes couvrent les dépenses, les agriculteurs devraient subir des tarifs très élevés, absolument prohibitifs. Sinon, vers quel gouffre financier ne se précipite-t-on pas ?

Ce projet, comme tout projet basé uniquement sur la clientèle agricole, est absolument irréalisable financièrement. Et l'État et les départements feraient œuvre autrement utile en employant à des subventions pour les installations agricoles, une partie des millions qu'ils engloutiraient sans bénéfice dans des usines spéciales.

IV. — Réserves pour l'agriculture. — Enfin, on préconise, depuis un certain temps, que, dans toute nouvelle concession donnée par l'État, on inscrive certaines réserves de puissance en faveur de l'agriculture.

Certes, dans un pays comme la France, tout doit être mis en œuvre pour venir en aide à l'agriculture qui est une de ses richesses nationales. On peut néanmoins se demander si certaines petites industries régionales, certains petits artisans ne méritent pas et ne réclameront pas aussi la même faveur et les mêmes réserves.

Mais on peut surtout douter que cette mesure, inspirée toujours par l'idée dominante et fausse, suivant nous, des tarifs, produise pratiquement les effets que l'on en attend. Comment et par qui seront distribuées ces réserves ? Les syndicats agricoles prendront-ils cette puissance aux usines productives et feront-ils eux-mêmes un réseau spécial ? N'auront-ils pas à regretter de devenir ainsi électriciens, ce qui les absorbera au détriment de leurs autres travaux ? Qui paiera les lignes, qui exploitera ?

S'il n'y a pas de réseau spécial, comment utilisera-t-on la puissance ainsi réservée ? Laissera-t-on inutilisée cette puissance, si les agriculteurs ne l'emploient pas ?

Nous craignons fort que cette mesure, simple en apparence, ne se heurte à de sérieuses difficultés pratiques et n'aboutisse qu'à de réelles désillusions !

Est-on condamné cependant à rester dans la situation actuelle ? Nous ne le pensons nullement et nous proclamons, au contraire, que des efforts doivent être faits par tous pour utiliser au mieux pour l'agriculture les richesses hydrauliques du pays et lui donner la part à laquelle elle a droit.

Mais nous croyons que ce n'est pas par des projets d'apparence grandiose, mais à base financière incertaine, et à réalisation lointaine et difficile, que ces progrès pourront être réalisés. Nous estimons que, pour atteindre les meilleurs résultats, il faut procéder à l'union des intéressés, agriculteurs et distributeurs, et réaliser en commun, progressivement et par étapes, un programme peut-être plus modeste d'apparence, mais basé sur l'épreuve de la pratique et des résultats acquis !

V. Conclusions.

I. — Rôle des groupements d'agriculteurs. — Coopératives. — Du côté des agriculteurs, le premier effort à faire est le groupement. L'agriculteur isolé ne justifie ni frais d'établissement de lignes, ni tarifs spéciaux. Un groupement d'agriculteurs peut réclamer les uns et les autres.

Certains secteurs ont déjà essayé de provoquer ces associations. L'Énergie électrique du Littoral méditerranéen a tenté de grouper plusieurs propriétaires pour réaliser un essai de labourage électrique, mais les difficultés d'exécution n'ont pu être vaincues.

Le Sud-Électrique s'est efforcé de réunir des propriétaires soit pour l'etablissement de lignes, soit pour l'utilisation en commun d'un matériel qu'il aurait acheté à ses frais et loué. Il a pu réaliser le premier genre de groupements après des difficultés énormes, et cependant il s'agissait d'une somme constante à payer. Les obstacles ont été jusqu'à ce jour insurmontables pour constituer les seconds, destinés à utiliser en commun un matériel loué et à répartir entre ses membres du courant acheté en gros par le groupement.

Il faut donc que les agriculteurs rompent avec leurs habitudes de méfiance et de crainte : s'ils ne veulent pas s'unir sous l'inspiration des secteurs, qu'ils s'unissent spontanément entre eux par la création de syndicats ou de coopératives.

L'Allemagne nous a précédés résolument dans cette voie, et il s'y est développé de nombreuses coopératives régionales et locales. En Saxe, notamment, il existe 18 réseaux régionaux sous la forme coopérative. Il est vrai que les coopératives de cette province ont reçu de l'administration une subvention de dix millions de marks pour favoriser les petites coopératives locales [1].

En France, au contraire, on n'est entré que très timidement dans cette voie. On peut envisager la création de coopératives soit de production, soit de distribution, soit d'utilisation du courant.

En ce qui concerne les coopératives de production de courant, nous estimons nettement que, partout où il y a des réseaux de distribution, les agriculteurs n'ont aucun intérêt à en créer.

La Coopérative de Prouais-Rosay (Eure-et-Loir), qui a une puissance installée de 80 ch, livre la lumière à 0,80 fr et l'énergie à 0,40 fr le kilowatt-heure, prix plus élevés que ceux de la plupart des secteurs.

Les coopératives de distribution présentent certainement un plus grand intérêt et on ne peut que favoriser

[1] Troisième Congrès International des Sociétés d'Agriculture à Baden-Baden, 1912. Rapport du Dr Grabein de Darmstadt.

Digitized by Google

leur création ; elles n'ont plus à produire le courant qu'elles achètent en gros à un secteur, mais elles se heurtent à la difficulté d'entretien des lignes haute tension et des postes de transformateurs destinés à répartir le courant entre leurs divers adhérents, ce qui leur nécessite un personnel spécial d'électriciens.

Nous croyons que la véritable solution consiste dans les coopératives d'achat et d'utilisation du matériel. Ces coopératives pourraient réaliser ces achats au moyen de fonds avancés par les Caisses de Crédit agricole. Le matériel (charrue, batteuse, etc.) serait utilisé successivement par les adhérents, soit qu'ils apportent leurs produits chez l'un d'eux, soit que le matériel mobile soit transporté, au contraire, chez chacun d'eux Ces coopératives présenteraient pour les distributeurs d'énergie, au point de vue de la quantité consommée, les mêmes avantages que les coopératives de distribution, mais les agriculteurs n'auraient plus à se préoccuper de devenir électriciens ; ils n'auraient qu'à répartir les frais d'achat et d'entretien du matériel et de consommation du courant.

En tout cas, que ce soit sous une forme ou sous une autre, il faut que les agriculteurs se dégagent de leur esprit particulariste et entrent résolument dans la voie coopérative qui est, pour eux, celle du progrès le plus certain et le plus rapide.

II. — Rôle des distributeurs d'énergie. — De leur côté, il faut que les distributeurs d'énergie aident les agriculteurs. Au point de vue des tarifs, la plupart nous paraissent raisonnables et beaucoup sont même très bas. Mais il faut favoriser les utilisations de l'énergie agricole en dehors des pointes d'éclairage, ce qui est à l'avantage des deux parties et, par suite, développer le plus possible le système du compteur à double tarif.

En outre, les distributeurs doivent faciliter le mouvement coopératif des agriculteurs et, pour cela, nous estimons qu'ils doivent étendre à toutes les associations et groupements libres d'agriculteurs les réductions prévues au paragraphe 2 de l'article 12 du cahier des charges type de 1908 en faveur des associations agricoles organisées par l'Administration. Cette prescription du cahier des charges type est d'ailleurs trop négligée par les sociétés d'agriculture.

Enfin, nous pensons que, chaque fois qu'ils peuvent grouper des propriétaires en nombre suffisant, les distributeurs ne doivent pas hésiter à entrer eux-mêmes, surtout pour le labourage électrique, dans la voie d'achat du matériel nécessaire, pour le louer ensuite aux agriculteurs et développer ainsi la consommation.

III. — Rôle de l'État. — Enfin, il faut que l'État renonce tout d'abord à des projets à réalisation lointaine qui énervent et paralysent les initiatives privées, fascinées par l'attente d'une manne obtenue sans effort, et retardent ainsi des transformations d'outillage indispensables et des améliorations rémunératrices.

Guider et aider à la fois agriculteurs et distributeurs, lui constitue un rôle assez considérable.

Auprès des agriculteurs, il faut qu'il les éclaire par une propagande incessante faite par ses services départementaux.

Il faut surtout qu'il favorise les groupements agricoles, en multipliant les contributions allouées et les avances faites aux syndicats et coopératives pour l'achat du matériel.

Il faut, en ce qui concerne les distributeurs d'énergie, qu'au lieu de les écraser par de lourdes charges, il les aide à établir les longues lignes de distribution destinées à chercher la clientèle agricole, toujours improductive au début. S'il ne veut pas subventionner directement leurs sociétés, qu'il accorde aux syndicats agricoles les subventions ou les avances nécessaires pour payer les participations qui leur sont demandées pour l'établissement des lignes. Nous croyons qu'une mesure de cet ordre serait une des plus efficaces pour hâter, en France, la création d'un vaste réseau de distribution d'énergie électrique agricole.

Nous avons la foi que si l'État, les agriculteurs et les distributeurs d'énergie veulent adopter ces méthodes générales, de grands progrès seront rapidement réalisés. Les solutions spéciales seront trouvées dans chaque cas; car il faut également que, dans l'étude de ces questions, on perde l'habitude des généralisations qui sont encore prématurées et ne sont pas appuyées par des observations assez nombreuses et une pratique assez ancienne.

Que les agriculteurs ne condamnent donc pas tous les tarifs des distributeurs d'énergie parce que quelques-uns peuvent être encore trop élevés. Les solutions varient avec chaque région ; elles dépendent, d'un côté, du prix de revient du kilowatt-heure, si différent même dans les distributions de houille blanche, de l'autre, de la division et des conditions de la propriété, de la nature du sol, des cultures et du climat.

Les distributeurs de houille blanche ont réalisé depuis vingt ans, par leur seule initiative privée et à travers d'énormes difficultés, techniques et financières, une œuvre assez considérable pour qu'on ne puisse les taxer ni de timidité, ni de manque d'énergie.

Aux agriculteurs de se rendre compte qu'ils voient seulement se lever l'aube des améliorations que peuvent leur apporter les applications de l'énergie électrique, que leurs modes d'exploitation doivent évoluer comme cela s'est produit dans l'industrie. Qu'ils entrent donc résolument dans la voie du progrès : ils en seront bien vite récompensés.

H. Cahen,
Administrateur délégué du Sud-Électrique.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Perfectionnement des sous-stations aériennes [1].

Considérant que la sous-station à l'air libre est la véritable sous-station de l'avenir (on envisage même déjà l'installation de centrales génératrices découvertes), l'auteur suggère quelques perfectionnements dans l'équipement, l'agencement, la protection et l'éclairage des postes de transformation aériens.

Afin d'éviter que les câbles allant des interrupteurs aux sorties des transformateurs ne soient situés à l'intérieur des châssis des transformateurs, toutes les extrémités devraient être adaptées à recevoir soit un tube, soit une barre. De plus, les extrémités devraient toujours se trouver au sommet du bac et non sur les côtés. Les transformateurs de 200 kw et plus devraient être montés sur roues. Les niveaux d'huile et les thermomètres sont toujours placés au sommet; leur lecture est une opération peu pratique et dangereuse; l'auteur propose de les fixer sur le côté, le plus loin possible des extrémités haute tension. De plus, comme l'indique la figure 1, on devrait prévoir une plaque de

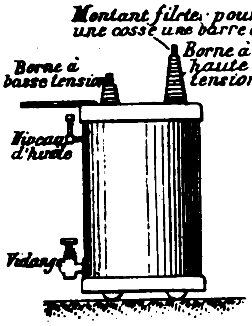


Fig. 1. — Equipement d'un transformateur en vue de protéger les opérateurs et de faciliter les connexions.

garde au sommet du bac, ainsi peut-être qu'un dispositif périscopique permettant la lecture facile et sans danger des thermomètres et des niveaux. Ajoutons que, depuis quelque temps, on a fait de sérieux progrès dans la construction des grands transformateurs à refroidissement naturel, à la plus grande satisfaction des exploitants.

Disons quelques mots des interrupteurs à huile; en général ils donnent toute satisfaction parce que les constructeurs les ont prévus pour le service aérien. L'introduction d'un dispositif d'élévation des cuves permet maintenant de les inspecter et de les réparer sans rien déconnecter. Une plus grande attention pourrait être cependant apportée aux interrupteurs basse tension qui fonctionnent en général sur des circuits à 2300 v, à propos surtout de leurs bornes et de leurs poignées de fonctionnement qui sont souvent cause de troubles fâcheux sur la ligne et pour les opérateurs. On ne devrait que rarement employer des câbles, en pourvoyant toutes les bornes de dispositifs permettant l'adaptation de tubes ou de barres fixés à des montants extérieurs. La position du mécanisme de fonctionnement devrait indiquer clairement à chaque instant si l'interrupteur est ouvert ou fermé. Un dispositif de contrôle à distance serait utile car ces interrupteurs sont souvent placés trop haut.

Il existe souvent un malentendu entre interrupteurs à air et sectionneurs. Répétons que l'interrupteur à air est un appareil généralement pourvu de cornes ou de tout autre dispositif permettant de couper une charge; un sectionneur sert seulement à déconnecter une ligne, un interrupteur à huile, un transformateur, etc., après que la charge a déjà été coupée par un interrupteur à huile ou à air. L'interrup-

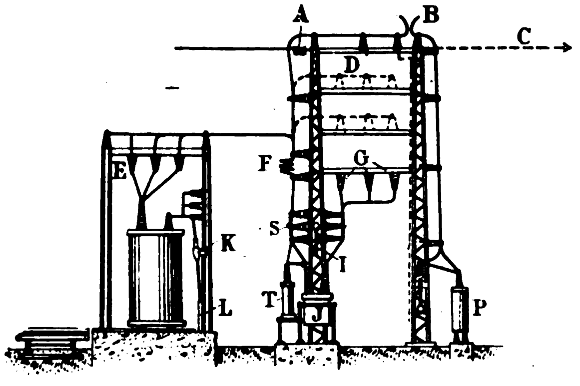


Fig. 2. — Dispositif d'équipement simplifiant les connexions, facilitant des additions et permettant des départs dans toutes les directions.

A = isolateurs tendeurs; B = cornes; C = lignes de départ; D = lignes partant à angle droit; E = triangle HT; F = bobine de choc; G = barres à HT; S = sectionneur; I = mécanisme de manœuvre des sectionneurs des deux côtés de l'interrupteur à huile; P = parafoudre; T = transformateur d'intensité; V = voie; J = interrupteur à huile; K = boîte de départ; L = conduit souterrain.

teur à air n'en est encore qu'à ses débuts; il exige encore beaucoup de retouches avant de pouvoir donner ce qu'on attend de lui.

Des isolateurs soumis à un moment fléchissant ou de torsion arrivent souvent à se briser. La question de la neige et du givre n'est pas encore résolue, attendu que les capuchons habituellement employés pour protéger les contacts servent trop souvent de réceptacles de neige et rendent la manœuvre plus difficile au lieu de la faciliter. Les différents mécanismes devraient être construits de façon qu'un homme de force moyenne puisse les manœuvrer sans qu'il y applique toute sa force. Les conducteurs élastiques, flexibles et autres parties délicates doivent être éliminés. Quant aux interrupteurs à crochet, ils sont tout à fait surannés; ils sont d'abord encombrants et laissent trop de place au hasard. Ils devraient être prohibés. La figure 3 représente un dispositif pratique de manœuvre de sectionneurs. Les sectionneurs tendeurs doivent être considérés comme tout à fait mauvais. Les interrupteurs à air et les sectionneurs doivent être pourvus d'un verrou. Ils doivent être raboteux mais non grossiers et inutilement lourds.

Des résistances de décharge, qu'on emploie avec succès

(1) M.-M. Samuels. *Electrical World*, 21 juillet 1917, t. LXX, p. 100, 3 800 mots, 3 fig.

Digitized by Google

sur les petits parafoudres, sont quelquefois ajoutées aux parafoudres électrolytiques comme moyen supplémentaire de protection; cependant elles se détruisent si fréquemment qu'il devient nécessaire de les perfectionner. Le parafoudre électrolytique sec, qui a été mis dernièrement sur le marché, promet beaucoup. La place idéale pour les cornes du parafoudre se trouve au sommet du châssis comme le montre la figure 2. On évitera, autant que possible, les fusibles à haute tension; quand on en emploiera, on les rendra facilement accessibles.

Les bobines de choc sont souvent très peu consistantes; il est désirable qu'elles soient rigides. Le type en sablier, qui fut originalement introduit pour des raisons d'ordre

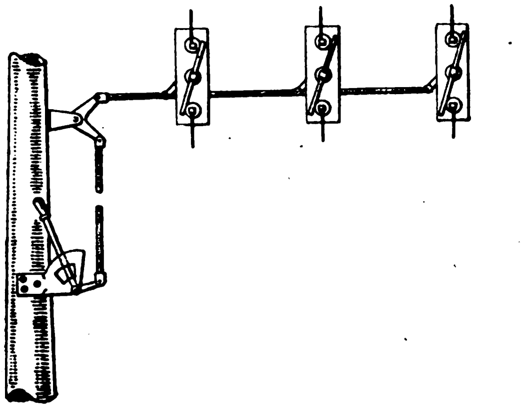


Fig. 3. — Dispositif simple pour la commande des sectionneurs.

mécanique et non dans le but d'augmenter la réactance (elle est augmentée, mais d'une façon négligeable) est souvent employé, mais ce type ne conserve pas sa forme même sous des conditions normales. L'emploi de fil doublé de cuivre et de contreforts contribuera grandement à la rigidité des bobines de réactance.

L'installation des appareils de mesure devrait comporter deux éléments séparés : d'abord, les transformateurs de mesure; ensuite les appareils de mesure proprement dits. En plaçant tous les transformateurs dans un même compartiment, on réduit au minimum le nombre des bornes à haute tension. L'ensemble ressemble à un interrupteur à huile, et tout ce qui a été dit ci-dessus concernant les bornes de cet appareil peut s'appliquer ici. Les appareils de mesure seront loin de tout conducteur à haute tension. Leur compartiment ne devra pas contenir de fils à haute tension, même de conducteurs secondaires à 2300 v. Si le nombre des appareils de mesure le justifie, on les placera dans un coffret en béton. Il n'y a pas de raison de placer le coffret des appareils de mesure près des transformateurs de mesure puisque les fils des secondaires de ces derniers peuvent très bien être insérés dans une conduite souterraine. Dans les petits coffrets, les appareils de mesure seront tous connectés par-devant le tableau qui les porte. Dans le cas des grands compartiments en béton, les connexions pourront se trouver par derrière, car on a alors suffisamment de place pour s'introduire derrière le tableau.

Toute sous-station aérienne doit être installée de façon qu'on puisse la prolonger au moins d'un côté; aussi tous les circuits seront-ils le plus possible semblables. En plaçant les transformateurs d'un côté, les interrupteurs à huile et les parafoudres de l'autre, il sera presque toujours possible de s'accroître. Les lignes devront pouvoir quitter la sous-station dans toutes les directions. La figure 2 montre la disposition idéale de la sous-station aérienne. On peut la reproduire par symétrie par rapport à l'axe de la voie. On emploiera des isolateurs droits ou de poteaux avec tube de cuivre. Cependant, quand on emploie des appareils situés au sommet d'un montant, on se servira d'isolateurs tendeurs. Le cadre d'acier de la station ne sera pas calculé comme les tours en acier des lignes de transmission; il sera compact et léger. Les pylônes treillisés employés n'auront pas plus de 60 cm de base.

Un éclairage intensif est désirable. Les phares ont cependant des inconvénients lorsque la sous-station est près d'une voie ou d'une agglomération. Il faudra alors étudier un autre moyen d'éclairage.

P. V.

Régulateurs pour turbine hydraulique (¹).

Nous avons déjà décrit dans la « R. G. E. » du 19 mai 1917, p. 771, un régulateur pour turbine hydraulique exposé à l'Exposition nationale suisse de Berne de 1914. Nous allons faire encore une description de deux régulateurs construits par la maison Jacob Rieter et Cie de Winterthour.

Le premier de ces appareils est destiné à une turbine Pelton dont les caractéristiques sont les suivantes : hauteur de chute, 205 m ; puissance sur l'arbre, 500 ch ; nombre de tours par minute : 500. Le régulateur et la turbine ont été construits par la Société anonyme Joh. Jacob Rieter et Cie de Winterthour, Suisse.

Le régulateur est à double action et commande à la fois l'écran et le pointeau de la turbine.

Le constructeur ayant voulu utiliser son régulateur type normal, il le fait agir sur le pointeau de la turbine et le

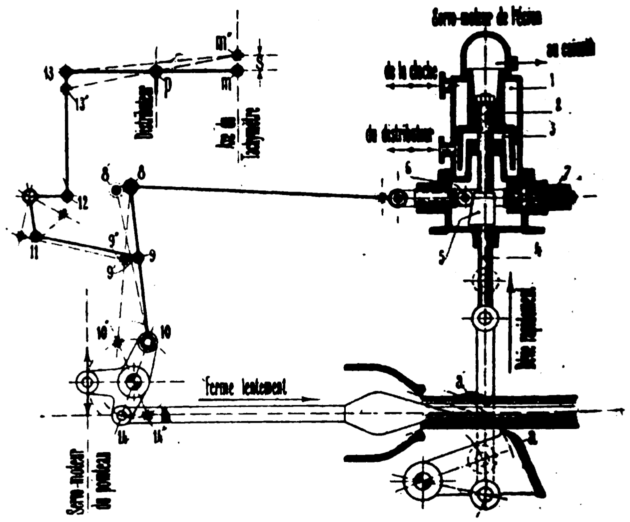


Fig. 1. — Servo-moteur auxiliaire et asservissement du régulateur à double action.

règle de façon à limiter à une valeur admissible le coup de bélier de fermeture, tandis qu'un autre servo-moteur actionne avec la rapidité désirée l'écran déviateur.

Le servo-moteur auxiliaire qui commande l'écran est

(¹) Les machines hydrauliques à l'Exposition nationale suisse de Berne en 1914; R. NEESER, *Bulletin technique de la Suisse romande*, 10 et 24 février 1917, p. 25 et 33.

Digitized by Google

constitué par un piston différentiel 2 dont la face annulaire, formant le fond inférieur du cylindre, est soumise à la pression constante d'un réservoir alimenté par une pompe à huile (fig. 1). La grande face 3 du piston 2 est reliée à un tiroir de distribution (fig 2) commandé par le tachymètre à force centrifuge. Le piston 2 est relié à l'écran a par une tige 4. Cette tige porte la lame d'asservissement 5 sur laquelle un ressort 7 appuie constamment le galet 6.

Le servo-moteur de l'écran et celui du pointeau (non représenté sur la figure) sont commandés tous deux par le tiroir de distribution représenté figure 2. Le pointeau ou

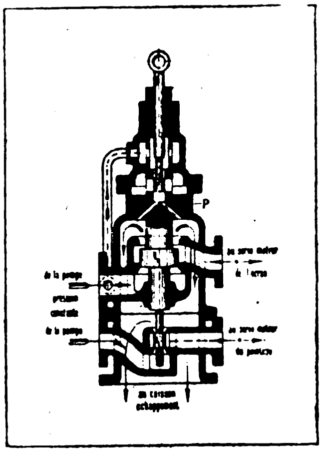


Fig. 2. — Tiroir double distributeur du servo-moteur à double action.

tiroir auxiliaire p, commandé par le tachymètre, actionne le petit piston P auquel sont fixés le tiroir t_1, qui commande le servo-moteur du pointeau, et le tiroir t_2 qui commande à son tour le servo-moteur de l'écran.

En régime normal, le tiroir supérieur t_2 découvre légèrement l'arête supérieure de distribution et recouvre un peu l'arête inférieure; l'espace annulaire 3 du servo-moteur de l'écran est donc constamment à la pression d'échappement (pression atmosphérique) et la face 1 à la pression de la pompe; il en résulte que le piston 2 occupe sa position limite inférieure et l'écran se trouve dans sa position limite a, hors du jet, quels que soient la charge et le diamètre du jet. L'écran n'est donc tangent au jet que pour la puissance maximum de la turbine.

Le pointeau p est asservi à la fois aux mouvements du servo-moteur de l'écran et à ceux du servo-moteur du pointeau.

Supposons que la turbine subisse une décharge brusque. Le tachymètre soulève le pointeau de distribution p, l'écran se relève brusquement de a en a' et le pointeau principal de la turbine se ferme en parcourant lentement sa course 14-14''. La tige 4 en se relevant soulève la came 5 qui pousse le galet 6, ce qui provoque le déplacement rapide de 8 en 8', le levier 8-9-10 pivote autour de 10 qui, lui-même, se déplace lentement, puisqu'il est solidaire du pointeau principal; le levier 8-9-10 vient occuper la position 10-9'-8', ce qui détermine un premier et léger asservissement du pointeau p et des tiroirs t_1 et t_2.

Cet asservissement n'est pas complet, l'écran reste dévié et le pointeau principal continue lentement à se fermer, le point 10 vient en 10'' et 9' en 9'', ce mouvement d'asservissement continue donc jusqu'à ce que les tiroirs t_1 et t_2 soient revenus dans leur position moyenne, ce qui a pour effet de ramener l'écran dans sa position initiale a. A la fin de la période de réglage, la tringle m-p-13 est en m''-p-13'' et le balancier 8-9-10 en 8-9''-10'', l'écran est en a et le pointeau principal ayant terminé sa course de fermeture réduit le diamètre du jet à la valeur correspondant à la nouvelle puissance à fournir.

Si la charge augmente, l'écran reste en a, et le pointeau principal s'ouvre sous l'action de son servo-moteur.

Nous avons dit plus haut que le constructeur faisait agir sur le pointeau de la turbine un de ses régulateurs du type normal. Les régulateurs de la maison Rieter et Cie se font en six grandeurs normales. Le plus petit régulateur est établi pour une énergie de 50 kgm, le plus grand pour 2000 kgm. Les régulateurs de 1 à 4 possèdent un piston différentiel, les autres, ainsi que les modèles spéciaux, ont un servo-moteur à double action. Nous ne décrirons pas ces régulateurs, renvoyant à l'article original pour leur étude. Nous nous contenterons d'exposer sommairement le fonctionnement d'un régulateur isodrome construit par la maison Rieter qui s'exécute avec asservissement rigide et statisme positif et est pourvu, comme son nom l'indique, d'un asservissement extensible ramenant le nombre de tours de régime à une valeur constante.

La pompe à engrenage H (fig. 3) débite, soit dans le petit cylindre F, soit dans le réservoir d'air C sur lequel sont

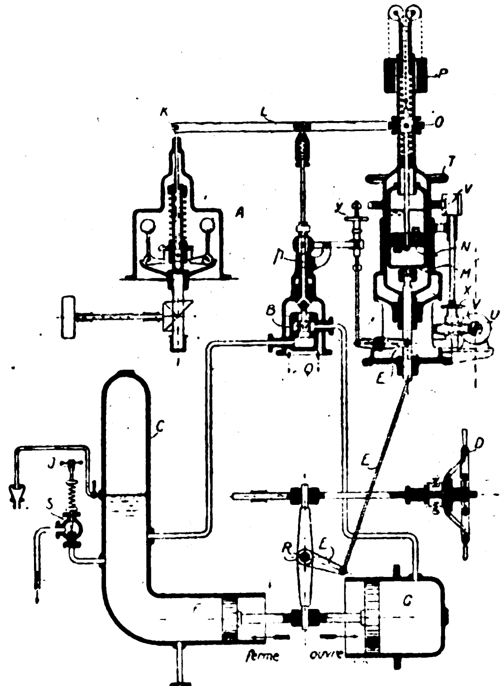


Fig. 3. — Schéma du régulateur isodrome.

fixés un manomètre et une soupape de sûreté S avec son dispositif de réglage J, ainsi que le purgeur automatique destiné à limiter le volume d'air dans le réservoir C. Le réservoir d'air a pour effet, grâce à l'huile sous pression qui s'y accumule, de diminuer le temps de fermeture du servo-moteur qui correspond au débit de la pompe.

Le tachymètre A actionne, au moyen du manchon K et du

Digitized by Google

levier L, un pointeau p qui commande le tiroir de distribution B. Le tiroir est alimenté en huile sous pression par la cloche C au moyen d'une tubulure. Une seconde tubulure relie le tiroir au grand cylindre G, l'échappement de l'huile se fait par l'orifice inférieur Q. Le piston différentiel transmet son mouvement à l'arbre de réglage R. La tige filetée horizontale du volant de réglage à main D attaque l'arbre de réglage à sa partie supérieure. L'asservissement est attelé à l'arbre de réglage au moyen de leviers et d'une bielle E.

Lorsque le piston du servo-moteur se déplace dans le sens de la fermeture, la tringlerie d'asservissement fait descendre le cylindre du frein à huile M, le piston N de ce frein et le manchon O qui est relié au piston N. Le manchon O est soumis sur ses faces supérieure et inférieure, à l'action de deux ressorts qui s'appuyent à leurs autres extrémités sur les fonds du tube qui prolonge le cylindre fixe T. Le contrepoids P équilibre la tension des ressorts agissant sur le manchon O.

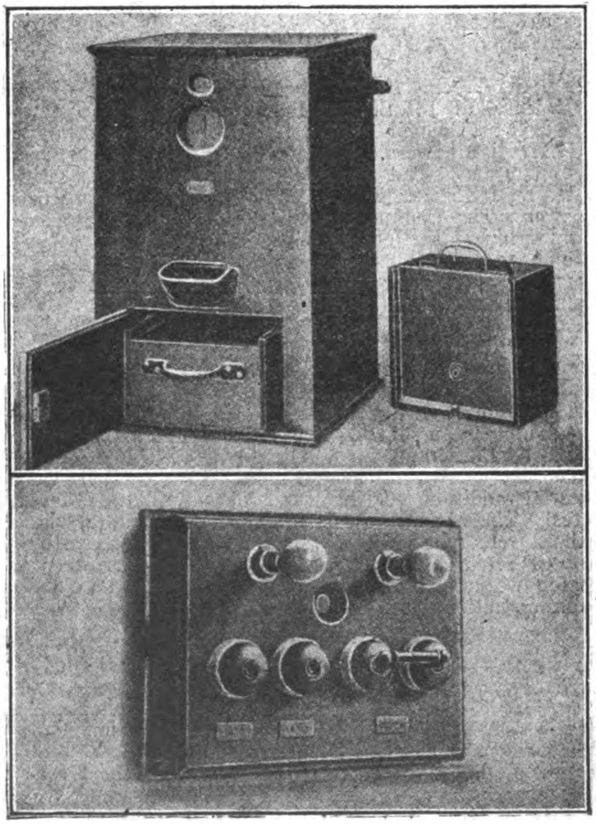
Si le mouvement du piston du servo-moteur est rapide, par suite de l'action du frein à huile, l'asservissement agit au début comme s'il était rigide. Mais le manchon O sera ramené rapidement à sa position moyenne sous l'action des ressorts à laquelle s'oppose la résistance du frein à huile, et le manchon K du tachymètre reviendra à sa position initiale qui correspond à la position moyenne du tiroir de distribution.

Le nombre de tours sera donc le même avant et après la période de réglage, pourvu que le cylindre T n'ait pas été déplacé verticalement pendant cette période. Si le cylindre T a été déplacé dans le sens vertical, soit en tournant le volant T, soit par l'engrenage V actionné par le moteur électrique U, le nombre de tours du groupe sera modifié. Le moteur électrique U peut être embrayé ou débrayé au moyen de la friction X.

On peut soustraire le tiroir de distribution à l'action du tachymètre, et arriver ainsi, soit à limiter l'ouverture de la turbine, soit à provoquer une fermeture rapide du distributeur en agissant sur l'appareil Y qui est relié à la tringlerie d'asservissement. H. C.

Notes pratiques

Méthode perfectionnée de contrôle du temps. — Dans ce système, on place un coffret dans chaque atelier. Sur le devant du coffret se trouvent : un voyant indiquant quelle est la période de temps que l'appareil enregistre actuellement, une fente dans laquelle l'ouvrier place son jeton, et une cuvette métallique dans laquelle le jeton est retourné à l'ouvrier s'il a été placé trop tard. Tous les coffrets sont contrôlés électriquement en même temps d'un point central actionné par une horloge ou par le gardien de l'usine.



A l'usine où ce dispositif a été appliqué pour la première fois, les coffrets sont ouverts à 5,45 h chaque matin et le restent jusqu'à 6,05 h, le voyant indiquant, pendant cette période, le mot « A l'heure ». A 6,05 h un des circuits électriques étant momentanément connecté, le voyant indique « 6,30 h » et tous les jetons sont dirigés dans une autre partie du coffret. A 6,30 h, une seconde connexion électrique amène un blanc à la place du voyant, et le jeton revient à l'ouvrier, lui prouvant de tangible façon qu'il est en retard.

Le temps du petit déjeuner s'étendant de 8 h à 8,20 h, le coffret reste fermé jusqu'à 8,15 h ; on ne le laisse ouvert que jusqu'à 8,30 h. Au déjeuner, de 12,30 h à 1,30, les coffrets sont ouverts à 1,15 h et fermés à 1,30 h.

Les jetons tombent dans une boite verrouillée dans le coffret ; elle a deux compartiments pour recevoir les « A l'heure » et les « 6,30 h », car elle reste dans le coffret jusqu'à ce qu'on le ferme, au dernier moment. Elle porte un couvercle avec serrure à ressort, elle est construite de telle façon qu'il est impossible de l'enlever du coffret sans que le couvercle ne soit fermé et verrouillé. Il n'y a donc pas possibilité d'introduire des jetons pendant le temps qu'on transporte la boite du coffret au bureau de contrôle.

Le système peut s'adapter à la plupart des conditions d'heures, car il possède trois « temps » ou « blancs » distincts effectifs. Le courant consommé par l'appareil est négligeable.

P. V.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

L'Energie Industrielle.

Assemblée générale extraordinaire du 20 aout 1917.

L'assemblée générale extraordinaire, réunie le 20 août, a décidé à l'unanimité l'augmentation du capital de 5 à 6 millions de francs par incorporation au capital d'une partie des réserves.

Il sera distribué une action nouvelle de 100 fr par cinq actions anciennes.

La même assemblée a donné tous pouvoirs au Conseil pour l'augmentation du capital à 10 millions de francs par voie d'émission d'actions de numéraire et d'absorption d'autres entreprises.

Les Sociétés qu'il est question d'absorber sont : l'Energie électrique de la Basse-Loire, la Société d'Eclairage électrique de la ville d'Alais, l'Energie électrique de la Côte-d'Or, la Société d'Electricité de Saint-Nectaire.

Energie électrique du Sud-Ouest.

Assemblée générale extraordinaire du 7 septembre 1917.

L'assemblée générale extraordinaire des actionnaires, réunie le 7 septembre, était appelée à vérifier la déclaration de souscription de 12 000 actions de 500 fr chacune représentant l'augmentation du capital de la Société Energie électrique du Sud-Ouest de 6 millions de francs décidée en vertu de l'autorisation donnée par l'assemblée générale extraordinaire du 31 mai 1917, dont nous avons rendu compte [1].

L'assemblée a adopté à l'unanimité une résolution reconnaissant sincère et valable cette déclaration ; le capital social, qui était de 24 millions de francs, se trouve donc définitivement porté à 30 millions de francs.

Une deuxième résolution, ayant pour but de modifier l'article 7 des statuts comme conséquence de cette augmentation du capital, a également été votée à l'unanimité.

Constructions Electriques Nancy.

Assemblée générale ordinaire du 8 septembre 1917.

Le solde du compte profits et pertes, relatif à l'exercice terminé le 30 juin 1917, se monte à 1 687 968 fr.

Ces résultats ne sont pas uniquement dus aux circonstances, mais en plus grande partie aux développements donnés aux moyens de production de la Société avant la guerre. Les agrandissements faits en 1912 et complétés au début de 1914 avaient plus que doublé la capacité des ateliers ; l'augmentation de rendement qui leur est due et qui, normalement, aurait dû se faire sentir dans les résultats des exercices 1914-1915 et 1915-1916, a été retardée au début de la guerre, et, de ce fait, le dernier exercice seulement en a profité.

[1] Voir *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 953.

Le Conseil a décidé d'affecter une somme de 200 000 fr aux amortissements qui avaient reçu 150 000 fr en 1913-1914, dernière année normale ; un compte spécial a été ouvert en prévision des dommages et charges extraordinaires de guerre et une somme de 650 000 fr y a été attribuée. Enfin, un dividende de 100 fr par action a été réparti et la réserve extraordinaire a reçu 30 000 fr.

Bilan au 30 juin 1917.

Actif.

	fr
Terrains, usines, matériel et outillage	1 595 869,99
Caisse, portefeuille, banquiers	1 908 288,35
Comptes débiteurs	774 916,10
Approvisionnements et travaux en cours	990 100,27
Comptes d'ordre	3 500 »
	5 272 674,71

Passif.

	fr
Capital social	2 000 000 »
Réserves diverses	279 098,13
Amortissements	690 297,48
Comptes créditeurs et provisions	615 310,13
Profits et pertes (solde)	1 687 968,97
	5 272 674,71

Compagnie des Forges et Aciéries Paul Girod.

Assemblée générale extraordinaire du 18 septembre 1917.

L'assemblée extraordinaire du 18 septembre a reconnu sincère et véritable la déclaration de souscription et de versement relative aux 3000 actions nouvelles émises suivant la décision de l'assemblée générale extraordinaire du 11 juillet 1917, dont nous avons rendu compte [1].

L'assemblée a nommé le commissaire chargé de vérifier les apports, à titre de fusion, faits par la Société Electrométallurgique (procédés Paul Girod).

Appareillage Electrique Grivolas.

Assemblée générale ordinaire du 26 septembre 1917.

Le solde des bénéfices de l'exercice se terminant au 31 mars 1917 s'élève à 511 958 fr contre 408 105 fr pour l'exercice précédent, soit une augmentation de 103 853 fr.

En ajoutant à ce chiffre le solde de l'exercice précédent reporté de 106 071 fr, le compte profits et pertes ressort au crédit par une somme de 618 029 fr.

Après les attributions statutaires et légales, un dividende de 10 pour 100, absorbant 328 216,82 fr, a été réparti entre

[1] Voir *R. G. E.*, 29 septembre 1917, t. II, nº 13, p. 515.

Digitized by Google

les actions, 100 000 fr ont été attribués au fonds d'amortissement et le solde de 120 592 fr a été reporté à nouveau.

Le bilan n'attire aucune observation particulière, sauf que le compte Terrain Bobigny est en augmentation de 380 046 fr provenant d'un complément d'achat de terrain, ainsi que le commencement d'édification et d'équipement d'une usine qui se poursuivent actuellement.

BILAN AU 31 MARS 1916.

Actif.

	fr
Apports, matériel, agencement, mobiliers et divers	1 213 495,34
Immeubles rue Volta et Montgolfier	669 702,52
Usine de Montreuil	347 039 »
Terrains Bobigny	432 227,53
Matières premières	1 248 789,11
Marchandises fabriquées	886 962,76
Créditeurs divers	1 360 397,76
Actionnaires	235 225 »
En caisse et en banque	1 410 637,80
	7 804 476,82

Passif.

	fr
Capital	3 500 000 »
Obligations	1 500 000 »
Coupons restant à payer	25 861,89
Créanciers divers	649 037,84
Crédit foncier	190 487,95
Réserve légale	208 319 »
Réserve	150 000 »
Réserve pour imprévu et divers	27 000 »
Provision pour dépréciation du portefeuille titres	4 513,50
Amortissements	900 000 »
Caisse de prévoyance	31 226,72
Profits et pertes :	
Report de l'exercice 1915-1916	106 071,22
Bénéfices de l'exercice 1916-1917	511 958,70
	7 804 476,82

Compagnie pour la fabrication des Compteurs et du Matériel d'usines à gaz.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 14 SEPTEMBRE 1917.

Les actionnaires de cette Société, réunis en assemblée générale extraordinaire, ont voté à l'unanimité les propositions du Conseil ayant pour but de prolonger la durée de la Société du 1er mai 1950 au 1er avril 2016, de façon à répartir sur une plus longue durée les amortissements obligatoires ; de fixer au 31 mars au lieu du 30 avril la clôture de l'année sociale ; de porter de 15 à 18 le nombre des administrateurs ; de doubler le capital par l'incorporation d'une somme de 9 millions prélevée sur la réserve spéciale et la remise à titre gratuit à chaque actionnaire d'une action nouvelle pour une action ancienne ; de répartir entre toutes les actions actuelles la provision spéciale créée en 1915 et 1916 et s'élevant à 5 millions ; enfin, une seconde augmentation de capital destinée à tripler le capital actuel par l'émission au pair de 125 fr de 72 000 actions nouvelles réservées aux porteurs des actions anciennes.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1916.

Actif.

	fr
Chute d'Orlu et concessions d'Oô et de Siguer	1 179 283,63
Usines	8 174 174,15
Réseaux et postes	11 101 894,91
Installations d'abonnés	216 717,12
Immeubles et terrains	235 935,43
Outillage et mobilier	264 287,70
Participations financières et concessions d'éclairage	3 518 874,93
Prime de remboursement	1 046 100 »
Frais de constitution et d'émission	2 741 545,17
Intérêts et frais payés au titre de premier établissement	2 636 859,49
Caisse	58 133,10
Banques	2 438 913,52
Marchandises	610 418,27
Cautionnements	6 625 »
Travaux et marchés en cours	1 430 950,84
Sommes payées sur commandes	123 500 »
Frais à imputer aux exercices suivants et dépôts d'avances	114 618,20
Abonnés	903 676,10
Débiteurs divers	291 447,20
	37 093 954,76

Passif.

	fr
Capital actions	8 000 000 »
Capital obligations 4 1/2 pour 100	8 183 000 »
Amortissement obligations 4 1/2 pour 100	67 000 »
Capital obligations 5 pour 100	11 316 000 »
Capital bons 6 1/2 pour 100	6 000 000 »
Intérêts et frais de premier établissement	171 200,51
Effets à payer	52 101,79
Coupons échus	526 349,85
Provision pour coupons obligations 4 1/2 pour 100 échus le 1er janvier 1917	184 117,50
Intérêts courus sur obligations 5 pour 100	151 433,39
Intérêts courus sur bons décennaux 6 1/2 pour 100	162 500 »
Créditeurs divers	1 662 740,20
Bénéfice de l'année	617 511,52
	37 093 954,76

Energie électrique du Littoral méditerranéen.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 6 OCTOBRE 1917.

Le rapport soumis à l'assemblée signale qu'en vertu de l'autorisation accordée par l'assemblée extraordinaire du 11 novembre 1916, le Conseil a estimé opportun de procéder à une augmentation de capital de 22 millions de francs par l'émission au pair de 44 000 actions nouvelles de 500 fr chacune et de porter par suite le capital de la Société de 38 millions à 60 millions de francs.

L'opération ayant été réalisée aux termes d'un acte dressé le 15 septembre dernier par Me Faroux, notaire à Paris, l'assemblée à l'unanimité a reconnu sincère et véritable la déclaration de souscription et de versement relative à cette augmentation du capital et a modifié en conséquence l'article 6 des statuts.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 RGE **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : J. BLONDIN, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. TOME II. — N° 19. 10 NOVEMBRE 1917.

Chronique. — Congrès général du Génie civil. — Electriciens.., méfiez-vous. — Bibliographie : Manuel pratique des nouveaux impôts. — Académie des Sciences. — Nos Tables des matières, p. 721 et 722.

Section scientifique et technique. — Calcul pratique des lignes de transmission de l'énergie électrique par B. GLERSCHINOVITCH, p. 723. — Revues, analyses et informations : Transformation de la lumière en énergie électrique, p. 737.

Section industrielle. — Les foyers mécaniques, par M. LAMOTTE, p. 739. — Revues, analyses et informations : Installations électriques d'assèchement du sol en Amérique, p. 747 ; Précautions dans les mines utilisant le courant électrique, p. 747 ; Les moteurs monophasés à collecteur, p. 748. — Notes pratiques : Douille flexible pour boite de coupure, p. 750 ; Un nouveau procédé de nickelage de l'aluminium, p. 750 ; Scellement des extrémités de câbles, p. 750.

Section de législation. — Projet de loi relatif à l'utilisation de l'énergie hydraulique, p. 751. — Législation, jurisprudence, réglementation : Décret déclarant d'utilité publique l'établissement, dans les départements de Meurthe-et-Moselle et de la Meuse, d'un réseau de distribution d'énergie électrique, p. 760.

Erratum, p. 760.

Congrès général du Génie civil. — Nous avons déjà entretenu nos lecteurs, dans les numéros des 9 et 23 juin, t. I, p. 882 et p. 962, ainsi que dans le numéro du 15 septembre, t. II, p. 401, du but et du programme de ce Congrès et des travaux préparatoires de ses diverses sections. Voici quelques renseignements complémentaires relatifs aux travaux de la section VIII chargée de l'étude de l' « Organisation rationnelle du travail industriel ».

La séance du 25 septembre de cette Section a été consacrée à la lecture et à la discussion du rapport de M. Raphaël-Georges LÉVY sur les *Questions bancaires*.

Parmi les vœux qui résument les conclusions du rapporteur, le suivant a été adopté à l'unanimité :

> Que le privilège de la Banque de France soit renouvelé pour une période de 30 ans, à partir du 31 décembre 1920, sans que des charges nouvelles lui soient imposées, sans qu'aucune dérogation soit apportée aux règles tutélaires qui président à ses opérations.

Le second vœu du rapport,

> Qu'aucune entrave législative ne soit mise à la libre activité des banques,

a donné lieu à une longue discussion et a été adopté à l'unanimité, moins 4 voix. A la suite du vote, M. Potel a demandé que l'on ajoute au texte ci-dessus le mot « françaises » afin de borner aux banques françaises le bénéfice du vœu et empêcher néanmoins la mainmise des banques allemandes dans notre système bancaire. Mais différentes personnalités se sont opposées à cette adjonction comme ne rentrant pas dans le cadre de la discussion actuelle : la mesure proposée est une mesure de sûreté générale, est-il dit, et elle doit rester en dehors d'une législation sur les sociétés financières. En conséquence, le texte voté a été maintenu sans changement.

Electriciens... méfiez-vous. — L'Association amicale des ingénieurs-électriciens nous communique l'avis suivant :

> Le gouvernement a été informé de source sûre que, dans différents pays neutres voisins de la France, notamment en Espagne, les Allemands s'efforcent de désorganiser les entreprises alliées qui leur font concurrence, pour après la guerre.
>
> Dans ce but, ils offrent des contrats très avantageux au plus grand nombre possible d'agents appartenant à ces entreprises, pour leur faire abandonner brusquement leur emploi dès la conclusion de la paix.
>
> En ce moment, ils travaillent surtout les industries électriques et cherchent à les mettre dans l'impossibilité de fonctionner par suite du manque de personnel. Parmi les entreprises les plus visées, se trouvent les compagnies de distribution de force et de lumière et les tramways. Tous les postes de transformation, toutes les salles de machines, tous les tableaux de distribution sont en premier lieu repérés pour en débaucher le personnel après la guerre, au profit des industries allemandes.

Digitized by Google

Des enquêtes préalables ont été faites sur toute la partie du personnel nécessaire au fonctionnement de ces postes, non seulement personnel ouvrier, mais aussi personnel technique, depuis les manœuvres jusqu'aux ingénieurs chefs de service, on a offert, pour après la guerre, des situations représentant des avantages extrêmement supérieurs à ceux qu'ils ont actuellement.

Le contrat de travail a été établi assurant cette situation soit en Allemagne, soit en Espagne, et le contrat a été signé par devant notaire.

En Suisse, des tentatives analogues de désorganisation ont été tentées par nos ennemis.

Les industries françaises doivent être avisées de ces manœuvres afin qu'elles puissent les déjouer et mettre leur personnel en garde contre des tentatives dont le but est soigneusement dissimulé.

D'autre part, nous lisons dans la presse quotidienne le télégramme suivant adressé de New-York.

New-York, 23 octobre. — Deux agents de l'Allemagne ont été arrêtés hier, Liam Mellowes, l'un des chefs du mouvement sinn-feiner, et le baron von Recklinghausen. Ce dernier qui passe pour un ingénieur distingué est aussi affilié aux sinn-feiners. *Les papiers découverts à son domicile montrent qu'il a transmis en France de grandes sommes destinées à la propagande allemande.....*

Un nombre considérable de documents intéressant le gouvernement américain a été saisi aux domiciles de Mellowes et de Recklinghausen, dont l'étude va demander un certain temps *Recklinghausen était ici l'envoyé du comte Bernstorff Il avait de fréquents entretiens avec des personnalités turques.* Mellowes faisait des envois d'argent en Irlande et se proposait d'organiser bientôt des bandes de volontaires.

Il ne paraît pas douteux que ce « distingué ingénieur » n'est autre que M. Max Recklinghausen, inscrit dans l'annuaire de 1914 de la Société internationale des Électriciens avec le titre de « ingénieur en chef de la Cooper Hewitt Company, New-York ».

Bibliographie. — Manuel pratique des nouveaux impôts, par Paul Bougault, avocat à la Cour d'appel de Lyon (1). — La loi depuis si longtemps annoncée comme devant bouleverser notre système fiscal a été promulguée le 31 juillet dernier (2); elle sera appliquée à partir du 1er janvier prochain : il est donc indispensable que les intéressés, et tous nous le sommes, se mettent dès maintenant à en étudier les détails. C'est en vue de faciliter cette étude que notre collaborateur Paul Bougault vient de publier l'ouvrage que nous signalons ici.

Les 56 articles que contient la loi sont répartis par l'auteur en quatre grandes catégories suivant qu'ils se rapportent aux contributions supprimées, aux impôts de remplacement, aux impôts nouveaux ou aux dégrèvements.

En fait, aucune contribution n'est complètement supprimée : seule est supprimée la part de l'État dans les trois contributions personnelle-mobilière, portes et fenêtres, patentes ; mais la part du département et de la commune subsiste avec quelques modifications. Quant à l'impôt sur la propriété foncière, non seulement il est conservé, mais il est augmenté par l'élévation de son taux à 5 pour 100. Comme l'assiette de ce dernier impôt a été profondément modifiée par la loi relativement récente du 29 mars 1914, et que les délais de réclamation ne sont point encore exposés, M. Bougault consacre un chapitre spécial à cette loi.

Pour les commerçants ainsi que ceux exerçant des professions libérales soumises à la patente (médecins, notaires, avoués, banquiers, architectes, etc.), la contribution de la patente est remplacée (pour la part afférente à l'État) par un impôt sur les bénéfices annuels. Le montant de ces bénéfices doit être déclaré par les sociétés qui sont soumises à la publication de leurs bilans, par les personnes exerçant des professions libérales et par les sociétés ou personnes assujetties à la contribution des bénéfices de guerre ; les commerçants ne sont pas tenus de faire cette déclaration : ils peuvent se borner à faire connaître leur chiffre d'affaires, lequel servira alors de base à l'impôt d'après des coefficients établis pour chaque profession. M. Bougault étudie minutieusement les articles qui se rapportent à ces sujets en tenant compte des observations qui ont été faites au Sénat lors de la discussion de la loi en novembre et décembre 1916 et janvier 1917.

Les impôts nouveaux portent sur les bénéfices agricoles, les traitements publics et privés, les indemnités, les émoluments, les salaires et les rentes viagères, les bénéfices des professions libérales qui n'étaient point touchées autrefois (artistes, hommes de lettres, professeurs libres, etc.), enfin les revenus des créances, dépôts en banque et cautionnement. Les articles de la loi qui se réfèrent à ces nouveaux impôts sont commentés en détail.

Dans la dernière partie M. Bougault examine les articles qui offrent au contribuable le moyen d'obtenir le dégrèvement partiel de certains impôts ; les formes voulues pour y parvenir sont indiquées dans le livre.

Il nous est inutile d'ajouter que toutes ces questions sont exposées avec la plus grande clarté et la plus grande compétence ; la notoriété acquise à l'auteur par ses publications antérieures est un sûr garant que celle-ci satisfera le lecteur le plus exigeant.

(1) Rappelons que cette loi a déjà donné lieu à la publication dans la *R. G. E.* de deux articles, l'un de M. P. Bougault, intitulé « La nouvelle loi fiscale du 31 juillet 1917 et les usines électriques », paru dans le numéro du 1er septembre, t. I, p. 355-360, l'autre de M. F. Rosenfeld, « La perception de l'impôt cédulaire au point de vue comptable », numéro du 20 octobre, t. I, p. 637-639.

(2) Un vol., format 25 cm × 16 cm, 255 pages. En vente aux bureaux de la *Revue générale de l'Électricité*. Prix, broché, 10 fr (majoration temporaire de 20 pour 100 en sus).

Académie des Sciences. Séance du 29 octobre 1917. — Parmi les communications faites dans cette séance à l'Académie, une seule a rapport à la science électrique, c'est une note de M. A.-B. Chauveau *sur la variation diurne du potentiel en un point de l'atmosphère, par ciel serein.* Nous donnerons prochainement, dans la documentation, une courte analyse de cette intéressante communication.

Nos tables des matières. — En réponse à de nombreuses questions qui nous sont posées à ce sujet par nos lecteurs, nous informons ceux-ci que diverses difficultés, principalement d'ordre matériel, nous forcent à retarder encore de quelques semaines la publication de ces tables.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Calcul pratique des lignes de transmission de l'énergie électrique

Nous avons déjà donné dans notre numéro du 7 avril 1917, t. I, p. 523 la première partie de l'étude de M. B. Guerschinovitch sur le calcul pratique des lignes de transmission de l'énergie électrique. Dans cette première partie, l'auteur avait étudié le calcul des lignes au point de vue de la possibilité de la transmission; il donne, dans cette deuxième partie, le calcul des lignes au point de vue économique en se basant d'ailleurs sur les résultats qu'il avait déjà obtenus dans la première partie de son étude.

Le calcul d'un réseau avec dérivations est un problème très complexe, surtout pour le courant alternatif.

En effet, le nombre des inconnues, qui elles-mêmes sont variables, est tellement grand, qu'on ne peut pas songer le résoudre en toute généralité par des équations. Mais il serait très dangereux et onéreux de se dispenser, à cause de cette complexité, de tout calcul théorique. Malheureusement, le préjugé, assez répandu parmi les industriels, que les calculs théoriques, vu leur complexité, n'ont pas grande importance et qu'il faut plutôt se baser sur la pratique, donne souvent lieu à de gros ennuis. En réalité, la théorie et la pratique se complètent l'une l'autre et ne sont que deux branches de la science, qui peut être divisée en science pure et science appliquée.

Le mérite d'un bon ingénieur est de savoir appliquer rationnellement la science à la résolution de questions de la pratique courante.

Dans la question du transport d'énergie et du calcul des lignes, l'appréciation joue un rôle très important. Le calcul des lignes de transmission d'énergie doit donc être précédé d'une enquête approfondie sur tous les éléments qui s'y rattachent. Mais, une fois les éléments d'appréciation déterminés, c'est à la théorie de résoudre le problème de la section économique.

Pour cela, on diminue, en faisant certaines hypothèses, autant que possible le nombre des inconnues; on simplifie le problème et on trouve la section par une méthode de calculs approchés. Il faut bien se persuader que ce n'est pas la section à 1/1 00 près qu'on cherche, mais plutôt une indication sur l'ordre de sa grandeur.

L'ingénieur doit aussi bien tenir compte des pertes dans les lignes, que de la question des dépenses, des fonds disponibles et des conditions particulières d'exploitation de chaque entreprise.

Dans certains cas, on ne dispose pas assez de fonds et on cherche à diminuer autant que possible les frais de premier établissement. On peut alors négliger les pertes dans la ligne, jusqu'à une certaine limite compatible avec un bon service. Dans d'autres cas, lorsqu'on manque de puissance et dispose de fonds, on néglige l'influence de la grandeur de la section sur les frais de premier établissement.

Tout calcul d'un réseau doit être basé sur les principes suivants :

1° Le résultat général de l'exploitation doit être tel que :

Frais d'exploitation + [(amortissement + intérêt) des capitaux engagés ≦ recettes totales;

2° Bon fonctionnement au point de vue électrique;

3° Tout doit être prévu pour qu'un accroissement ultérieur de la charge n'entrave pas le bon fonctionnement du service.

Il peut arriver qu'on soit obligé d'établir des parties de réseau pour lesquelles le premier principe est en défaut, mais il importe que le résultat général, à présent ou dans un prochain avenir, soit conforme à ce principe. Un réseau, établi suivant ces principes et dont les lignes de transmission et l'emplacement des postes sont rationnellement calculés, permet de diminuer le prix de vente, d'augmenter le débit, ainsi que les bénéfices. On ne peut donc indiquer des règles rigides pour le calcul de la section, mais bien une méthode pratique d'approximations successives. La section ainsi trouvée n'a rien d'absolu, mais doit être vérifiée au point de vue des dépenses qu'elle doit entraîner et du bon fonctionnement du service actuel et futur. On choisit enfin la section présentant la meilleure solution, de façon à concilier la mise de fonds disponibles ou admissibles avec les exigences d'un bon fonctionnement du service. Pour les lignes avec charge distribuée le long de la ligne, on peut adopter une section uniforme ou une section différente pour chaque tronçon. A notre avis, la section uniforme doit être absolument prohibée, sauf le cas où la charge le long de la ligne est négligeable vis-à-vis celle à l'extrémité. En effet, pour la même dépense de cuivre, les écarts des pertes et des chutes de tension, dans le cas de variation de la charge, sont beaucoup

Digitized by Google

moins grands avec une section non uniforme. Pour le même pourcentage des pertes, il faut moins de cuivre qu'avec une section uniforme.

Pour calculer une telle ligne, on se donne le tant pour 100 des pertes ou en applique la méthode de M. Thomson. La formule de M. Thomson contient :

T durée annuelle de fonctionnement ;

K prix d'un watt-heure.

C'est le point faible de la méthode, car le nombre T n'est pas facile à calculer. Le calcul de ce nombre est souvent délicat et pénible. Mais l'erreur qu'on peut commettre en le calculant n'a pas grande importance. C'est la racine carrée de T qui rentre dans la formule finale et, d'autre part, la section ainsi trouvée ne donne qu'une simple indication et doit être vérifiée comme nous l'avons remarqué ci-dessus. Quant au nombre K sa valeur est différente suivant les conditions d'exploitation de savoir :

1° Source hydraulique ;

2° Source non hydraulique ;

3° On ne manque pas de puissance ;

4° On manque de puissance.

Ainsi, pour calculer la section des lignes d'un réseau, on est obligé de faire le calcul au point de vue électrique et commercial en tenant compte de l'ensemble des conditions particulières de chaque entreprise.

Avant de traiter la question d'un réseau, nous croyons utile de dire quelques mots sur le calcul exact de la section dans le cas où toute la charge est à l'extrémité de la ligne.

Calcul exact de la section. — Soient :

U_1 la tension au départ ;

U_2 la tension à l'arrivée ;

W la puissance à l'arrivée.

1° On se donne la chute de tension relative à U_1 ou à U_2.

U_1, W, $\cos\varphi_2$ sont connus.

Nous avons admis (t. I, p. 529) (¹) que $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2$.

La chute de tension

$$e = \frac{RI\sqrt{3}}{\cos\varphi_2} + U_1\left(1 - \frac{\cos\varphi_1}{\cos\varphi_2}\right)$$

devient

$$e = \frac{RI\sqrt{3}}{\cos\varphi_2}.$$

Il est évident qu'on ne peut admettre l'égalité $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2$ que pour pouvoir faire un premier calcul approximatif de la section. On peut s'en servir pour trouver sa valeur exacte de la façon suivante. La formule de M. Blondel pour un courant triphasé est

$$U_1 = \sqrt{\left(U_2\cos\varphi_2 + RI\sqrt{3}\right)^2 + \left(U_2\sin\varphi_2 + L\omega I\sqrt{3}\right)^2}.$$

La chute de tension étant admise, on calcule U_2.

(¹) Voir *Revue générale de l'Électricité*, (p. 523 à 531), 7 avril 1917, n° 14.

De la relation $W = U_2 I\sqrt{3}\cos\varphi_2$ on tire l'intensité du courant I.

La self-induction est donnée par la formule de M. Blondel

où $L = l\left(0{,}5 + 4{,}6\log\frac{D}{r}\right)$;

l est la longueur de la ligne en kilomètres ;

D, la distance entre les conducteurs ;

r, le rayon du fil ;

D et r sont exprimés tous les deux avec les mêmes unités.

La distance D entre les conducteurs peut être considérée comme connue, elle est consacrée par l'usage pour chaque tension.

W, U_2, I, $\cos\varphi_2$, D étant connus, la tension U_1 donnée par la formule de M. Blondel peut se mettre sous la forme $U_1 = \varphi(r)$.

$$U_1 = \sqrt{\left(A + \frac{B}{r^2}\right)^2 + \left(C + M\log\frac{D}{r}\right)^2}$$

On ne peut résoudre cette équation que par tâtonnements. Mais par quelle valeur du rayon r commencer ? La méthode indiquée (t. I, p. 528) (¹) donne précisément cette valeur de r, en admettant $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2$ en première approximation. On calcule $L\omega I\sqrt{3}$ correspondant à cette valeur approximative du rayon r. On sait que la self-induction L varie peu avec le rayon r. On tire la résistance R (donc le rayon r) en deuxième approximation de la formule de M. Blondel en y remplaçant $L\omega I\sqrt{3}$ par sa valeur correspondant à la valeur du rayon r trouvée en admettant $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2$.

On a

$$R = \frac{\sqrt{U_1^2 - \left(U_2\sin\varphi_2 + L\omega I\sqrt{3}\right)^2} - U_2\cos\varphi_2}{I\sqrt{3}}.$$

La valeur de R ainsi trouvée diffère peu de sa valeur exacte, qu'on peut ensuite trouver facilement.

Pour l'exemple n° 3 nous avons (¹)

$W = 60$ kw ; $U_1 = 3000$ v ; $U_2 = 2727$; $\cos\varphi_2 = 0{,}75$.

En admettant $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2$ nous avons trouvé que R en première approximation $= 7$ ohms.

Fixons la distance entre les conducteurs D à 50 cm et calculons $L\omega\ I\sqrt{3}$ correspondant à $R = 7$ ohms et $\omega = 50$ p : sec.

$$L\omega I\sqrt{3} = 10{,}5 \times 1973 \times 10^{-6} \times 100\pi \times 17 \times \sqrt{3} = 104\text{ v}.$$

En remplaçant $L\omega\ I\sqrt{3}$ dans la formule de M. Blondel par la valeur ainsi calculée.

On a

$$R = \frac{\sqrt{3000^2 = (1800 + 104)^2} - 2727 \times 0{,}75}{17 \times \sqrt{3}} = 9{,}35 \text{ ohms}$$

(¹) Voir *R. G. E.*, 7 avril 1917, (t. I, p. 528 à 530).

Digitized by Google

La valeur exacte de R est 9,2 ohms.

On peut, pour trouver la section, se servir d'un abaque analogue à celui de M. Herdt, mais moins compliqué et plus précis.

Nous donnons ci-dessous le principe de cet abaque très simple. La formule de M. Blondel peut se mettre sous la forme

$$U_1^2 = \left(U_2 \cos\varphi_2 + RI\sqrt{3}\right)^2 + \left(U^2 \sin\varphi_2 + L\omega I\sqrt{3}\right)^2,$$

ou

$$\left(\frac{U_1}{Il\sqrt{3}}\right)^2 = \left(\frac{U_2 \cos\varphi_2}{Il\sqrt{3}} + \frac{\rho}{S}\right)^2 + \left(\frac{U_2 \sin\varphi_2}{Il\sqrt{3}} + Y\omega\right)^2.$$

Posons

$$\frac{\rho}{S} = X \text{ (résistance par kilomètre)},$$

$$Z = Y\omega = \text{inductance par kilomètre},$$

$$\frac{U_1}{Il\sqrt{3}} = a,$$

$$\frac{U_2 \cos\varphi_2}{Il\sqrt{3}} = b,$$

$$\frac{U_2 \sin\varphi_2}{Il\sqrt{3}} = c.$$

On a

$$a^2 = (X + b)^2 + (Y\omega + c)^2 = (X + b)^2 + (Z + c)^2 \qquad (1)$$

c'est l'équation d'un cercle.

Y la self-induction par kilomètre est donnée par la formule de M. Blondel

$$Y = 0,5 + 4,6 \log \frac{D}{r},$$

donc

$$Z = Y\omega = \left[0,5 + 4,6 \log \frac{D}{r}\right]\omega;$$

mais $s = \pi r^2$ et $\frac{\rho}{s} = X$,

d'où

$$r = \sqrt{\frac{\rho}{\pi X}},$$

Et en remplaçant r par cette valeur, on trouve

$$Z = \left[0,5 + 4,6 \log \frac{D}{\sqrt{\frac{\rho}{\pi X}}}\right] \times \omega \qquad (2)$$

L'intersection de cette courbe (2) avec la circonférence (1) donne la résistance X par kilomètre, donc la section.

On construit dans le premier cadran des courbes (2) pour différentes valeurs de la distance D.

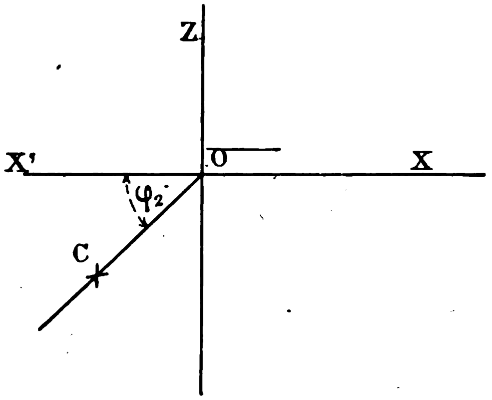


Fig. 1.

Le centre de la circonférence se trouve sur la droite faisant un angle φ_2 avec X'O (fig. 1).

$$OC = \frac{U_2}{Il\sqrt{3}}.$$

Du point C on décrit un arc de cercle de rayon

$$= \frac{U_1}{Il\sqrt{3}}.$$

L'intersection avec la courbe (2) donne X.

Un tel abaque (fig. 2) est fait pour $D = 90$ cm et P

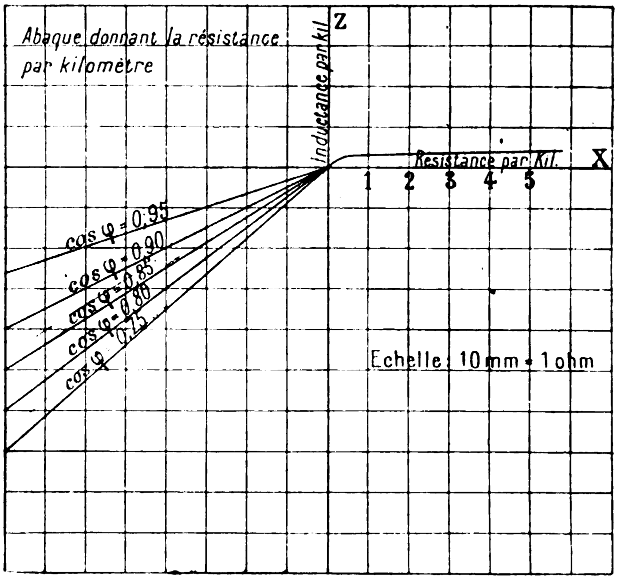


Fig. 2.

= 0,018. Le tableau 1, p. 726, donne les abscisses et les ordonnées de quelques points qui ont servi à tracer la

Digitized by Google

courbe de l'inductance en fonction de la résistance tracée dans le premier cadran.

2° Dans certains cas, le cosinus de l'angle de déphasage au départ est mal connu, mais celui à l'arrivée est donné.

Supposons qu'on se donne α le pourcentage des pertes dans la ligne.

$$U_1 = \sqrt{(U_2 \cos\varphi_2 + RI\sqrt{3})^2 + (U_2 \sin\varphi_2 + L\omega I\sqrt{3})^2}$$

$$W = U_2 I\sqrt{3} \cos\varphi_2$$

$$W \times \alpha\, 10^{-2} = 3RI^2;$$

de ces trois équations on tire la relation suivante :

$$U_1 = \sqrt{\frac{WR}{\alpha\, 10^{-2}}\left[\left(1 + \alpha\, 10^{-2}\right)^2 + \left(\operatorname{tg}\varphi_2 + \frac{L\omega}{R}\alpha\, 10^{-2}\right)^2\right]} = \varphi(r),$$

où W, α, φ_2, U_1, sont connus.

La distance D peut être considérée comme connue. On ne peut résoudre cette équation que par tâtonnements

Tableau I.

D = 50 centimètres
en ohms

Z	X
0,406	5,74
0,37	1,98
0,362	1,43
0,348	0,905
0,337	0,636
0,310	0,282

Z = inductance par kilomètre. X = résistance par kilomètre.

en commençant par la valeur de R_p obtenue en admettant que $\cos\varphi_1 = \cos\varphi_2$ et qui est donnée par

$$R_{\text{minimum}} = n\, R_p.$$

3° Puissance maximum transmissible. Il y a deux cas à considérer :

a) On donne $\cos\varphi_1$.

La puissance maximum $W_m = \dfrac{U_1^2 \cos^2\varphi_1}{4R}$ (pour le courant triphasé).

b) On donne $\cos\varphi_2$.

Il s'agit de calculer $\cos\varphi_1$.

On a :

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{U_2 \sin\varphi_2 + L\omega I\sqrt{3}}{U_2 \cos\varphi_2 + RI\sqrt{3}},$$

$$W = U_2 \cos\varphi_2 I\sqrt{3},$$

$$W \times \alpha 10^{-2} = 3RI^2,$$

de ces trois relations on tire

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{\operatorname{tg}\varphi_2 + \dfrac{L\omega}{R}\alpha 10^{-2}}{1 + \alpha 10^{-2}}.$$

La puissance maximum correspond à $\alpha = 100$ donc

$$\operatorname{tg}\varphi_1 = \frac{\operatorname{tg}\varphi_2 + \dfrac{L\omega}{R}}{2},$$

et

$$\cos\varphi_1 = \frac{2}{\sqrt{4 + \left(\operatorname{tg}\varphi_2 + \dfrac{L\omega}{R}\right)^2}},$$

mais

$$W_m = \frac{U_1^2 \cos^2\varphi_1}{4R},$$

donc

$$W_m = \frac{U_1^2}{R\left[4 + \left(\operatorname{tg}\varphi_2 + \dfrac{L\omega}{R}\right)^2\right]},$$

la chute de tension correspondant à W_m est

$$e = U_2 \times \left(\frac{2\cos\varphi_2}{\cos\varphi_1} - 1\right).$$

Elle est très voisine de 100 pour 100 ou de U_2.

Pour trouver W_{maximum} on calcule

$$\cos\varphi_1 = \frac{2}{\sqrt{4 + \left(\operatorname{tg}\varphi_2 + \dfrac{L\omega}{R}\right)^2}}.$$

L'abaque (1) donne W_m correspondant.

Calcul des lignes. — Supposons la charge distribuée le long de la ligne aux points A_1 A_2, ..., A_n et les longueurs des dérivations en ces points négligeables (fig. 3).

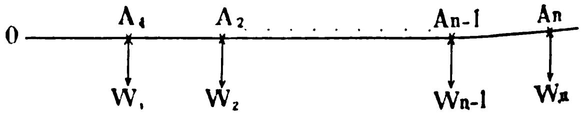


Fig. 3.

Soient

U la tension au départ.

R_1, R_2, ... R_n les résistances des tronçons OA_1, A_1A_2, ..., $A_{n-1}A_n$;

(1) Voir *R. G. E.*, 7 avril 1917, t. I, p. 525.

Digitized by Google

$S_1, S_2, \ldots, S_n$ les sections des tronçons en millimètres;

$l_1, l_2, \ldots l_n$ les longueurs des tronçons en mètres;

$W_1, W_2, \ldots W_n$ les puissances à transporter aux points $A_1, \ldots A_n$;

$\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$ les pertes dans les tronçons;

$e_1, e_2, \ldots e_n$ les chutes de tension;

$I_1, I_2, \ldots I_n$ les intensités du courant;

$\cos A_1, \cos A_2, \ldots \cos A_n$ les cosinus de l'angle de déphasage du réseau aux points

$$o, A_1, A_2, \ldots A_n;$$

$U_{A_1}, U_{A_2}, \ldots U_{A_n}$ les tensions aux points $A_1, A_2, \ldots A_n$;

$\cos \varphi_1, \cos_2, \ldots \cos_n$ les cosinus de l'angle de déphasage des récepteurs.

Hypothèses. — Tous les calculs que nous exposons ci-dessous sont basés sur les hypothèses suivantes :

1° Nous admettons, pour pouvoir faire un premier calcul approximatif de sections, que

$$\cos \varphi = \cos A_1 = \cos A_2 \ \ldots = \cos A_n.$$

2° Nous admettons, que l'angle de déphasage au point A_1 de I_1 sur U_{A_1} est égal à celui de I_2 sur U_{A_1}.

De même pour les autres points $A_2, A_3, \ldots, A_n$.

A la fin de chaque méthode nous indiquons la rectification à faire et relative à la première hypothèse. Quant à la deuxième hypothèse, nous sommes obligés de la conserver. En effet trouver le déphasage

De I_2 sur U_{A_1};

De I_3 sur U_{A_2};

. . . .

De I_n sur U_{n-1};

c'est résoudre le problème en toute généralité. Malheureusement les calculs sont trop compliqués et nous nous bornons à indiquer quelques méthodes du calcul approximatif des sections. En mentionnant toutefois de quelle façon on peut faire la rectification relative à la deuxième hypothèse.

Première méthode. — On se donne α le pourcentage des pertes relatif à la somme des puissances $W_1, W_2, \ldots W_n$ à transporter.

Posons

$$W_p = \alpha 10^{-2} \times (W_1 + W_2 + \ldots W_n) = \alpha 10^{-2} \times \sum_{q=1}^{q=n} W_q.$$

On fixe ensuite $\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_n$; les pourcentages des pertes admises dans chaque tronçon et relatifs aux puissances réellement transportées aux points $A_1, A_2, \ldots A_n$ en commençant par le dernier tronçon $A_{n-1} A_n$ de façon que les pertes totales $= W_p$.

Ces puissances sont :

Pour le tronçon $A_n A_{n-1}$, au point A_n, $= W_n = N_n$

Pour le tronçon $A_{n-1} A_{n-2}$, au point A_{n-1}, $= W_n + W_{n-1} + \alpha_n = N_{n-1}$;

. . . .

Pour le tronçon $A_1 O$, au point A_1, $= (W_1 + W_2 + \ldots W_n) + (\alpha_2 + \alpha_3 + \ldots \alpha_n) = N_1$.

L'abaque correspondant à la relation

$$W = \frac{U^2 \cos^2 \varphi}{4 \rho} \times \frac{S_m}{l},$$

donne la section minimum S_m, pour chacune de ces puissances. Connaissant $\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_n$, on trouve sur le tableau I, la courbe (4) (voir *R. G. E.*, 7 avril 1917, t. I, p. 526 et 627) ou par la formule

$$n = \frac{(1 + 0{,}01\ \beta_n)^2}{0{,}04 \times \beta_n},$$

le nombre n correspondant.

On commence par calculer la section S_1 du premier tronçon. Les pourcentage $\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_n$ étant fixés, on calcule les pertes $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$, et les puissances réellement transportées aux points $A_1, A_2, \ldots A_n$.

La puissance transportée au point A_1 est

$$N_1 = W_p + \sum_{q=1}^{q=n} W_q - \alpha_1.$$

L'abaque donne la section S_m correspondant à la puissance N_1. Pour le pourcentage β_1, on trouve le nombre n_1 correspondant. La section $S_1 = n_1 S_m$.

La chute de tension est donnée par la formule approximative, en admettant l'égalité $\cos \varphi_1 = \cos \varphi_2$.

$$e_1 = \frac{R_1 I_1 \sqrt{3}}{\cos \varphi} = \frac{\alpha_1}{I_1 \sqrt{3} \cos \varphi}, \qquad \alpha_1 = 3 R_1 I_1^2.$$

On s'en sert pour faire un premier calcul approximatif des sections. On la calcule ensuite exactement par la formule de M. Blondel en faisant la rectification relative à la première hypothèse. Nous exposons cette rectification ci-dessous.

L'intensité du courant.

$$I_1 = \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p}{U \sqrt{3} \cos \varphi}.$$

La tension au point A_1 est $U_{A_1} = U - e_1$.

La puissance au point A_2 est

$N_2 = (W_2 + W_3 + \ldots W_n) + (\alpha_3 + \alpha_n + \ldots \alpha_n$.

L'abaque donne la section minimum S_m relative à cette puissance. Au pourcentage β_2 correspond le nombre n_2. La section du deuxième tronçon

$$S_2 = n_2 S_m.$$

Même calcul pour tous les autres tronçons.

Exemple n° 4. — On veut transporter.

Au point A_1 —	$W_1 =$	50 k.w.
Au point A_2 —	$W_2 =$	100 k.w.
Au point A_3 —	$W_3 =$	450 k.w.
	Total.......	600 k.w.

Digitized by Google

Avec U, tension au départ $= 13\,500$ v.

Cos φ, cosinus de l'angle de déphasage au départ $= 0{,}8$.

Admettons

$\alpha = 6$, donc $W_p = 36$ kw,

$\beta_1 = 1{,}6$; $\beta_2 = 1{,}4$; $\beta_3 = 4$;

$\cos\varphi = \cos A_1 = \cos A_2 = \cos A_3 = 0{,}8$ (hypothèse 1°).

Ainsi que l'hypothèse 2°.

Calculons α_1, α_2, α_3 les pertes dans les tronçons.

$$\alpha_3 = 4 \times \frac{450}{100} = 18 \text{ k.w.}$$

La puissance N_2 transportée au point A_2 est

$$N_2 = W_3 + W_2 + \alpha_3 = 568 \text{ kw.}$$

Pour se servir de l'abaque relatif à la tension 3 000 v on procède de la façon suivante :

Soit à calculer la section minimum S_m pour une puissance W et une tension au départ $= 13\,500$ v :

$$W = \overline{13\,500}^2 \times \frac{\cos^2\varphi}{4\rho l 10^3} \times S_m$$

$$= \left(\frac{13\,500}{3\,000}\right)^2 \times \frac{\overline{3\,000}^2 \times \cos^2\varphi}{4\rho l 10^3} \times S_m \text{ en k.w.}$$

posons $\dfrac{13\,500}{3\,000} = m$,

$$W = m^2 \times \frac{\overline{3\,000}^2 \times \cos^2\varphi\, S_m}{4\rho l 10^3},$$

$$\frac{W}{m} = \frac{\overline{3\,000}^2 \times \cos^2\varphi}{4\rho l 10^3} \times m S_m = \frac{\overline{3\,000}^2 \times \cos^2\varphi}{4\rho l 10^3} \times S'_m \text{ k.w.}$$

$$S'_m = m\, S_m,$$

l'abaque relatif à 3 000 v donne pour la puissance $\dfrac{W}{m}$ la section minimum S'_m. Mais $S'_m = S_m$, d'où on tire

$$S_m = \frac{S'_m}{m}.$$

On peut se servir de l'abaque 13 500 v, $\cos\varphi = 0{,}8$.

$$W = \frac{\overline{13\,500}^2 \times \cos^2\varphi}{4\rho l} \times S_m = 1\,620 \times \frac{S_m}{l}.$$

Nous avons préféré nous servir de l'abaque 3 000 v (fig. 4), car nous avons voulu indiquer la marche à suivre pour calculer la section minimum S_m en se servant d'un abaque relatif à n'importe quelle tension.

Pour notre exemple

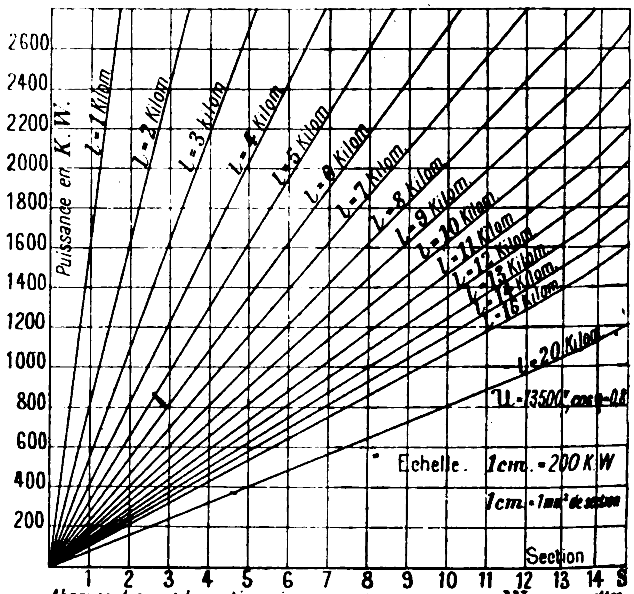
$$m = \frac{13\,500}{3\,000} = 4{,}5,$$

$$\frac{N_1}{m} = \frac{626}{4{,}5} = 139 \text{ k. w.}$$

$$\alpha_2 = \beta_2 \times \frac{568}{100} = 8 \text{ k. w.}$$

N_1 puissance transportée au point A_1

$$= W_3 + W_2 + W_1 + \alpha_3 + \alpha_2 = 626 \text{ kw.}$$



Abaques donnant la section minimum pour une puissance W à transmettre

Fig. 4.

L'abaque 3 000 v donne pour

$$\frac{N_1}{m} = 139 \text{ k. w.} \quad \text{et} \quad l_1 = 5\,000 \text{ m};$$

la section minimum

$$S'_m = 8{,}7,$$

$$\text{et } S_m = \frac{S'_m}{m} = \frac{8{,}7}{4{,}5} = 1{,}93 \text{ mm}^2.$$

Le pourcentage des pertes dans le tronçon OA_1 est $\beta_1 = 1{,}6$,
donc

$$n_1 = \frac{(1 + 0{,}01 \times 1{,}6)^2}{0{,}01 \times 4 \times 1{,}6} = 16{,}15,$$

et $S_1 = n_1\, S_m = 16{,}15 \times 1{,}93 = 32$ mm² (en chiffres ronds).

Digitized by Google

Les pertes dans le tronçon OA_1 sont

$$\alpha_1 = \beta_1 \times \frac{626}{100} = 1,6 \times \frac{626}{100} = 10 \text{ k w.}$$

La puissance au départ

$$P = \sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p = 600 + 36 = 636 \text{ k w.}$$

$$I_1 = \frac{636 \times 10^3}{13\,500 \times \sqrt{3} \times 0,8} = 34\text{A},$$

$\alpha_1 = 10 \times 10$ w.

La chute de tension approximative [1].

$$e_1 = \frac{\alpha_1}{I_1 \sqrt{3} \times 0,8} = \frac{10^4}{34 \times \sqrt{3} \times 0,8} = 214 \text{ v}$$

La tension au point A_1 est

$$U_{A1} = 13\,500 - 214 = 13\,286 \text{ v.}$$

$$m = \frac{13\,286}{3\,000} = 4,427,$$

$$\frac{N_2}{m} = \frac{568}{4\,427} = 128 \text{ k w.}$$

L'abaque relatif à 3 000 donne pour 128 kw et $l_2 = 5\,000$ m la section minimum

$$S'_m = 8,1 \overline{\text{mm}}^2,$$

mais

$$S_m = \frac{S'_m}{m},$$

donc

$$S_m = \frac{8,1}{4,427} \overline{\text{mm}}^2,$$

$$\beta_2 = 1,4,$$

$$n_2 = \frac{(1 + 0,014)^2}{0,04 \times 1,4} = 18,4.$$

$$S_2 = n_2 S_m = 18,4 \times \frac{8,1}{4,427} = 33 \overline{\text{mm}}^2,$$

$$I_2 = \frac{W_2 + W_3 + \alpha_2 + \alpha_3}{13\,286 \times \sqrt{3} \times 0,8} = \frac{576 \times 10^3}{13\,286 \times \sqrt{3} \times 0,8} = 31,4\text{A}.$$

La chute de tension approximative dans le tronçon $A_1 A_2$.

$$e_2 = \frac{\alpha_2}{I_2 \times \sqrt{3} \times 0,8} = \frac{8 \times 10^3}{31,4 \times \sqrt{3} \times 0,8} = 186 \text{ v.}$$

[1] Remarque : on peut se servir de cette formule pour calculer en première approximation les sections, mais pas pour trouver la chute de tension totale. En effet, en l'admettant égale à la somme des chutes de tension approximative, on répéterait douze fois l'erreur qu'on commet en supposant $\cos \varphi_1 = \cos \varphi_2$.

La tension au point A_2 est

$$U_{A1} = U_{A2} - e_2 = 13\,286 - 186 = 13\,100 \text{ v.}$$

Calculons la section du tronçon $A_2 A_3$.

$$m = \frac{13\,100}{3\,000} = 4,37,$$

$$\frac{N_3}{m} = \frac{450}{m} = 103,5 \text{ k w.}$$

L'abaque 3 000 v donne pour 103,5 kw et $l_3 = 10\,000$ m

$$S'_m = 13 \overline{\text{mm}}^2,$$

mais

$$S'_m = m S_m,$$

d'où

$$S_m = \frac{13}{4,37} = 2,975 \overline{\text{mm}}^2$$

$$\beta_3 = 4, \quad \text{donc} \quad n_3 = 6,68.$$

$$S_3 = n_3 S_m = 6,68 \times 2,975 = 20 \overline{\text{mm}}^2.$$

Remarque. — Nous avons admis pour pouvoir faire un premier calcul approximatif des sections, S_1, S_2, ... S_n, les deux hypothèses suivantes :

1° $\cos \varphi = \cos A_1 = \cos A_2 = \ldots = \cos A_n$.

2° L'angle de déphasage au point A_1 de I_1 sur U_{A_1} est égal à celui de I_2 sur U_{A1}.

L'angle de déphasage au point A_2 de I_2 sur U_{A_2} est égal à celui de I_3 sur U_{A_2}.

. . . .

L'angle de déphasage au point A_{n-1} de I_{n-1} sur $U_{A_{n-1}}$ est égal à celui de I_n sur $U_{A_{n-1}}$.

Une rectification s'impose relativement à la première hypothèse.

Comme nous l'avons dit ci-dessus, l'hypothèse 2° peut être conservée dans beaucoup de cas.

Pour pouvoir faire le premier calcul approximatif des sections, nous avons supposé $\cos \varphi$ (cosinus de l'angle de déphasage au départ) connu.

Mais, en général, $\cos \varphi$ est mal ou approximativement connu. Il faudrait donc faire une rectification sur $\cos \varphi$ et S_1, S_2, ..., S_n en même temps, ainsi que calculer les chutes de tensions e_1 e_2, ... e_n exactes. Le problème à résoudre est donc le suivant :

Étant donné

$$U, W_1, W_2, \ldots W_n, l_1, l_2, \ldots l_n, \cos \varphi_n,$$

et ayant fixé

$$W_p, \beta_1, \beta_2, \ldots \beta_n, \alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n,$$

trouver les sections S_1, S_2, ... S_n, à la condition $\cos A_n = \cos \varphi_n$

en admettant l'hypothèse 2°.

Digitized by Google

Considérons le tronçon OA_1.

La formule de M. Blondel donne la tension au départ.

$$U=\sqrt{(U_{A_1}\cos A_1+R_1I_1\sqrt{3})^2+(U_{A_1}\sin A_1+L_1\omega I_1\sqrt{3})^2}. \quad (1)$$

La distance entre les fils D peut être considérée comme connue.

Soit N_1 la puissance à l'arrivée au point A_1;

$$UI_1\sqrt{3}\cos\varphi = 3R_1I_1^2 + N_1 = 3R_1I_1^2 = U_{A_1}I_1\sqrt{3}\cos A_1,$$

d'où

$$U\cos\varphi = U_{A_1}\cos A_1 + R_1I_1\sqrt{3}, \quad (2)$$

$$N_1 = U_{A_1}I_1\sqrt{3}\cos A_1, \quad (3)$$

$$U_{A_1} = \frac{N_1}{I_1\sqrt{3}\cos A_1}.$$

Remplaçons dans (1) $U_{A_1}\cos A_1 + R_1 I_1\sqrt{3}$ et U_{A_1} par les valeurs tirées de (2) et (3).

On a

$$UI_1\sqrt{3}\sin\varphi = N_1 \operatorname{tg} A_1 + 3L_1\omega I_1^2. \quad (4)$$

Pour commencer les calculs, donnons à cos φ la valeur qui était adoptée pour faire le premier calcul approximatif.

La puissance au départ est

$$P = \sum_{q=1}^{n} W_q + W_p,$$

mais

$$P = UI_1\sqrt{3}\cos\varphi,$$

d'où

$$I_1 = \frac{\sum_{q=1}^{n} W_q + W_p}{U\sqrt{3}\cos\varphi}, \quad (5)$$

$$U\cos\varphi = R_1I_1\sqrt{3} + U_{A_1}\cos A_1,$$

$$\alpha_1 = 3R_1I_1^2. \quad (6)$$

On tire de (6) la résistance R_1 en y remplaçant I_1 par sa valeur tirée de (5). Connaissant la section S_1 (1), on calcule la self-induction L_1.

L'équation (4) donne $\operatorname{tg}A_1$. En remplaçant dans (3) I_1 et $\cos A_1$ par les valeurs ainsi trouvées, on en tire la tension U_{A_1}.

Même calcul pour tous les autres tronçons.

Considérons le dernier tronçon $A_{n-1}A_n$.

Le cosinus de déphasage du réseau au point $A_n = \cos A_n$.

Mais $\cos A_n$ doit être égal à $\cos\varphi_n$ (cosinus de déphasage du dernier récepteur).

Il est évident qu'en commençant les calculs avec une certaine valeur de cos φ au départ, on arrive à un $\cos A_n$ différent de $\cos\varphi_n$.

On recommence les calculs avec une autre valeur de cos φ et on trouve par tâtonnements un cos φ pour lequel $\cos A_n$ est approximativement égal à $\cos\varphi_n$, en modifiant la distance D entre les conducteurs s'il y a lieu.

On peut faire la rectification relative à l'hypothèse 2° en même temps que celle relative à l'hypothèse 1° de la façon suivante :

Soient

i_1, courant instantané dans le tronçon OA_1,

i_2, courant instantané dans le tronçon A_1A_2,

i_x, courant d'alimentation du premier récepteur,

I_1, I_2, I_x, leurs valeurs maximum,

$(I_1)_e$, $(I_2)_e$, $(I_x)_e$, leurs valeurs efficaces.

En appliquant au point A_1 la loi de Kirchoff, on a

$$i_1 = i_2 + i_x.$$

On peut remplacer cette relation par une relation géométrique

$$\overline{I_1} = \overline{I_2} + \overline{I_x}$$

et construire le diagramme correspondant qui donnerait I_2 et son décalage sur la tension U_{A_1}.

Mais

$$I_2 = (I_2)_e \times \sqrt{2},$$

d'où

$$(I_2)_e = \frac{I_2}{\sqrt{2}}.$$

Même calcul pour tous les autres tronçons.

Deuxième méthode. — On se donne α le pourcentage des pertes relatif à la somme totale des puissances à transporter.

Admettons les hypothèses 1° et 2°.

$$W_p = \text{pertes totales admises} = \alpha\, 10^{-2} \times \sum_{q=1}^{q=n} W_q,$$

mais

$$W_p = 3R_1I_1^2 + 3R_2I_2^2 + \ldots\ldots + 3R_nI_n^2$$

$$= 3\rho \times \left[\frac{l_1I_1^2}{S_1} + \frac{l_2I_2^2}{S_2} + \ldots\ldots + \frac{l_nI_n^2}{S_n}\right]. \quad (23)$$

Le poids du cuivre

$$Q = 3D(l_1S_1 + l_2S_2 + \ldots\ldots + l_nS_n). \quad (24)$$

Supposons que l_1, l_2, ...; l_n soient connus et constants.

(1) On peut facilement calculer S, en se servant de l'abaque (*R. G. E.*, 7 avril 1917, t. I, p. 525).

Digitized by Google

Les pertes W_p étant fixées, la question se pose : Quel serait le système des valeurs de

$$S_1, S_2, \ldots\ldots S_n,$$

qui rendrait minimum Q et satisferait en même temps à l'équation (23)?

Pour que Q soit minimum, il faut que

$$dQ = 0,$$

donc

$$dQ = 3D(l_1 dS_1 + l_2 dS_2 \ldots\ldots + l_n dS_n) = 0$$

d'où

$$l_1 dS_1 + l_2 dS_2 + \ldots\ldots + l_n dS_n = 0. \quad (25)$$

Prenons la différentielle de W_p

$dW_p = 0$, car W_p est Cte

$$dW_p = 3\rho \times \left[l_1 \frac{I_1^2}{S_1^2} dS_1 + \frac{l_2 I_2^2}{S_2^2} dS_2 + \ldots\ldots + \frac{l_n I_n^2}{S_n} dS_n \right] = 0,$$

d'où

$$\frac{l_1 I_1^2}{S_1^2} dS_1 + \frac{l_2 I_2^2}{S_2^2} dS_2 + \ldots\ldots + \frac{l_n I_n^2}{S_n^2} dS_n = 0. \quad (26)$$

Pour que le même système $S_1, S_2, \ldots\ldots S_n$ satisfasse aux deux équations (25) et (26), il faut que

$$\frac{\frac{l_1 I_1^2}{S_1^2}}{\frac{l_1}{S_1}} = \frac{\frac{l_2 I_2^2}{S_2}}{\frac{l_2}{S_2}} = \ldots\ldots = \frac{\frac{l_n I_{n2}}{S_n^2}}{\frac{l_n}{S_n}},$$

d'où on tire

$$\frac{I_1}{S_1} = \frac{I_2}{S_2} = \ldots\ldots = \frac{I_n}{S_n}, \quad (27)$$

et en remplaçant dans (23) $\frac{I_2}{S_2}, \frac{I_3}{S_3}, \ldots\ldots, \frac{I_n}{S_n}$ par $\frac{I_1}{S_1}$

$$W_p = 3\rho \times \frac{I_1}{S_1} [l_1 I_1 + \ldots\ldots + l_n I_n]. \quad (28)$$

Nous avons supposé que $I_1, I_2, \ldots\ldots I_n$ sont connus et constants. Ce n'est pas exact. En effet, la tension au départ étant fixée, l'intensité I_2 dépend de la chute de tension dans le premier tronçon, donc de la section S_1. De même, pour $I_3, I_4, \ldots\ldots, I_n$. On peut tourner la difficulté en prenant l'équation (27) comme postulat.

Nous adoptons donc $\frac{I_1}{S_1} = \frac{I_2}{S_2} = \ldots\ldots = \frac{I_n}{S_n}$.

Dans ce cas, l'équation (28) est exacte.

Il ne reste qu'à calculer $I_1, I_2, \ldots\ldots I_n$.

$$I_1 = \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p}{U\sqrt{3}\cos\varphi},$$

$$I_2 = \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p - W_1 - \alpha_1}{U\sqrt{3}\cos\varphi - e_1\sqrt{3}\cos\varphi}.$$

En faisant abstraction des pertes α et de la chute de tension e, c'est-à-dire en faisant une erreur de même sens dans le numérateur et dans le dénominateur, ce qui rend l'erreur totale peu importante (en première approximation), les intensités sont données par les équations suivantes :

$$I_1 = \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p}{U\sqrt{3}\cos\varphi},$$

$$I_2 = \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p - W_1}{U\sqrt{3}\cos\varphi}. \quad (29)$$

$$I_n = \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p - \sum_{q=1}^{q=n-1} W_q}{U\sqrt{3}\cos\varphi}.$$

On remplace $I_1, I_2, \ldots\ldots, I_n$ dans (28) par les valeurs ainsi trouvées et on tire S_1 de l'équation (28).

Connaissant S_1 on tire $S_2, S_3, \ldots\ldots, S_n$ de l'équation (27).

Remarque. — Nous avons admis pour le premier calcul approximatif les hypothèses 1° et 2°.

Une rectification relative d'abord à la première hypothèse s'impose. Le problème à résoudre est le suivant :

Étant donné $U, W_1, W_2, \ldots\ldots, W_n, l_1, l_2, \ldots\ldots, l_n, \cos\varphi_n$ et ayant fixé W_p (pertes totales dans la ligne), trouver les sections $S_1, S_2, \ldots\ldots, S_n$ de façon que le poids Q du cuivre soit minimum à la condition $\cos A_n = \cos\varphi_n$ et en admettant l'hypothèse 2°, ainsi que la relation

$$\frac{I_1}{S_1} = \frac{I_2}{S_2} = \ldots\ldots = \frac{I_n}{S_n}.$$

Donnons à $\cos\varphi$ (cosinus de l'angle de déphasage au départ) la valeur qui était adoptée pour le premier calcul approximatif des sections par la deuxième méthode. Remplaçons dans

$$W_p = 3\rho \frac{I_1}{S_1} [l_1 I_1 + l_2 I_2 \ldots\ldots + l_n I_n] \quad (28)$$

$I_1, I_2, \ldots, I_n$ par les valeurs approximatives tirées des équations (29) et tirons de (28) la section S_1.

Considérons le premier tronçon OA_1.

La puissance au départ

$$P = UI_1\sqrt{3}\cos\varphi = \sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p,$$

Digitized by Google

d'où

$$P_1 = \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_p + W_q}{U\sqrt{3}\cos\varphi}$$

En faisant la rectification pour la première méthode, nous avons trouvé la relation

$$U_1 I_1 \sqrt{3}\sin\varphi = N_1 \operatorname{tg} A_1 + 3 L_1 I_1^2 \omega,$$

où N_1 est la puissance à l'arrivée au point A_1.

De cette relation on tire $\operatorname{tg} A_1$. Donc, $\cos A_1$ est connu. La tension U_{A_1} est donnée par

$$U_{A_1} = \frac{N_1}{I_1\sqrt{3}\cos A_1}.$$

Au point A_1 une puissance W_1 est consommée.

La puissance au départ au point A_1 est

$$P_1 = N_1 - W_1,$$

d'où

$$I_2 = \frac{N_1 - W_1}{U_{A_1}\sqrt{3}\cos A_1}.$$

$\cos A_1$ est le cosinus de l'angle de déphasage de I_1 sur U_{A_1} = cosinus de l'angle de déphasage de I_2 sur U_{B_1} (hypothèse 2°).

La relation $\frac{I_1}{S_1} = \frac{I_2}{S_2}$ donne la section S_2.

On calcule de même $I_3, I_4, \ldots I_n$, $U_{A_2}, U_{A_3} \ldots U_{A_n}$, $S_3, S_4 \ldots S_n$. Considérons le dernier tronçon $A_{n-1} A_n$.

$\cos A_n$ doit être égal à $\cos\varphi_n$. Si $\cos A_n$ calculé est différent de $\cos\varphi_n$, on recommence les calculs en donnant à φ une autre valeur. On trouve par tâtonnements la valeur de $\cos\varphi$ pour laquelle $\cos A_n$ est approximativement égal à $\cos\varphi_n$.

Il nous reste à vérifier si les valeurs de $I_1, I_2, \ldots I_n$ ainsi trouvées donnent lieu aux pertes W_p fixées.

$$W_p = 3\rho \times [l_1 I_1 + l_2 I_2 + \ldots + l_n I_n] \times \frac{I_1}{S_1}.$$

Si W_p calculé est différent de W_p adopté, on recommence les calculs avec une section S_1 plus petite ou plus grande.

Reprenons l'exemple n° 4

$W_p = 36$ k.w.; $W_1 + W_2 + W_3 = 600$ k.w.;
$U = 3000$ v.; $\cos\varphi = 0{,}8$; $\cos\varphi_3 = 0{,}78$;
$l_1 = 5$ kg.; $l_2 = 5$ kg; $l_3 = 10$ kg.

Les équations (29) donnent les intensités $I_1, I_2, \ldots, I_n$

$$I_1 = \frac{(600 + 36) \times 10^3}{13\,500 \times \sqrt{3} \times 0{,}8} = 34_A,$$

$$I_2 = \frac{(600 - 50 + 36) \times 10^3}{13\,500 \times \sqrt{3} \times 0{,}8} = 31{,}3_A,$$

$$I_3 = \frac{(600 - 50 - 100 + 36) \times 10^3}{13\,500 \times \sqrt{3} \times 0{,}8} = 26_A.$$

Remplaçons $I_1, I_2, \ldots I_n$ par ces valeurs dans (28).

$$W_p = 3 \times 18 \times 10^{-3} \times \frac{34}{S_1}[5 \times 10^3 \times 34 + 5 \times 10^3 \times 31{,}3 + 10 \times 26 \times 10^3]\, 36 \times 10^3 = \frac{54 \times 34 \times 586{,}5}{S_1},$$

d'où

$$S_1 = \frac{54 \times 34 \times 586{,}5}{36 \times 10^3} = 30 \text{ mm}^2.$$

La relation (27) donne

$$S_2 = S_1 \times \frac{I_2}{I_1} = \frac{30 \times 31{,}3}{34} = 27{,}6 \text{mm}^2,$$

$$S_3 = S_1 \times \frac{I_3}{I_1} = 30 \times \frac{26}{34} = 23 \text{mm}^2.$$

Les rectifications à faire exigent de trop longs calculs pour les donner ici.

Avantages de la deuxième méthode. Bonne utilisation du cuivre et poids minimum du cuivre.

Troisième méthode, — Application de la loi de Thomson.

Soient

K, le prix d'un watt-heure ;

T, la durée annuelle de fonctionnement;

b, le prix d'un kilogramme de cuivre ;

D, la densité du cuivre en kilogrammes;

p, (l'amortissement + intérêt) du cuivre (le pourcentage).

Supposons que la durée annuelle de fonctionnement est la même pour tous les tronçons $T = T_2 = \ldots = T_n$.

Le coût de la transmission est

$$y = KT \times [3R_1 I_1^2 + 3R_2 I_2^2 + \ldots\ldots + 3R_n I_n^2] + 3\, bDp\, 10^{-2}(S_1 l_1 + S_2 l_2 + \ldots\ldots + S_n l_n),$$

$$(32) \qquad y = (KT \times 3R_1 I_1^2 + 3\, bDp\, 10^{-2} \times S_1 l_1) + \ldots\ldots\ldots + (KT \times 3R_n I_n^2 + 3\, bDp\, 10^{-2} \times S_n l_n).$$

On peut, d'après l'équation (32), considérer la transmission comme divisée en n transmissions à savoir :

Transport de

$\left(\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p\right)$ k w. du point O au point A_1,

Transport de

$\left[\sum_{q=2}^{q=n} W_q + W_p - \frac{3R_1 I_1^2}{10^3}\right]$ k w. du point A_1 au point A_2,

Digitized by Google

Transport de

$$\left[\sum_{q=1}^{q=n} W_q - (W_1 + W_2 + \ldots\ldots + W_{n-1}) + W_p\right] - \left[\frac{3R_1I_1^2}{10^3} + \ldots\ldots + \frac{3R_{n-1}I^2_{n-1}}{10^3}\right] \text{ k w.}$$

du point A_{n-1} au point A_n.

En appliquant à chaque tronçon la méthode de M. Thomson on trouve

Pour le premier tronçon

$$y_1 = 3R_1I_1^2 \times kT + 3\,b\,Dp\,10^{-2} \times S_1 l_1.$$

Pour que y_1 soit minimum il faut que $\frac{dy_1}{dS_2} = 0$

$$\frac{dy_1}{dS_1} = -KT \times 3\rho l_1 \frac{I_1^2}{S_1^2} + 3\,bDp\,10^{-2} \times l_1 = 0,$$

d'où

$$S_1 = I_1\sqrt{\frac{KT\rho}{bDp\,10^{-2}}}.$$

On trouve de même pour les autres tronçons

$$S_2 = I_2\sqrt{\frac{KT\rho}{bDp\,10^{-2}}}, \qquad (34)$$

$$S_n = I_n\sqrt{\frac{KT\rho}{bDp\,10^{-2}}}.$$

Si le nombre T n'a pas la même valeur pour tous les tronçons, on a

$$S_1 = I_1\sqrt{\frac{KT_1\rho}{bDp\,10^{-2}}} \qquad \frac{I_1}{S_1} = \sqrt{\frac{bDp\,10^{-2}}{KT_1\rho}}$$

$$S_n = I_n\sqrt{\frac{KT_n\rho}{bDp\,10^{-2}}} \qquad (34') \qquad \frac{I_n}{S_n} = \sqrt{\frac{bDp\,10^{-2}}{KT_n\rho}}.$$

Il ne reste qu'à calculer $I_1, I_2, \ldots I_n$ et W_p.

$$W_p = 3\rho\left[\frac{l_1I_1^2}{S_1} + \frac{l_2I_2^2}{S_2} + \ldots\ldots + \frac{l_nI_n^2}{S_n}\right].$$

Remplaçons $y, \frac{I_1}{S_1}, \frac{I_2}{S_2}, \ldots \frac{I_n}{S_n}$ par les valeurs tirées de (34).

$$W_p = 3\sqrt{\frac{bDp\,10^{-2}\rho}{KT}}\,[l_1I_1 + l_2I_2 + \ldots\ldots + l_nI_n] \quad (35).$$

Remplaçons $I_1, I_2, \ldots I_n$ dans (35) par les valeurs approximatives tirées de (29).

$$W_p = \frac{3}{U\sqrt{3}\cos\varphi} \times \sqrt{\frac{bDp\,10^{-2}\rho}{KT}}\left\{\left[l_1\left(\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p\right) + l_2\left(\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p - W_1\right) + \ldots l_n\left[\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p - (W_1 + W_2 + \ldots W_{n-1}\right]\right\}.$$

Posons pour abréger

$$\frac{1}{U\cos\varphi} \times \sqrt{\frac{3\,bDp\,10^{-2}\rho}{KT}} = A,$$

$$l_1\sum_{q=1}^{q=n} W_q + l_2\left(\sum_{q=1}^{q=n} W_q - W_1\right) + \ldots + l_n\left[\sum_{q=1}^{q=n} W_q - (W_1 + W_2 + \ldots + W_{n-1})\right] = B,$$

$$l_1 + l_2 + \ldots + l_n = \Lambda,$$

$$W_p = A \times (B + \Lambda W_p),$$

d'où

$$W_p = \frac{AB}{1 - A\Lambda} = \frac{B}{\frac{1}{A} - \Lambda}. \qquad (36)$$

Lorsque le nombre T n'a pas la même valeur pour tous les tronçons

$$A = \frac{L}{U\cos\varphi}\sqrt{\frac{3\,b\,Dp\,10^{-2}\rho}{K}},$$

$$B = \frac{l_1}{\sqrt{T_1}} \times \sum_{q=1}^{q=n} W_q + \frac{l_2}{\sqrt{T_2}} \times \left(\sum_{q=1}^{q=n} W_q - W_1\right) + \ldots + \frac{l_n}{\sqrt{T_n}} \times \left[\sum_{q=1}^{q=n} W_q - (W_1 + W_2 + \ldots + W_{n-1})\right],$$

$$\Lambda = \frac{l_1}{\sqrt{T_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{T_2}} + \ldots + \frac{l_n}{\sqrt{T_n}}.$$

Les calculs sont moins pénibles qu'ils le semblent. Pour l'exemple n° 4

$W_1 = 50 \times 10^3$ watts;

$\sum_{q=1}^{q=3} W_q - W_1 = 550 \times 10^3$ watts;

$W_2 = 100 \times 10^3$ watts;

$W_3 = 450 \times 10^3$ watts;

$\sum_{q=1}^{q=3} W_q - W_1 - W_2 = 450 \times 10^3$ watts;

$\sum_{q=1}^{q=3} W_q = 600 \times 10^3$ watts;

$\cos\varphi = 0,8$.

Supposons $T_1 = T_2 = T_3 = 3000$ heures;

$k = 0,1 \times 10^{-3}$ fr;

$b = 6$ fr;

$D = 9 \times 10^{-3}$;

$p = 6$ pour 100;

$\rho = 18 \times 10^{-3}$;

Digitized by Google

Calculons A, B, Λ.

$$A = \frac{1}{13\,500 \times 0{,}8} \times \sqrt{\frac{3 \times 6 \times 9 \times 10^{-3} \times 6 \times 10^{-2} \times 18 \times 10^{-3}}{0{,}1 \times 10^{-3} \times 3\,000}} = 2{,}237 \times 10^{-6},$$

$$B = 600 \times 10^3 \times 5 \times 10^3 + 550 \times 10^3 \times 5 \times 10^3 + 450 \times 10^3 \times 10 \times 10^3 = 10{,}25 \times 10^3,$$

$$\Lambda = 5 \times 10^3 + 5 \times 10^3 + 10 \times 10^3 = 20 = 10^3,$$

$$W_p = \frac{B}{\frac{1}{A} - \Lambda} = \frac{10{,}25 \times 10^3}{\frac{10^6}{2{,}237} - 20 \times 10^3} = 24 \times 10^3 \text{ watts.}$$

Les équations (29) donnent

$$I_1 = \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p}{U\sqrt{3}\cos\varphi} = \frac{(600 + 24) \times 10^3}{13\,500 \times \sqrt{3} \times 0{,}8} = 33{,}4\,\text{A},$$

$$I_2 = \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p - W_1}{U\sqrt{3}\cos\varphi} = \frac{(600 - 50 + 24) \times 10^3}{13\,500 \times \sqrt{3} \times 0{,}8} = 30{,}7\,\text{A}.$$

$$I_3 = \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p - W_1 - W_2}{U\sqrt{3}\cos\varphi} = \frac{(600 + 24 - 50 - 100) \times 10^3}{13\,500 \times \sqrt{3} \times 0{,}8} = 25{,}4\,\text{A}.$$

Les équations (34) donnent S_1, S_2, S_3

$$S_1 = I_1\sqrt{\frac{KT\rho}{bDp10^{-2}}} = 33{,}4 \times \sqrt{\frac{0{,}1 \times 10^{-3} \times 3\,000 \times 18 \times 10^{-3}}{6 \times 9 \times 10^{-3} \times 6 \times 10^{-2}}} = 43\,\text{mm}^2,$$

$$S_2 = I_2\sqrt{\frac{KT\rho}{bDp10^{-2}}} = 30{,}7 \times \sqrt{\frac{10}{6}} = 40\,\text{mm}^2.$$

$$S_3 = I_3\sqrt{\frac{K\rho}{bDp10^{-2}}} = 25{,}4 \times \sqrt{\frac{10}{6}} = 32{,}8\,\text{mm}^2.$$

La rectification relative à la première hypothèse

$$\cos\varphi = \cos A_1 = \cos A_2 = \ldots = \cos A_n$$

peut être faite de la même façon que pour la deuxième méthode.

Dans le cas où $\cos\varphi$ (cosinus de l'angle de déphasage) n'est pas donné, on peut calculer les sections de la façon suivante.

La loi de Thompson donne les relations

$$S_1 = I_1\sqrt{\frac{KT\rho}{bDp10^{-2}}} \quad S_2 = I_2\sqrt{\frac{KT\rho}{bDp10^{-2}}} \quad S_n = I_n\sqrt{\frac{KT\rho}{bDp10^{-2}}}.$$

Admettons pour commencer les calculs que la chute de tension totale soit $e = U\alpha 10^{-2}$ et donnons à α une valeur jugée convenable. La tension au point A_n serait

$$U_{A_n} = U - e = U(1 - \alpha 10^{-2})$$

mais la puissance au point A_n est $W_n = U_{A_n} I_n \sqrt{3}\cos\varphi_n$ donc

$$I_n = \frac{W_n}{U_{A_n}\sqrt{3}\cos\varphi_n}.$$

La relation

$$S_n = I_n\sqrt{\frac{KTe}{bDp10^{-2}}}$$

donne la section du dernier tronçon. La tension au point A_{n-1} est donnée par la formule de M. Blondel

$$U_{A_{n-1}} = \sqrt{(U_n\cos A_n + R_n I_n\sqrt{3})^2 + (U_n\sin A_n + L_n\omega I_n\sqrt{3})^2}$$

et la puissance réellement transportée en ce point est

$$X_{n-1} = W_n + W_{n-1} + \alpha_n = W_n + W_{n-1} + 3R_n I_n^2.$$

mais

$$X_{n-1} = U_{A_{n-1}} I_{n-1}\sqrt{3}\cos A_{n-1},$$

on a

$$I_{n-1} = \frac{W_n + W_{n-1} + 3R_n I_n^2}{U_{A_{n-1}}\sqrt{3}\cos A_{n-1}}.$$

donc

$$S_{n-1} = I_{n-1}\sqrt{\frac{KTe}{bDp10^{-2}}}$$

est connue

Même calcul pour tous les autres tronçons.

Si U (tension au départ) ainsi calculée est différente de celle donnée, on recommence les calculs en donnant une autre valeur à α (pourcentage de la chute de tension). On pourrait appliquer cette méthode dans le cas où $\cos\varphi$ est donné, mais il faudrait satisfaire à une condition de plus.

Quatrième méthode. — Nous avons

$$y = KT \times (3R_1I_1^2 + 3R_2I_2^2 + \ldots + 3R_nI_n^2 + 3bD\rho 10^{-2}(S_1l_1 + S_2l_2 + \ldots + S_nl_n)),$$

$$W_p = 3\rho \times \left[\frac{l_1I_1^2}{S_1} + \frac{l_2I_2^2}{S_2} + \ldots + \frac{l_nI_n^2}{S_n}\right]. \quad (23)$$

Digitized by Google

Adoptons la relation $\frac{I_1}{S_1} = \frac{I_2}{S_2} = \ldots = \frac{I_n}{S_n}$,

et remplaçons $\frac{I_2}{S_2}, \frac{I_3}{S_3}, \ldots \frac{I_n}{S_n}$ par $\frac{I_1}{S_1}$ dans (23).

$$W_p = 3\rho \times \frac{I_1}{S_1} \times [l_1 I_1 + l_2 I_2 + \ldots + l_n I_n].$$

Les sections $S_1, S_2, \ldots S_n$ sont données par les équations

$$S_1 = \frac{3\rho I_1}{W_p} \times [l_1 I_1 + l_2 I_2 + \ldots + l_n I_n,$$

. . . .

$$S_n = \frac{3\rho I_n}{W_p} \times [l_1 I_1 + l_2 I_2 + \ldots + l_n I_n].$$

En multipliant les deux membres de ces équations par $l_1, l_2, \ldots l_n$ on obtient

$$S_1 l_1 = \frac{3\rho}{W_p} \times l_1 I_1 [l_1 I_1 + l_2 I_2 + \ldots + l_n I_n],$$

$$S_2 l_2 = \frac{3\rho}{W_p} \times l_2 I_2 [l_1 I_1 + l_2 I_2 + \ldots + l_n I_n],$$

. . . .

$$S_n l_n = \frac{3\rho}{W_p} \times l_n I_n [l_1 I_1 + l_2 I_2 + \ldots + l_n I_n].$$

En ajoutant ces équations membre à membre on a

$$S_1 l_1 + S_2 l_2 + \ldots + S_n l_n = \frac{3\rho}{W_p} \times [l_1 I_1 + l_2 I_2 + \ldots + l_n I_n]^2. \quad (37)$$

Remplaçons $S_1 l_1 + S_2 l_2 + \ldots + S_n l_n$ dans l'expression

$$y = KTW_p + 3\,bDp\,10^{-2} \times [S_1 l_1 + S_2 l_2 + \ldots + S_n l_n],$$

on trouve

$$y = KTW_p + \frac{9\,bDp\,10^{-2}\rho}{W_p} \times [l_1 I_1 + l_2 I_2 + \ldots l_n I_n]^2. \quad (38)$$

Remplaçons $I_1, I_2, \ldots I_n$ par les valeurs approximatives tirées de (29), on trouve

$$Y = KTW_p + \frac{9\,bDp\,10^{-2}\rho}{3\,U^2 \cos^2\varphi\, W_p} \times \left\{ l_1 \left(\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p \right) + \right.$$

$$+ l_2 \left(\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p = W_1 \right) + \ldots\ldots +$$

$$\left. + l_n \left[\sum_{q=1}^{q=n} W_q + W_p - (W_1 + W_2 + \ldots + W_{n-1}) \right] \right\}^2.$$

Et en posant pour abréger

$$\frac{3\,bDp\,10^{-2}\rho}{U^2 \cos^2\varphi} = A',$$

$$l_1 \sum_{q=1}^{q=n} W_q + l_2 \left(\sum_{q=1}^{q=n} W_q - W_1 \right) + \ldots\ldots +$$

$$l_n \left[\sum_{q=1}^{q=n} W_q - (W_1 + W_2 + \ldots\ldots + W_n) \right] = B,$$

$$l_1 + l_2 + \ldots\ldots + l_n = \Lambda.$$

$$y = KTW_p + \frac{A'(B + \Lambda W_p)^2}{W_p} \text{ (coût de la transmission).}$$

Pour que y soit minimum il faut que $\frac{dy}{dW_p} = 0$.

$$\frac{dy}{dW_p} = KT + \frac{A'(\Lambda^2 W_p^2 - B^2)}{W_p^2} = 0,$$

d'où

$$W_{p\,\text{minimum}} = B \sqrt{\frac{1}{\frac{KT}{A'} + \Lambda}}. \quad (39)$$

La formule donnée par la troisième méthode est

$$W_p = \frac{B}{\frac{1}{A} - \Lambda}.$$

La formule trouvée par la quatrième méthode est

$$W_p = B \sqrt{\frac{1}{\frac{KT}{A'} + \Lambda^2}}.$$

En négligeant Λ et Λ^2 vis-à-vis de $\frac{1}{A}$ et de $\frac{KT}{A'}$ les deux formules deviennent équivalentes, car

$$\frac{1}{A} = \sqrt{\frac{KT}{A'}}.$$

Dans ce cas

$$W_p = BA = B\sqrt{\frac{A'}{KT}}.$$

Pour l'exemple n° 4 la formule (39) donne

$$W_p = 10{,}25 \times 10^9 \times \frac{1}{\sqrt{\frac{10^{-4} \times 3\,000 \times 10^{12}}{1{,}465} + 4 \times 10^8}} = 22{,}9 \times 10^3 \text{ watts.}$$

Digitized by Google

Supposons qu'une enquête ait établi que dans quatre ans la charge deviendra très probablement

Au point A_1 : $W_1 = 100$ kw.
Au point A_2 : $W_2 = 100$ kw.
Au point A_3 : $W_3 = 600$ kw.

Total...... 800 kw.

La deuxième méthode donne pour $\alpha = 6$ pour 100 ou $W_p = 48$ kw;

$S_1 = 39,4$ mm²; $S_2 = 34,8$ mm²; $S_3 = 30,2$ mm².

La troisième méthode donne

$S_1 = 52,3$ mm²; $S_2 = 50,5$ mm²; $S_3 = 43,6$ mm².

Pour mieux se rendre compte faisons un tableau comparatif.

TABLEAU COMPARATIF

1° *Charge actuelle 600 kw.*

	α pourcentage des pertes	W_p pertes en kw	SECTIONS S_1	S_2	S_3	y = pertes dans la ligne + amortissement + intérêt du cuivre
1re méthode.........	6	36	32	33	20	y = 10 800 + 5 450 = 16 250 fr
2e méthode.........	6	36	30	27,6	23	y = 10 800 + 5 050 = 15 850 fr
3e méthode.........	4	24	43	40	32,8	y = 7 200 + 7 230 = 14 430 fr
Adoptées			43	40	32,8	

2° *Charge présumée 800 kw.*

	α	W_p	S_1	S_2	S_3	y = pertes dans la ligne + amortissement + intérêt du cuivre
2e méthode.........	6	48	39,4	34,8	30,2	y = 14 400 + 6 500 = 20 900 fr
3e méthode.........	4	31,6	52,3	50,5	43,6	y = 9 480 + 9 220 = 18 700 fr

Adoptons les sections trouvées par la troisième méthode pour la charge actuelle de 600 kw, qui rendent minimum le coût de la transmission de 600 kw et donneraient lieu à des pertes $W_p = 40$ kw ou 5 pour 100 pour la charge présumée de 800 kw.

Les quatre méthodes indiquées ci-dessus sont applicables dans le cas d'une ligne avec dérivations dont la longueur n'est pas négligeable.

Chute de tension. — Supposons qu'on se donne pour calculer les sections S_1, S_2, ... S_n la chute de tension totale e (¹).

Soient

U la tension au départ au point O;

U_{A_1}, U_{A_2}, ... U_{A_n} les tensions aux points A_1, A_2, ... A_n.

U, W_1, W_2 ... W_n, l_1, l_2 ... l_n, $\cos\varphi_n$ sont connus.

Admettons pour faire le premier calcul approximatif les hypothèses 1° et 2°.

(¹) Remarque : on peut facilement résoudre le problème en admettant une certaine chute de tension dans chaque tronçon et en se servant des abaques, mais l'utilisation du cuivre sera mauvaise.

La chute de tension approximative

$$e_1 = \frac{\rho\sqrt{3}}{\cos\varphi} \times \frac{l_1 I_1}{S_1},$$

$$e_2 = \frac{\rho\sqrt{3}}{\cos\varphi} \times \frac{l_2 I_2}{S_2},$$

. . . . . .

$$e_n = \frac{\rho\sqrt{3}}{\cos\varphi} \times \frac{l_n I_n}{S_n},$$

d'où

$$e = e_1 + e_2 + \ldots + e_n = \frac{\rho\sqrt{3}}{\cos\varphi} \times \left[\frac{l_1 I_1}{S_1} + \frac{l_2 I_2}{S_2} + \ldots + \frac{l_n I_n}{S_n}\right]. \quad (10)$$

Le poids du cuivre $Q = 3D(S_1 l_1 + S_2 l_2 + \ldots + S_n l_n)$.

Adoptons comme postulat la relation

$$\frac{\sqrt{I_1}}{S_1} = \frac{\sqrt{I_2}}{S_2} = \ldots\ldots = \frac{\sqrt{I_n}}{S_n}.$$

Cette relation rend minimum le poids du cuivre Q.

Digitized by Google

Pour calculer S_1, S_2, ... S_n, il ne reste qu'à trouver $I_1, I_2 \dots I_n$.

$$I_n = \frac{W_n}{U_{A_n}\sqrt{3}\cos A_n} = \frac{W_n}{U_{A_n}\sqrt{3}\cos\varphi},$$

$$I_{n-1} = \frac{W_n + W_{n-1} + \alpha_n}{(U_{A_n} + e_n)\sqrt{3}\cos\varphi}$$

$$\dots\dots\dots\dots$$

$$I_1 = \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_q + (\alpha_n + \alpha_{n-1} + \dots + \alpha_2)}{(U_{A_n} + e_n + e_{n-1} + \dots + e_3 + e_2)\sqrt{3}\cos\varphi}.$$

En faisant abstraction des pertes $\alpha_2, \alpha_3 \dots \alpha_n$ et des chutes de tension $e_2, e_3 \dots e_n$, on trouve les valeurs approximatives de $I_1, I_2, \dots I_n$.

$$\left.\begin{aligned} I_n &= \frac{W_n}{U_{A_n}\sqrt{3}\cos\varphi} \\ I_{n-1} &= \frac{W_n + W_{n-1}}{U_{A_n}\sqrt{3}\cos\varphi} \\ &\dots\dots\dots \\ I_1 &= \frac{\sum_{q=1}^{q=n} W_q}{U_{A_n}\sqrt{3}\cos\varphi} \end{aligned}\right\} \quad (41)$$

En remplaçant dans (40)

$$\frac{\sqrt{I_2}}{S_2}, \frac{\sqrt{I_3}}{S_3}, \dots \frac{\sqrt{I_n}}{S_n} \quad \text{par} \quad \frac{\sqrt{I_1}}{S_1} \text{ on a :}$$

$$e = \frac{\rho\sqrt{3}}{\cos\varphi} \times \frac{\sqrt{I_1}}{S_1}\left[l_1\sqrt{I_1} + l_2\sqrt{I_2} + \dots + l_n\sqrt{I_n}\right]. \quad (42)$$

Remplaçons y $I_1, I_2, \dots I_n$ par les valeurs tirées de (41). On en tire S_1. Les sections $S_2, \dots, S_n$ sont données par la relation [1].

$$e = \frac{\rho\sqrt{3}}{\cos\varphi} \cdot \frac{\sqrt{I_n}}{S_n} \times \left[l_1\sqrt{I_1} + e_2\sqrt{I_2} + \dots + l_n\sqrt{I_n}\right].$$

(1) Remarque : on peut se servir de la relation (40) $e = e_1 + e_2 + \dots e_n$ pour trouver la valeur qu'on doit donner à S_n pour commencer les calculs, mais pas pour calculer la chute totale approximative de tension.

La rectification [1] relative à la première hypothèse

$$\cos\varphi = \cos A_1 = \cos A_2 = \dots = \cos A_n,$$

est facile à faire. En effet, considérons le dernier tronçon $A_n A_{n-1}$.

U_{A_n}, W_n, l_n, $\cos\varphi_n = \cos A_n$ sont connus.

La section S_n calculée comme ci-dessus étant trouvée, la formule de M. Blondel donne la tension au point A_{n-1}.

$$U_{A_{n-1}} = \sqrt{(U_{A_n}\cos A_n + R_n I_n\sqrt{3})^2 + (U_{A_n}\sin A_n + L_n\omega I_n\sqrt{3})^2}.$$

L'intensité

$$I_n = \frac{W_n}{U_{A_n}\sqrt{3}\cos A_n}.$$

Connaissant $U_{A_{n-1}}$, on calcule $I_{A_{n-1}}$.

$$I_{A_{n-1}} = \frac{W_n + W_{n-1} + \alpha_n}{U_{A_{n-1}}\sqrt{3}\cos A_{n-1}}.$$

$\cos A_{n-1}$ est donnée par la relation

$$U_{A_{n-1}}\cos A_{n-1} = U_{A_n}\cos A_n + R_n I_n\sqrt{3}.$$

La relation adoptée

$$\frac{\sqrt{I_1}}{S_1} = \frac{\sqrt{I_2}}{S_2} = \dots \frac{\sqrt{I_n}}{S_n},$$

donne la section S_{n-1}

$$S_{n-1} = S_n \times \frac{\sqrt{I_{n-1}}}{\sqrt{I_n}}.$$

Même calcul pour tous les autres tronçons.

Si la tension U au départ ainsi calculée est différente de celle donnée, on recommence les calculs avec une autre valeur de S_n.

B. GUERSCHINOVITCH,
Ingénieur-électricien au Sud-Électrique.

(1) Remarque : on peut en même temps faire la rectification relative à la deuxième hypothèse, comme nous l'avons indiqué à la fin de l'exposé de la première méthode.

Revues, analyses et informations

Transformation de la lumière en énergie électrique (1).

Dans cette note, l'auteur décrit les résultats obtenus avec une pile constituée de deux plaques de cuivre l'une brillante, l'autre oxydée. Après quelques expériences préliminaires plus ou moins infructueuses, il a constitué une pile en enroulant sur un bouchon de liège deux fils de cuivre, opposés l'un à l'autre, comme électrodes et disposés sous un courant d'eau. Quand les deux fils de cuivre sont exposés à une lumière intermittente, on n'obtient naturellement aucun courant, mais quand l'un d'entre eux est soustrait à l'action de la lumière, on entend de nouveau un son dans le téléphone

(1) Theodore W. CASE, *Electrician*, 17 août 1917, t. LXXIX, p. 776, 1100 mots.

Digitized by Google

récepteur. On en conclut que le fil de cuivre, sous l'influence de la lumière intermittente, peut produire un courant. Ce dispositif fonctionnant d'une manière capricieuse, on a trouvé que certaines parties du fil de cuivre utilisé étaient oxydées et d'autres non. On a nettoyé alors un des fils de cuivre avec du papier émeri, l'autre étant fortement oxydé dans un bec Bunsen, avant d'être enroulés sur le bouchon. Dès lors, les sons entendus dans le téléphone ont été beaucoup plus intenses.

Après s'être aperçu que le fil de cuivre oxydé est l'électrode qui réagit, l'auteur a construit une pile de plus grandes dimensions dans laquelle les fils de cuivre ont été remplacés par deux plaques de cuivre, toutes deux oxydées dans une flamme, immergées sous l'eau et placées l'une derrière l'autre, de façon que la lumière tombe seulement sur celle de devant. La plaque soustraite à l'action de la lumière agit de la même façon que la plaque de zinc dans une pile ordinaire. Du NaCl ajouté à l'eau réduit la résistance intérieure et donne ainsi un courant plus puissant. Quand la lumière du soleil est très brillante, on note ainsi sur le galvanomètre une déviation de 45 à 50°. En intervertissant l'ordre des plaques le phénomène observé ne change pas; autrement dit, quelle que soit la plaque située dans l'obscurité, elle se comporte toujours comme le zinc. L'auteur a ensuite étudié le phénomène présenté par des plaques de cuivre polies et non oxydées. La plaque de cuivre exposée à la lumière change de couleur : pendant 15 à 20 min et graduellement elle devient rougeâtre, puis très rapidement d'un pourpre sombre et enfin d'un noir grisâtre. Au moyen d'un galvanomètre on constate que cette pile se comporte, mais à un degré beaucoup plus faible, comme celle dans laquelle la plaque antérieure est oxydée par la flamme.

Revenons à cette dernière dans laquelle la plaque postérieure est en cuivre poli. Quelques-unes de ses particularités sont intéressantes. Quand on ne s'en sert pas, si elle est laissée en court-circuit dans l'obscurité, l'efficacité de la réaction lumineuse, une fois la pile exposée, est plus grande que si on l'avait laissée en circuit ouvert. Quand c'est la plaque antérieure qui est exposée à la lumière, la réaction est pratiquement instantanée. Cependant, après la rapide déviation de l'aiguille du galvanomètre, il se produit encore une lente déviation de quelques secondes avant que l'état de l'équilibre soit atteint. Si la lumière agit pendant un court espace de temps, on constate une fatigue notable. Jusqu'à présent ce phénomène n'a pu être expliqué, mais il doit être dû à l'absorption de gaz. Dans cette fatigue cependant, la déviation de l'aiguille du galvanomètre diminue seulement de quelques degrés et semble alors s'arrêter. Si la pile est au repos dans l'obscurité on se rend compte qu'elle est régénérée en l'exposant à la lumière.

Si l'action de la lumière est interrompue, la déviation de l'aiguille diminue rapidement, mais d'un petit nombre de degrés seulement. En supposant, par exemple, que la déviation soit de 40° pendant l'exposition à la lumière, après suppression de l'action des rayons solaires l'aiguille descend de 15° presque instantanément, mais de 15° à zéro elle revient lentement, ce qui est dû sans doute à quelque effet ultérieur.

L'aiguille arrive finalement au zéro en deux ou trois minutes, alors, dans certaines piles, elle remonte de 3 ou 4° et revient ensuite définitivement au zéro. La réversibilité dans l'obscurité, après exposition à la lumière, semble dépendre de la concentration de la solution de NaCl, car le zéro est atteint presque instantanément dans les solutions très denses et beaucoup plus lentement, comme on l'a précédemment indiqué, dans les solutions plus faibles. L'effet utile de la pile dépend de la concentration de la solution de NaCl; plus la solution est faible, bien entendu à partir d'un certain degré, meilleurs sont les résultats. Une pile de 7,5 cm sur 10 cm, exposée à la lumière, donne 1/10 de volt et environ 1/2200 d'ampère. En augmentant la concentration de NaCl on augmente l'intensité du courant puisque de ce fait la résistance intérieure de la pile diminue, mais la tension baisse rapidement.

L'action du spectre sur une petite pile construite à cette intention est d'un grand intérêt. On a trouvé que l'extrémité rouge du spectre est la plus efficace.

On obtient de meilleurs résultats en recouvrant la partie postérieure de la plaque exposée à la lumière d'une forte couche de peinture, d'émail ou d'un isolant quelconque en sorte qu'il n'y ait aucune action locale entre les deux faces de la plaque. Quand ces piles sont neuves, si on les laisse un certain temps dans l'obscurité avant de les utiliser, elles agissent ensuite beaucoup plus efficacement.

Les expériences faites l'hiver dernier avec une lumière solaire intense ont donné les résultats suivants : la pile était constituée par deux lames de cuivre poli presque pur d'environ 45 cm², immergées dans de l'eau salée très diluée. La plaque antérieure avait été oxydée dans un bec Bunsen et l'autre avait été polie. A midi, par une journée claire, la force électromotrice observée a été de 1/10 de volt. Pour une pile plus grande, le courant obtenu a dépassé 2/10 d'ampère.

En utilisant l'eau salée comme électrolyte et agissant à l'air libre, l'oxyde de cuivre est attaqué dans l'eau par l'oxygène et par le gaz carbonique dissous, il se forme un carbonate basique de cuivre et peut-être un chlorure basique. Cela se traduit par la formation dans la pile d'une substance grise floconneuse ; on peut remédier à cet inconvénient en mettant une couche d'huile sur l'électrolyte pour empêcher la pénétration des gaz et prévenir l'évaporation. L'action de ces piles peut être expliquée à l'aide de deux théories : 1° la théorie électronique ; 2° la théorie chimique. Dans cette dernière, on admet que la plaque antérieure ou la couche adjacente du liquide subissent des changements chimiques sous l'influence de la lumière, d'où résulte le flux de courant. Il semble, jusqu'ici, qu'on doive rattacher le phénomène à la théorie électronique, la théorie chimique intervenant pour les actions secondaires.

Les plaques de cuivre chauffées dans la flamme se recouvrent d'abord de l'oxyde Cu^2O puis de CuO. Celles sur lesquelles on a enlevé le revêtement noir, laissant ainsi le revêtement rouge, ne sont pas aussi actives que celles sur lesquelles le revêtement noir n'est pas enlevé.

A. Bc.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Les foyers mécaniques

Le prix sans cesse croissant des charbons, en particulier des charbons demi-gras, dits à machine, rend la production de la vapeur de plus en plus onéreuse. Dans beaucoup d'industries, cette dépense représente la plus grande part des frais généraux. Il est donc indispensable de tirer du combustible le meilleur parti possible. On sait, depuis longtemps, que le point faible d'une chaufferie est le foyer proprement dit. On s'est efforcé tout d'abord de l'améliorer par la disposition des appareils : mais on n'a obtenu que des avantages trop chèrement achetés par la complication de la construction, l'exagération des frais d'établissement et d'entretien. Même avec les foyers perfectionnés, on a constaté que la consommation de combustible, toutes choses égales d'ailleurs, variait de 15 à 20 pour 100 d'un chauffeur à l'autre. Ce résultat n'a rien de surprenant, quand on réfléchit à toutes les exigences de la tâche du chauffeur. L'idée est venue tout naturellement de substituer à la main-d'œuvre animée des organes mécaniques qui, une fois réglés, assureraient à la chauffe une uniformité que ne peut réaliser l'ouvrier. Les difficultés étaient nombreuses : en décrivant sommairement les principaux systèmes proposés, nous verrons jusqu'à quel point elles ont été résolues.

Les conditions nécessaires pour obtenir une combustion complète du charbon sont assez étroitement délimitées et il est impossible de les maintenir d'une manière permanente dans les foyers. En particulier, dans les foyers fonctionnant par le tirage naturel et chargés à la main, on ne peut assurer un réglage convenable de la quantité d'air.

A l'instant où on ouvre la porte pour le chargement, l'air arrive de l'extérieur, où la pression est plus élevée que dans le foyer et refroidit les gaz. Le charbon frais jeté sur la grille, commence par distiller: il se produit une grande quantité de gaz combustibles, dont la combustion complète exigerait une haute température et un volume d'air considérable. Or, c'est juste le contraire qui existe à ce moment : le foyer a été refroidi et l'air appelé par le tirage trouve une résistance maximum dans la couche de charbon qui présente alors sa plus grande épaisseur. Aussi une portion plus ou moins considérable des gaz est entraînée sans être brûlée : les hydrocarbures sont seulement décomposés en produisant du charbon très divisé, qui donne aux fumées une opacité et une teinte noire caractéristiques. D'une manière générale, cet aspect des fumées est l'indice d'une combustion incomplète.

La distillation s'effectuant, peu à peu la proportion de gaz combustibles diminue : la grille se dégage, parce que le charbon fin brûle ou tombe à travers les barreaux : l'air arrive plus facilement ; c'est la phase la plus favorable. La combustion devient plus complète et les fumées s'éclaircissent. Lorsque tout le charbon est transformé en coke, la couche n'offre plus guère de résistance à l'air : celui-ci afflue en excès, une grande partie traverse le foyer sans être utilisée et le rendement calorifique diminue. Aux chargements suivants la même série de phénomènes se reproduit.

Souvent le charbon laisse aussi des cendres fusible formant des masses compactes ou mâchefers, qu'il faut briser et faire tomber à travers la grille, ce qui provoque encore d'autres irrégularités de fonctionnement.

On atténue dans une certaine mesure ces défauts, en chargeant par petites quantités et en réglant le tirage à l'aide du registre. Mais le travail du chauffeur devient délicat et pénible. Les difficultés sont mises en évidence par les résultats des concours institués à diverses reprises par les Associations industrielles. Entre les concurrents, déjà sélectionnés pourtant, on a constaté des différences de 15 à 20 pour 100 dans la consommation de charbon.

Le tirage artificiel, par aspiration ou par soufflage, peut être réglé automatiquement; mais les dispositifs sont assez compliqués et les inconvénients du chargement intermittent subsistent en grande partie.

L'alimentation mécanique, sans ouverture du foyer, donne de meilleurs résultats, et permet de s'approcher davantage des conditions théoriques, sans cependant les atteindre. Les avantages en ont été reconnus depuis longtemps ; mais la réalisation pratique se heurte aussi à de nombreuses difficultés, ce qui explique le grand nombre des dispositifs proposés.

Les uns imitent les mouvements du chauffeur par des combinaisons cinématiques plus ou moins compliquées ; ce sont les foyers dits à pelletage.

Un autre groupe comporte la grille dite en gradins ou en escalier.

Les foyers à alimentation par-dessous reçoivent le charbon sous la masse en combustion, dans la partie axiale de la grille, les cendres se déversent sur les côtés.

Les grilles à chaîne sans fin sont animées d'un mou-

Digitized by Google

vement continu, et transportent le charbon déversé à l'avant jusqu'à l'arrière du foyer, avec une vitesse telle que la combustion soit complète quand il arrive à l'extrémité.

Enfin dans les foyers à combustions séparées, le charbon est déposé sur l'avant de la grille où distillent et brûlent les matières volatiles : le coke est ensuite poussé vers l'arrière par le mouvement des barreaux.

Foyers a pelletage. — On peut prendre comme types le foyer Proctor et le foyer Bennis, qui sont les plus répandus.

Dans le foyer Proctor (fig. 1), le charbon est chargé dans une trémie placée sur la façade du foyer. Sur le fond de cette trémie glisse un tiroir mû par une came, qui pousse le charbon de manière à le faire tomber sur une plaque en avant de la pelle. On règle le débit en modifiant la position de la came et par suite la course du tiroir.

Un plateau mobile porte trois taquets situés à des distances différentes du centre et qui viennent successivement soulever trois leviers. Le levier en se soulevant pousse la pelle en arrière ; quand le taquet échappe, un fort ressort ramène vivement la pelle en avant et le charbon est lancé sur la grille. En raison de la disposition des taquets, ce jet s'effectue avec trois intensités différentes, ce qui assure la répartition du charbon sur toute la longueur de la grille. D'autre part, la pelle est en forme de V, afin de couvrir toute la largeur.

Les barreaux sont mobiles. Ou bien les barreaux impairs sont fixes et les barreaux pairs mobiles ; ou bien, ils sont tous poussés en même temps vers le fond,

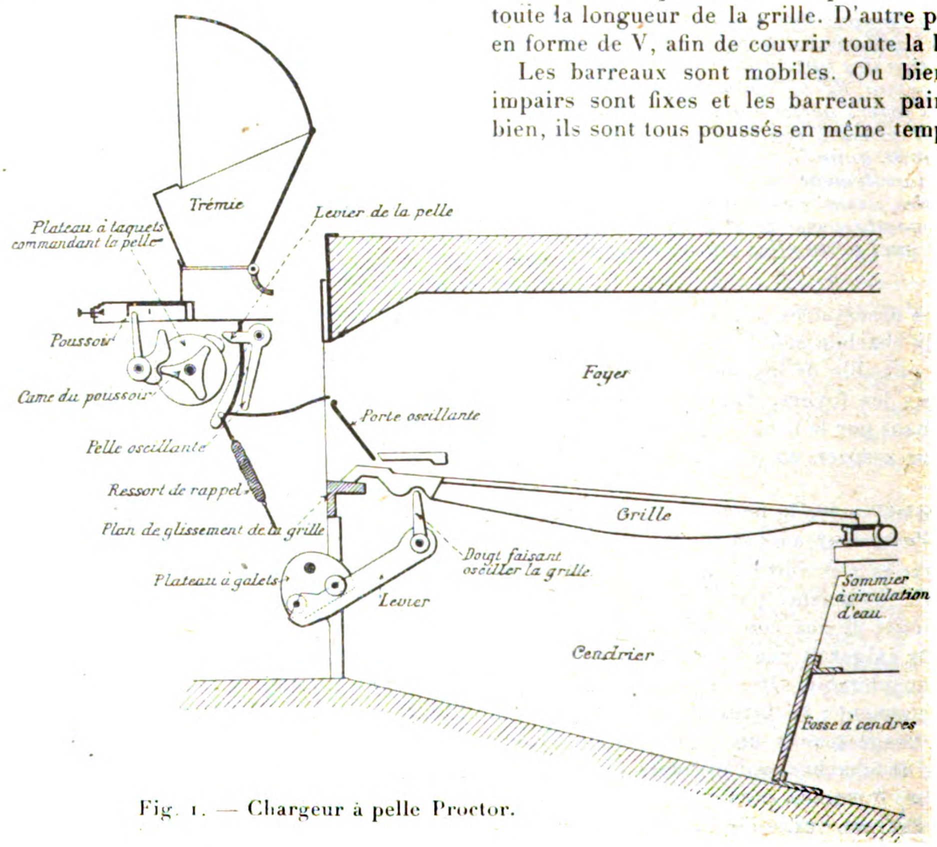


Fig. 1. — Chargeur à pelle Proctor.

mais reviennent successivement en deux groupes, les barreaux impairs d'abord, puis les pairs. La course totale est de 0,07 m environ ; elle s'effectue en trois périodes, dont on peut faire varier la durée ; le système effectue une oscillation complète en une minute environ.

Les cendres et les mâchefers tombent dans une fosse ménagée à l'extrémité du foyer.

En cas d'arrêt du moteur ou d'avaries dans le mécanisme, le foyer peut être conduit à la main, grâce à une porte disposée au-dessous de la plaque de distribution.

Tous les organes sont à l'extérieur du foyer et accessibles même pendant la marche.

Pour que la répartition du charbon sur la grille soit uniforme, il est nécessaire qu'il soit de grosseur régulière ; à cause de la résistance de l'air, les petits morceaux, sous l'action de la même force sont projetés à une distance moindre que les gros.

Dans le chargeur Topf, les mouvements du tiroir de distribution et du projecteur sont rendus solidaires, de manière que la quantité de charbon lancée par la pelle soit d'autant plus grande que l'impulsion est plus forte.

Le chargeur Bennis diffère peu du Proctor en ce qui concerne la partie mécanique. La grille est à deux étages : l'un formé par de gros barreaux, l'autre au-dessus formé par de petits barreaux. C'est ce dernier qui reçoit le charbon lancé par la pelle : le charbon se transforme en coke et tombe ensuite sur la grille inférieure où la combustion s'achève.

On évite ainsi l'agglomération du combustible : la

Digitized by Google

couche reste poreuse, et n'offre que peu de résistance au passage de l'air.

Les gros barreaux sont creux ; dans l'axe de chacun d'eux, à l'avant, est disposé un ajutage de petit diamètre (0,001 m) dans lequel on envoie de la vapeur ; il se produit un appel d'air ; le mélange traverse les barreaux en les rafraîchissant et sort par de fines ouvertures à travers la masse de charbon.

Les grilles sont mobiles. Un jeu de cames agissant sur les gros barreaux fait sortir du foyer (de 0,10 m environ) successivement les barreaux de côté, qui entraînent les petits barreaux par une tringle transversale, puis les barreaux d'ordre impair l'un après l'autre, puis les barreaux d'ordre pair. D'autres cames ramènent les barreaux de côté en arrière, et ceux-ci, par l'intermédiaire de la tringle, font rentrer en même temps tous les autres.

La masse en combustion est arrêtée en avant par des butées qui l'empêchent de suivre le mouvement de la grille, de sorte que son extrémité arrière n'est plus soutenue quand tous les barreaux se sont avancés, et elle tombe dans le cendrier. Quand la grille revient en arrière, elle entraîne le combustible, qui avance ainsi de 0,10 m environ à chaque oscillation.

Pour régler la quantité de charbon fournie au foyer, on agit soit sur la charge lancée à chaque coup de pelle, soit sur le nombre de coups de pelle produits dans un temps donné.

La vitesse de déplacement de la grille se règle d'après la nature du combustible : elle doit être d'autant plus grande que le charbon brûle plus rapidement ou est plus riche en substances volatiles.

Le chargeur Weck, installé dans de nombreuses usines allemandes, lance aussi le charbon par une pelle à ressort, mais n'a pas le décrassage automatique : il est employé surtout avec les foyers intérieurs.

Les chargeurs à pelletage, en raison de leur principe même, ne conviennent qu'aux grilles de surface restreinte. Si les dimensions de la grille et surtout la largeur est un peu grande, ils ne peuvent assurer une répartition uniforme.

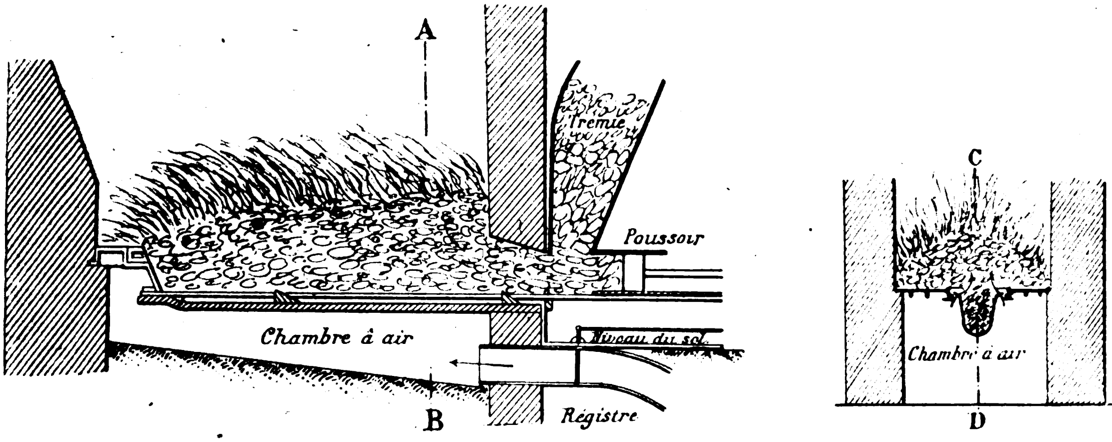


Fig. 2 et 3. — Foyer Erith.

Grilles a gradins. — L'idée de la grille inclinée remonte à Watt ; les premières étaient à barreaux fixes, mais on ne tarda pas à les rendre mobiles (Brunton, 1814), les modèles actuels sont nombreux (Dulac, Roney Wilkinson).

La grille Lehigh est constituée par une série de barreaux alternativement fixes et mobiles, disposés en gradins, de manière à former un plan incliné de 36° environ sur l'horizon. Le charbon est amené dans des trémies placées à la partie supérieure de la grille et poussé sur celle-ci par des râclettes : ces râclettes ont un mouvement de va-et-vient dont on peut régler la vitesse suivant l'activité de la combustion. Les barreaux mobiles sont montés sur galets et reliés par des bielles à des excentriques ; ils reçoivent ainsi un mouvement d'oscillation, dont l'amplitude est invariable, mais dont on peut régler la vitesse. A cet effet, l'arbre des excentriques porte une roue à rochet, dans laquelle s'engagent des cliquets : et le nombre de dents avec lesquelles ces cliquets viennent en prise peut être modifié.

Les barreaux et les joues latérales servant de support aux barreaux fixes sont refroidis par de l'eau circulant dans des tubes d'acier sans soudure.

On reproche, d'une manière générale, aux grilles à gradins de laisser le fond relativement dégarni et d'offrir ainsi, dans cette partie, un passage trop facile à l'air qui arrive en excès. L'inconvénient est réel, mais peut être atténué en donnant à la grille une inclinaison assez prononcée pour que les mâchefers s'accumulent à l'arrière. On peut aussi recourir au tirage artificiel et cloisonner le cendrier, c'est-à-dire le diviser en plusieurs chambres où la pression de l'air va en diminuant de l'avant à l'arrière.

L'installation de ces grilles exige aussi qu'on creuse une fosse devant la chaudière pour le cendrier.

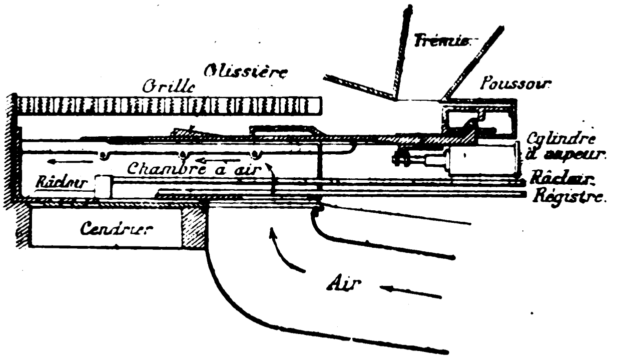
Foyers a alimentation par-dessous. — Une grille à gradins peut être alimentée par-dessous : le charbon tombant de la trémie est poussé par deux pistons superposés de manière à desservir toute la longueur (grille

Digitized by Google

Taylor, foyers Erith et Ratel). Cette disposition exige un mécanisme assez compliqué et rend le décrassage malaisé.

Dans la plupart des foyers alimentés par-dessous, on retrouve une auge ou caniveau dans l'axe du foyer et sur toute sa longueur. Le charbon est poussé dans ce caniveau et quand il est rempli, déborde des deux côtés.

Le foyer Erith (fig. 2 et 3) n'a pas de grille : l'air est soufflé dans le cendrier et pénètre dans la chambre de combustion par des tuyères placées sur le bord du caniveau. Le charbon frais, arrivant sous le feu, distille d'abord, les produits volatils sont obligés de traverser



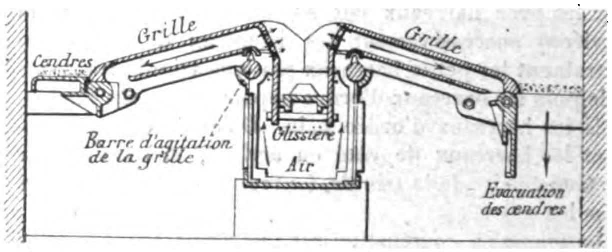
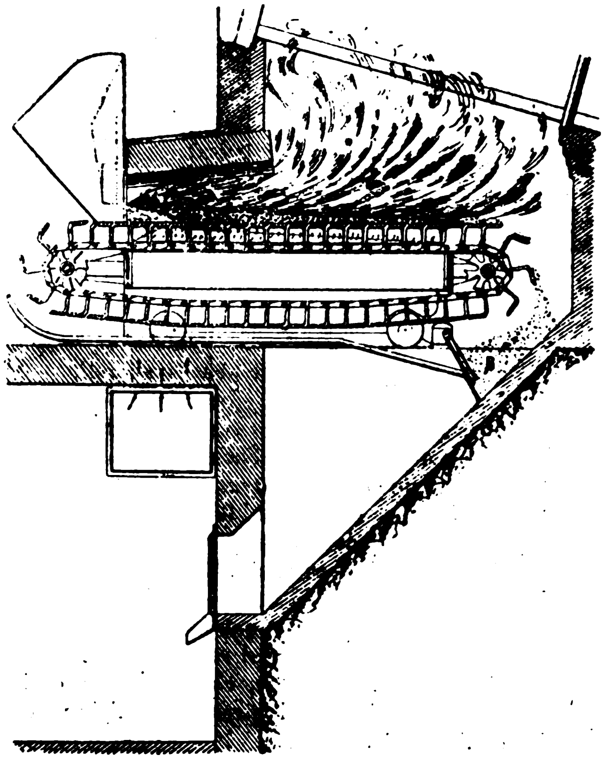


Fig. 4 et 5. — Grille Underfeed Stoker, chargée par-dessous.

la couche de charbon en ignition et y brûlent complètement. Les cendres tombent sur les côtés, où la masse forme talus. Le foyer se construit avec évacuation automatique de ces cendres, ou avec évacuation à la main.

Dans l'« Underfeed Stoker » (fig. 4 et 5), le charbon au sortir de la trémie, tombe sur une glissière qui occupe presque toute la longueur du foyer. Cette glissière est actionnée par le piston d'un cylindre à vapeur qui lui imprime un mouvement alternatif : elle porte des saillies variées qui entraînent peu à peu le charbon vers l'arrière dans l'auge. Quand celle-ci est pleine, le charbon déborde sur les grilles placées latéralement et formées de barreaux transversaux. Ces barreaux sont alternativement fixes et mobiles ; le mouvement de ces derniers fait tomber le coke enflammé sur les côtés, empêche les mâchefers de s'agglomérer et les amène avec les cendres sur des plaques à bascule. En abaissant ces plaques, on fait couler les résidus dans le cendrier.

L'air est refoulé par un ventilateur dans une chambre placée sous l'auge, et de là dans les barreaux ; une partie s'échappe par



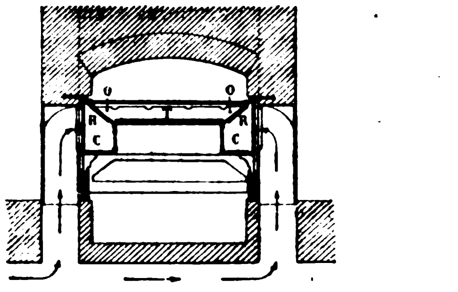


Fig. 6. — Grille à chaîne Underfeed Stoker.

des ouvertures pratiquées au sommet des barreaux ; l'autre circule à l'intérieur de ceux-ci, les refroidit en s'échauffant lui-même, sort dans le cendrier et rentre dans le foyer par les intervalles de la grille.

Le débit du charbon se règle en agissant sur la vitesse du piston qui actionne le poussoir (de trois à quinze coups par minute).

Pour les foyers intérieurs, on remplace la glissière

Digitized by Google

par une vis placée dans l'auge, pour diminuer l'encombrement.

Le foyer Jones possède un réglage automatique du charbon et de l'air. Le ventilateur est conduit par une machine à vapeur spéciale dont la vitesse est déterminée par un régulateur dont la position dépend de la pression dans la chaudière. Si la pression baisse, le débit du ventilateur augmente et inversement. Pour proportionner l'alimentation à la quantité d'air, les soupapes d'admission de la vapeur au cylindre du poussoir sont commandées par l'arbre du ventilateur.

Le système présente encore cette particularité de fonctionner avec une épaisseur de charbon considérable, au moins 0,50 m; il existe donc une forte réserve de combustible et c'est l'arrivée d'air qui règle l'activité de la combustion.

Foyers a chaine sans fin. — La grille Taillefer était constituée par une série de chaînes sans fin placées parallèlement l'une à l'autre et s'enroulant sur deux tambours auxquels on imprimait un mouvement lent de rotation. Les articulations, trop fortement chauffées, se détruisaient rapidement; de plus, la couche de charbon était inégale, à cause de la combustion progressive et à l'arrière la grille est trop peu chargée.

Les grilles actuelles sont toutes construites suivant le principe indiqué par Coxe (1890-1893). Il n'y a plus que deux chaînes latérales servant à l'entraînement et sur lesquelles reposent les barreaux. En outre, pour parer à l'inconvénient de la faible charge de l'extrémité, l'air est soufflé dans une chambre au-dessous de la grille, chambre divisée en compartiments dont chacun est muni d'un registre.

La forme des barreaux est appropriée à la nature du combustible.

Par exemple, la grille roulante de la Underfeed Stoker C° est constituée par des barreaux en forme de L renversé, boulonnés sur une traverse reliée avec deux chaînes à maillons d'acier (fig. 6). Ces chaînes s'enroulent à l'avant sur des pignons clavetés sur leur axe, qui lui donnent son mouvement; à l'arrière, elles passent sur des pignons qui sont fous sur leur axe. Les parties plates des L destinées à former la sole de la grille, sont percées d'ouvertures longues et larges de quelques centimètres dont les dimensions varient suivant la grosseur du combustible; ces ouvertures donnent passage à l'air.

Sur le côté, les éléments sont limités par des boîtes à air, avec registre triangulaire, de manière que l'arrivée de l'air diminue à mesure qu'on s'approche de l'arrière.

La partie inférieure des barreaux glisse sur un fond plein; chaque élément forme ainsi une cellule séparée des autres et qui reçoit d'autant moins d'air, grâce au registre triangulaire, qu'elle s'avance, c'est-à-dire au fur et à mesure que la combustion se complète.

Les deux boîtes à air sont munies d'un registre d'arrêt. La trémie à charbon disposée sur la façade est munie d'un registre qui peut être plus ou moins levé de manière à faire varier l'épaisseur du charbon admis sur la grille.

L'avant du foyer est recouvert d'une voûte en matières réfractaires qui y maintient une température élevée, de sorte que la combustion commence dès l'entrée. Cette disposition permet l'utilisation de combustibles même très menus et très maigres (poussiers de coke, charbons anthraciteux).

Lorsque les éléments arrivent à l'extrémité de leur course, ils se séparent. Si la branche horizontale de l'L est dans le sens de la progression, les mâchefers, décollés par ce mouvement, tombent sur un plan incliné dans le sous-sol. Si la branche horizontale est en sens inverse, les mâchefers et les cendres, quand la partie plate qui les supporte s'incline en passant sur le pignon, tombent dans le creux de l'élément placé au-dessous. Les éléments se referment après avoir dépassé le pignon et ramènent les résidus à l'avant, où ils les déversent en s'ouvrant de nouveau au passage du pignon moteur. L'arbre de ces pignons, horizontal, porte un engrenage hélicoïdal, en prise avec une vis sans fin dont l'arbre est vertical. Cet arbre vertical est mis en mouvement par l'intermédiaire d'un ressort à section carrée sur lequel agit un manchon à collier. Le plan de ce manchon est oblique par rapport à l'arbre horizontal sur lequel il est calé. La rotation de ce dernier produit un mouvement alternatif complexe de la tige verticale qui fait une fraction de tour dans un sens, puis dans l'autre, pour chaque tour complet de l'arbre de transmission. Ce mouvement se transmet par le ressort qui vient s'enrouler sur son arbre; c'est la compression du ressort qui détermine l'avancement et on peut, en réglant ce ressort, faire varier la vitesse de progression de la grille.

Un foyer ainsi équipé peut fonctionner soit au tirage naturel, soit au tirage artificiel : le premier convient mieux aux charbons gras ou demi-gras, le second aux combustibles fins et maigres.

La force motrice nécessaire est de 1/2 à 3/4 de cheval pour une grille de 3 m².

La grille Week a des porte-barreaux formés de fers

Jalousie.

Barreau.

Fig. 7. — Grille Week.

en U dont le fond est percé d'ouvertures qui servent à l'entrée de l'air (fig. 7) : ces ouvertures peuvent être fermées par une espèce de jalousie. Cette jalousie est commandée par un galet, guidé par un plan oblique à la

Digitized by Google

longueur de la grille, elle obture ainsi le passage de l'air au fur et à mesure de la progression de la grille. La combustion peut être complète avant la chute des mâchefers et ceux-ci arrivent moins chauds au décrasseur, qui s'use moins.

C'est là un avantage appréciable; le décrasseur est, en effet, la pièce délicate des grilles à chaîne.

La figure 8 représente la coupe d'ensemble d'une

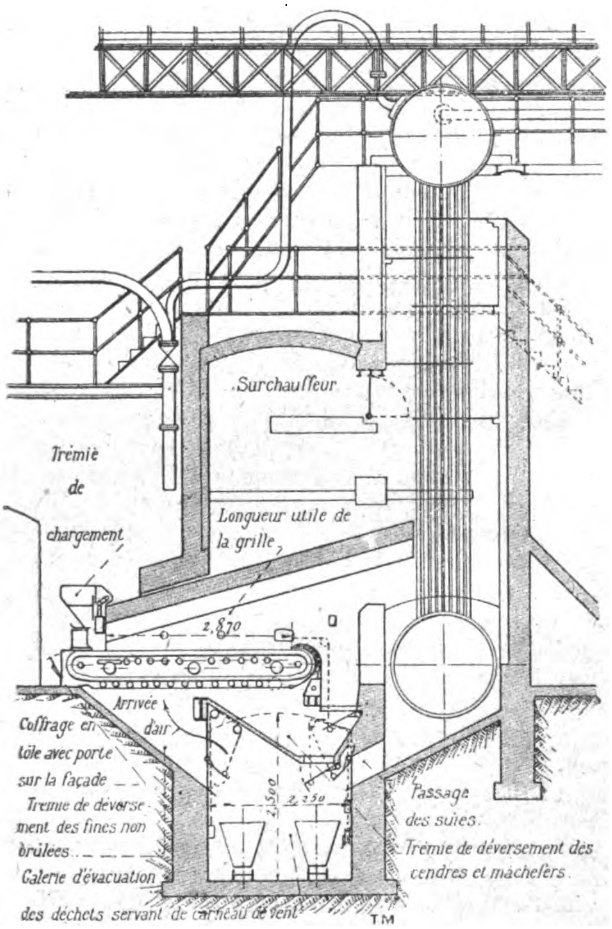


Fig. 8. — Grille Weck.

chaufferie équipée avec une grille Weck et pourvue de tous les perfectionnements récents.

Foyers a combustions séparées. — Le foyer de l'appareil Proctor est construit, en ce qui concerne la grille et la chambre de combustion, comme celui que nous avons décrit. Mais le charbon, au lieu d'être lancé sur la grille, est déposé à l'avant et progresse ensuite grâce au mouvement des barreaux. La grille est recouverte d'une voûte en briques dont le rayonnement maintient dans le foyer la température élevée nécessaire à la combustion complète des produits gazeux.

Le charbon est poussé au sortir de la trémie par des pistons dont la course est constante, mais la vitesse variable. La quantité introduite à chaque course est réglée par des registres.

La combustion dans ce foyer est très complète; mais ne peut dépasser 80 à 100 kg par mètre carré de grille et par heure.

Dans le foyer Murphy (fig. 9), la grille est en forme de V, constituée par deux séries de barreaux inclinés et est recouverte d'une voûte. Le charbon est introduit à la partie supérieure : il distille et les matières volatiles brûlent rapidement au contact de la voûte : le coke descend le long des barreaux inclinés qui sont animés d'un mouvement alternatif. Les mâchefers tombent dans le fond de la grille et empêchent l'air d'arriver en excès, seulement leur enlèvement est assez difficile.

L'appareil Savary est à grille tournante. Cette grille est tronconique et les barreaux sont mobiles, mais sans articulation (fig. 10) ; ils sont portés par des montants attachés à une couronne de fonte. La couronne est revêtue d'une couche réfractaire, sur laquelle une trémie distribue le charbon; elle est surmontée d'une voûte. C'est sur cette sole que le charbon distille d'abord et que brûlent les matières volatiles. L'appareil est réglé de telle sorte que cette opération soit achevée au bout d'un tour. Le coke rencontre alors un butoir qui le fait tomber sur la grille où il brûle en descendant le long des barreaux inclinés. Les cendres et les mâchefers s'accumulent sur le fond de la grille où ils restent un certain temps, ce qui permet de brûler le carbone qu'ils peuvent encore renfermer.

Le décrassage se fait à la main ou automatiquement : dans l'espèce, ce dernier procédé n'a aucun avantage, car les résidus se trouvent en dehors de la zone de combustion et peuvent être enlevés sans risque de troubler le fonctionnement du foyer.

Opinions sur les foyers mécaniques. — Nous n'avons décrit que quelques appareils, parmi les plus caractéristiques. En fait, ils sont très nombreux et une pareille multiplicité de modèles indique en général qu'aucun ne donne entière satisfaction. Dans le cas actuel, il n'y a pas lieu de s'en étonner, car un bon foyer mécanique doit posséder des qualités nombreuses, quelques-unes difficiles à concilier.

En premier lieu, il doit réaliser les conditions générales d'une bonne combustion (fumivorité) : la principale est une haute température dans la chambre de combustion, afin de brûler complètement les gaz.

Elle ne peut être obtenue qu'en séparant le foyer proprement dit de la chaudière par une voûte réfractaire.

Si les gaz viennent immédiatement en contact avec les parois de la chaudière, dont la température ne dépasse guère celle de l'eau qui y est contenue, ces gaz se refroidissent au-dessous de leur température d'inflammation et en plus ou moins grande proportion, se décomposent sans brûler. De plus, la chambre de combustion doit avoir une étendue suffisante pour que les gaz n'échangent de la chaleur avec les corps à chauffer qu'une fois la combustion complète.

Il est important aussi d'obtenir une répartition convenable de l'air dans la couche du combustible. Cette

Digitized by Google

répartition présente de grandes difficultés en raison des variations que la combustion progressive provoque dans l'épaisseur de la couche et dans sa compacité. Si la pression de l'air est la même sous toute la grille, il faut charger celle-ci de manière uniforme : sinon, il faut régler la pression de l'air d'après la résistance que lui offrent les parties de la couche.

Mais, en pratique, on ne peut se guider uniquement sur des considérations générales. Les problèmes pratiques dépendent presque toujours de conditions particulières, qui rendent illusoires les avantages théoriques de tel ou tel système.

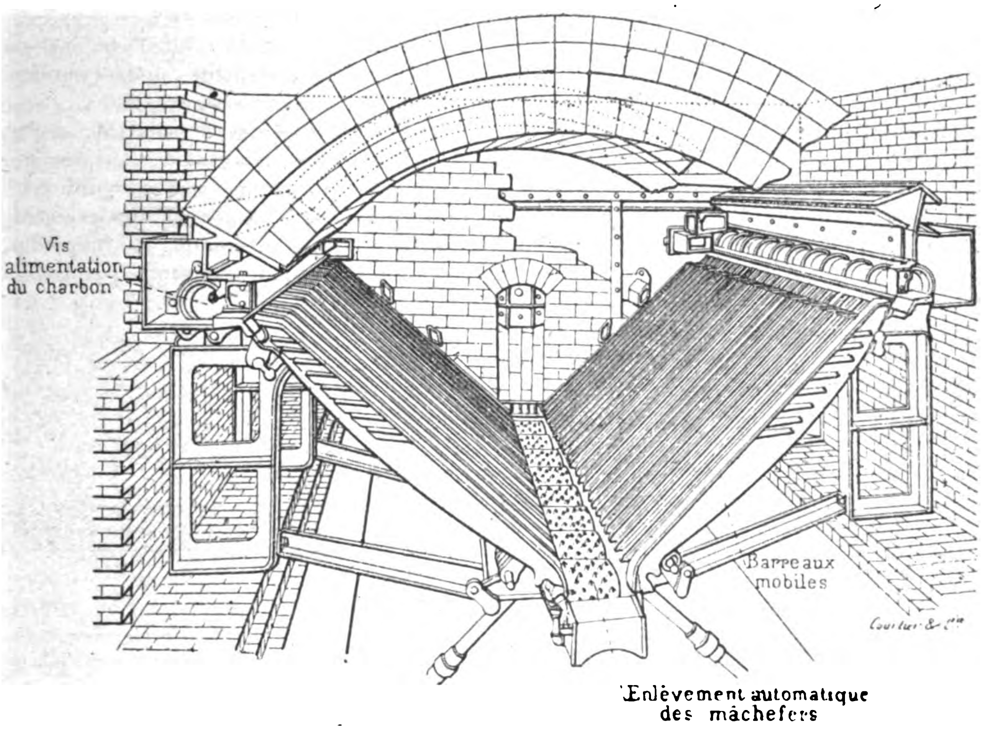


Fig. 9. — Grille Murphy.

En ce qui concerne les foyers mécaniques, il faut distinguer d'abord s'il s'agit d'une installation à créer ou d'une adaptation à une installation existante. Dans ce dernier cas, le choix sera évidemment beaucoup plus limité.

Avec une chaudière à foyer intérieur, par exemple, le système à pelletage est le plus commode et aussi le plus employé. Il faudra tenir compte encore de l'emplacement dont on dispose : si la manutention du charbon et des résidus est trop compliquée, les avantages économiques du chargeur mécanique pourront être annihilés. Le décrassage est, comme nous l'avons fait remarquer déjà, un point délicat : le décrasseur automatique, malgré ses inconvénients, s'imposera cependant, quand la main-d'œuvre est difficile à se procurer.

La nature du combustible est un facteur essentiel, sa véritable valeur est déterminée par le prix de revient de la calorie utilisée. Elle ne dépend pas seulement du prix d'achat et du pouvoir calorifique, mais aussi de l'adaptation plus ou moins parfaite du foyer à la qualité du combustible. Les sortes qui étaient les plus faciles à employer, classées sous le nom de charbons à machines, deviennent rares et, par suite, très coûteuses. Ce renchérissement des charbons spéciaux explique la tendance actuelle à utiliser des combustibles, de moindre valeur intrinsèque mais aussi moins chers. Le défaut de ceux-ci n'est pas tant d'ailleurs dans l'insuffisance du pouvoir calorifique, qui souvent diffère peu de celui des bonnes sortes, que dans l'abondance et surtout la fusibilité des cendres.

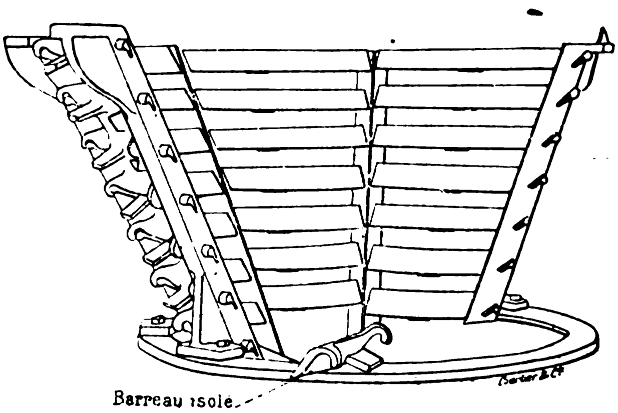


Fig. 10. — Foyer Savary.

Les foyers à combustions séparées permettent de brûler des charbons gras et même bitumineux.

Les foyers mécaniques peuvent fonctionner avec le tirage naturel : mais on est plus limité dans le choix du combustible. Le tirage artificiel permet de brûler des mélanges maigres et, en outre, d'aider au réglage de l'activité de la combustion, d'après la consommation de vapeur.

Les résultats économiques dépendront encore des frais d'établissement et d'entretien de l'installation. Pour ne pas surcharger l'entretien, il convient qu'aucune pièce importante de la distribution ne soit exposée à l'action du feu. Les barreaux devront toujours être remplacés au bout d'un temps plus ou moins long : il importe que ces réparations puissent être effectuées pendant la marche.

Egalement, pour éviter les interruptions dans le fonctionnement, il est bon de pouvoir alimenter le foyer à la main, si le moteur s'arrête ou si le distributeur subit quelque avarie.

En présence de desiderata aussi complexes, on comprend qu'il est impossible de porter un jugement a priori sur les différents systèmes proposés. Il faut, dans chaque cas particulier, établir la balance entre les avantages et les inconvénients, dont l'importance relative varie suivant les circonstances.

Ce sont surtout les résultats des essais prolongés, effectués en marche normale, dans des conditions bien déterminées qui pourront fixer l'opinion.

Le Syndicat professionnel des Usines d'Électricité a organisé en 1911 une enquête sur les grilles mécaniques. Faute d'une précision suffisante, les premières réponses

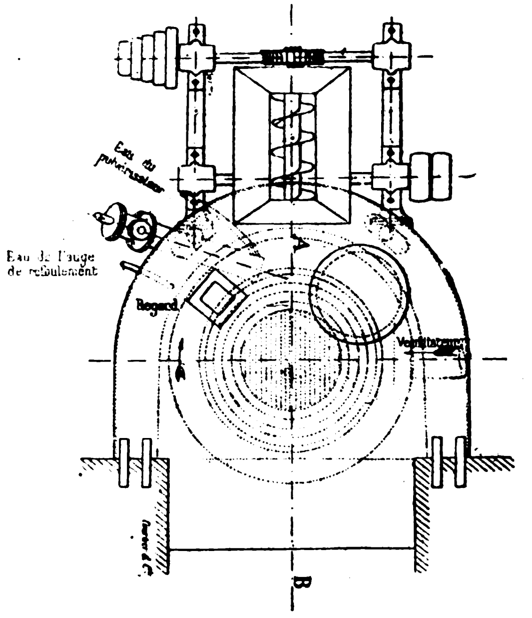


Fig. 11. — Plan.

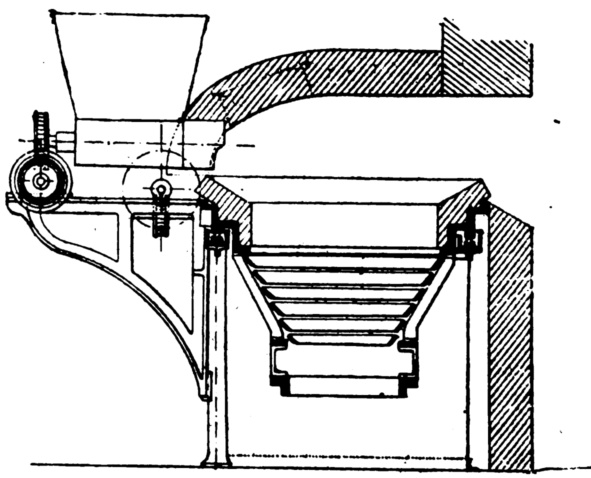


Fig. 12. — Grille Savary. Coupe verticale.

ne permettaient pas de faire une comparaison rationnelle entre les différents types, ni de juger de l'économie éventuelle réalisée.

Dans une seconde série, le Syndicat a fait adresser à un certain nombre de maisons industrielles le questionnaire suivant :

1° Type des grilles mécaniques ;

2° Nombre total des grilles installées ;

3° Nombre maximum de grilles marchant simultanément ;

4° Nombre annuel d'heures de marche des grilles ;

5° Surface utile de chaque grille en mètres carrés ;

6° Espacement des barreaux ;

7° Nature, provenance et teneur en matières volatiles du combustible, pouvoir calorifique du combustible ;

8° Poids de charbon brûlé par heure et mètre carré de grille :

1. A l'allure normale ;

2. A l'allure forcée ;

9° Poids des cendres et des mâchefers (en exploitation) proportion par rapport au charbon consommé ;

10° Système de tirage artificiel employé dans le cas d'allure forcée ;

11° Frais d'entretien par grille et par heure de marche en les décomposant, si possible, en matières et main-d'œuvre ;

12° Frais de conduite d'une grille par heure de marche ;

13° Type, puissance normale et surface de chauffe des générateurs ;

14° Pression et températures moyennes de la vapeur mesurées à la sortie du surchauffeur ;

15° Température moyenne de l'eau d'alimentation mesurée avant l'économiseur ;

16° Eau vaporisée par kilogramme de combustible brut (en exploitation) ;

17° Fumivorité : est-elle satisfaisante ?

Vingt maisons ont répondu à ce questionnaire.

Quatre installations fonctionnent avec le tirage naturel seul ; les autres sont munies d'appareils de soufflage, par jet de vapeur, le plus souvent par ventilateur.

Les poids de charbon brûlés par mètre carré et par heure sont très différents d'une usine à l'autre; pour des grilles de même système : ils varient du simple au double. Ces variations tiennent vraisemblablement à la qualité du charbon et à l'intensité du tirage.

En général, la fumivorité est déclarée satisfaisante et absolue dans plusieurs cas.

Les avis sont aussi très partagés sur les frais d'entretien et de conduite. Les différences sont telles qu'elles ne peuvent s'expliquer que par la diversité des conditions locales. Une maison donne, par exemple, en réponse à la question 11 et à la question 12.

11. Matières 0,0185. Energie électrique 0,05, main-d'œuvre 0,0104 fr.

12. 0,166 fr.

Une autre donne :

11. Matières 0,318, main-d'œuvre 0,204 pour un de ses types : et matières 0,729, main-d'œuvre 0,505 pour un autre.

12. 0,98 et 0,67.

Une autre encore déclare les frais d'entretien nuls ou à peu près.

En présence de telles divergences, force est d'avouer que l'expérience n'est pas encore d'assez longue durée, pour estimer à sa juste valeur le bénéfice qu'on peut retirer de l'emploi des grilles mécaniques.

M. Lamotte,
Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Revues, analyses et informations

Installations électriques d'asséchement du sol en Amérique [1].

La North Coast Power Company, de Portland (Orégon) fournit le courant à trois entreprises d'asséchement : une près de Gaston (Orégon) 180 ch, deux autres à Kelso (Washington) 235 ch ; au total 415 ch asséchant 5 000 acres d'une terre très fertile.

Entreprise de Gaston. — Contient 800 acres de terrain formé par l'ancien lit du lac Wapata, extrêmement fertile. Les grandes pluies d'hiver occasionnent des débordements de la rivière qui inonde les terres environnantes. En beaucoup d'endroits, l'eau ne se retire que trop tard pour commencer les travaux agricoles. Le lit du lac Wapata est à un niveau inférieur au niveau moyen de la vallée et l'eau ne disparait guère avant la fin août.

Primitivement, chaque été, des canaux étaient creusés dans le terrain, une pompe aspirait l'eau et la rejetait derrière une écluse qui en empêchait le retour. L'installation actuelle comporte une pompe centrifuge verticale débitant 40 000 gallons à la minute, supportée par un bâti métallique suspendu et commandée par engrenages et pignons par un moteur synchrone triphasé horizontal 180 ch, 2 200 v de la General Electric Company.

La ligne de transport triphasée 22 500 v de la North Coast Power Company alimente l'installation par l'intermédiaire de 2 transformateurs extérieurs de 50 kw.

Les résultats économiques de l'entreprise sont très satisfaisants.

Entreprise de Kelso n° 2. — Cette entreprise couvre une superficie de 1 300 acres entre les rivières Cowlitz et Coweman.

La station d'asséchement comprend deux pompes centrifuges à un étage de 18 inches. L'une est commandée par courroie par un moteur de 50 ch, l'autre accouplée directement à un moteur de 35 ch. Le prix de revient de l'asséchement a été de 1,45 $ par acre.

Entreprise de Kelso n° 1. — Cette entreprise couvre une superficie de 8 600 acres dont 2 750 acres de terrain de culture. Au début de l'été, la rivière Columbie la recouvre d'une hauteur de 10 à 13 pieds. C'est seulement en août et septembre que le terrain est asséché et peut être cultivé.

Les frais de l'installation d'asséchement ont été de 24,75 $ par acre cultivable. L'électrification de cette installation a présenté certaines difficultés, le moteur de 150 ch commandant par courroies les pompes centrifuges, nécessitant la construction d'une ligne de 6,63 miles. Le prix de revient de cette ligne, dont les conducteurs sont en acier galvanisé, est de 28,50 $ par mile. Elle est étudiée pour une puissance de 225 kw à 22 500 v. L'extension de la ligne est prévue pour 8 miles et pour une tension double.

[1] Richard H. Boykin. *Electrical Review*, t. LXX, 2 juin 1917, p. 936-939, 2 450 mots, 4 fig.

Précautions dans les mines utilisant le courant électrique [1]

Le 25 septembre 191., dans une mine de fer, un manœuvre travaillant dans le voisinage d'une perforatrice électrique (courant continu 500 v), étant humide de transpiration, toucha, d'une part, de son dos un conducteur dépourvu d'isolant, et, d'autre part, se mit en contact avec la terre par l'intermédiaire d'une banne à eau ; il fut électrocuté.

Cet accident, entre tant d'autres, met en évidence que *tous les courants sont dangereux*, y compris ceux dits de première catégorie (plus grande tension de régime entre conducteurs et terre égale ou inférieure à 600 v pour les courants continus, plus grande tension efficace entre conducteurs et terre égale ou inférieure à 150 v pour les courants alternatifs), *lesquels sont trop souvent réputés inoffensifs*. Il confirme le fait que le danger d'un contact électrique, toutes choses égales d'ailleurs, dépend principalement de

[1] *Echo des Mines et de la Métallurgie*, 14 octobre 1917, p. 584.

Digitized by Google

l'*intensité* du courant à travers le corps de la victime, c'est-à-dire, non seulement de la tension de ce courant, mais aussi de la résistance offerte à son passage, et, par cela même, des *conditions de contact*, facteurs essentiels de cette résistance.

Il justifie particulièrement l'article 140 du décret du 20 janvier 1914 réglementant l'exploitation des mines, autres que celles de combustibles, qui interdit, sans distinction de catégorie de courant, « l'emploi de conducteurs nus dans les travaux souterrains, sauf, pour la prise de courant en cas de traction électrique, pour l'allumage des coups de mine et pour les signaux ».

Dans les mines, en effet, l'exiguïté des lieux et le défaut d'éclairage augmentent les chances de contacts accidentels et l'humidité qui y règne généralement accroît considérablement le danger de ces derniers.

Les moteurs monophasés à collecteur [1].

Ces moteurs étaient connus avant le moteur d'induction, mais le succès de ce dernier type a empêché le développement du premier. Depuis quelques années, le moteur à collecteur semble plus en faveur et un grand nombre de dispositions ont été adoptées. Parmi celles-ci, on peut retenir particulièrement les types ci-dessous : moteur série, moteur compensé série, moteur série compensé par induction, moteur à répulsion, moteur Atkinson, moteur à répulsion compensé (Latour), moteur à décalage des balais (Deri) ; tous ces moteurs ont les caractéristiques de fonctionnement du moteur série, le nombre de tours variant en même temps que la charge.

Les moteurs à caractéristique shunt peuvent être énumérés comme suit : le moteur d'induction à répulsion Arnold, démarrant en moteur à répulsion et fonctionnant ensuite comme moteur d'induction avec rotor court-circuité automatiquement par un appareil à force centrifuge. Une variante de ce dispositif sous le nom de moteur Schuler. Le moteur Wagner à facteur de puissance unité, type BK ; ce moteur à vitesse constante fonctionne avec un courant décalé en avant à petite charge et à vide et à facteur de puissance unité à la charge normale. La figure 1 montre que ce moteur

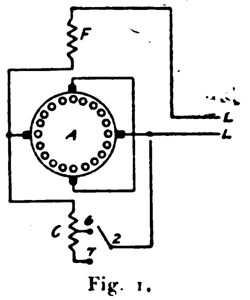


Fig. 1.

est pourvu de deux enroulements statoriques, dont l'enroulement principal, F, produit le flux principal, et dont l'autre, C, contrôle la compensation du moteur. Pendant le démarrage, l'interrupteur 2 est ouvert de sorte que seul, l'enroulement F est en circuit, le moteur démarre avec un couple énergique comme moteur série.

La figure 2 montre la construction particulière du rotor, consistant en une cage d'écureuil intérieure et un enroulement de machine à courant continu à l'extérieur. Pendant le démarrage, l'enroulement en cage d'écureuil n'est le siège d'aucun courant grâce à la présence des ponts magnétiques 4. Lorsque la vitesse augmente, l'action de la cage d'écureuil

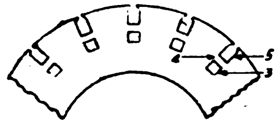


Fig. 2.

devient plus importante et fournit un couple qui augmente très rapidement lorsque la vitesse du moteur s'approche du synchronisme. Le commutateur 2, actionné par la force centrifuge, ferme alors le circuit de compensation C; si le circuit est fermé en 6, le moteur fonctionne avec un facteur de puissance égal à l'unité sous la plupart des charges : si le circuit est fermé en 7, le courant pris sera décalé en avant aux petites charges, le facteur de puissance étant égal à l'unité pour la charge normale.

La General Electric Company construit un moteur à répulsion et d'induction type RI consistant (fig. 3) en un

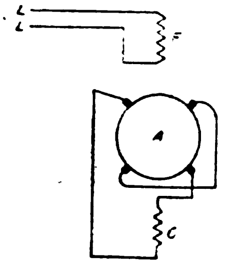


Fig. 3

stator monophasé, une armature à courant continu avec collecteur et deux séries de balais dont une est court-circuitée et dont l'autre est connectée à l'enroulement de compensation.

L'auteur examine le mode de fonctionnement du moteur série et indique les diverses forces électromotrices qui existent dans ce genre de moteur, ainsi que la production de courants locaux sous les balais ; il décompose les différentes pertes se produisant dans le fer du moteur et donne le dia-

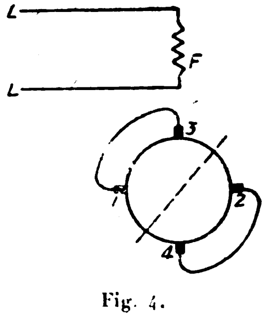


Fig. 4.

gramme élémentaire de ce type de moteur ; il joint également les courbes caractéristiques d'un petit moteur d'un demi-cheval tournant normalement à 8 000 tours et pouvant fonctionner avec du courant continu ou du courant alternatif aux fréquences comprises entre 25 et 60 p : sec.

(1) L.-F. ADAMS. *General Electric Review*, juin 1917, t. xx, p. 485-508, 14 000 mots, 62 fig.

Digitized by Google

Il examine ensuite le moteur à répulsion et donne une explication simplifiée de son mode de fonctionnement ; il fait remarquer que, puisque le rotor est indépendant de la

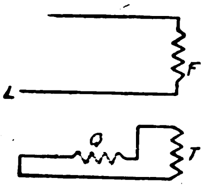


Fig. 5.

tension de la ligne, le moteur peut être construit pour fonctionner directement sur un réseau à haute tension, ce qui est un avantage marqué sur le moteur série, lequel ne peut

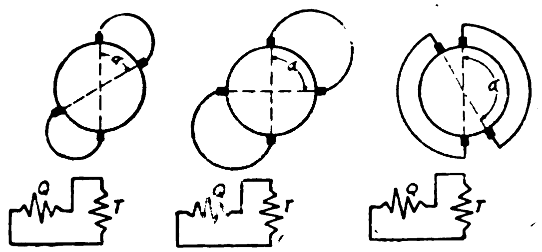


Fig. 6.

pas être construit pour une tension supérieure à 300 v. L'auteur donne le diagramme vectoriel du fonctionnement de ce type de moteur et indique les forces électromotrices

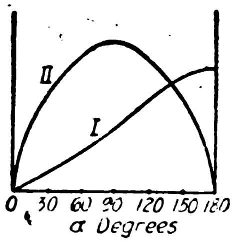


Fig. 7.

existant dans les enroulements du moteur ; une série de courbes de fonctionnement se rapportant à un moteur de levage de 7 ch, 1 200 t : m, 60 p : sec est jointe à l'article ; la

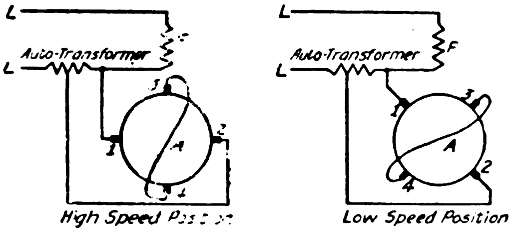


Fig. 8.

vitesse à pleine charge de ce moteur est approximativement égale aux deux tiers de la vitesse du synchronisme qui est de 1 800 t : min.

L'auteur examine ensuite le moteur type Déri, figure 4, il décompose les enroulements de ce moteur de la manière indiquée à la figure 5 dans laquelle F est l'enroulement d'excitation, T l'enroulement transformateur sur le rotor et

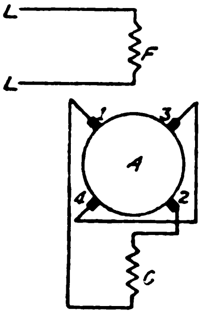


Fig. 9.

Q l'enroulement en quadrature ; la figure 6 montre les différents calages de balais réalisables. Si nous supposons que toutes les spires sont réduites à la même largeur, la

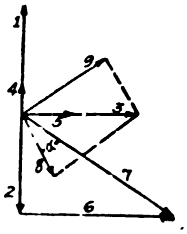


Fig. 10.

courbe I de la figure 7 montre la variation du nombre de spires de l'enroulement du transformateur et la courbe II celle du nombre de spires de l'enroulement en quadrature,

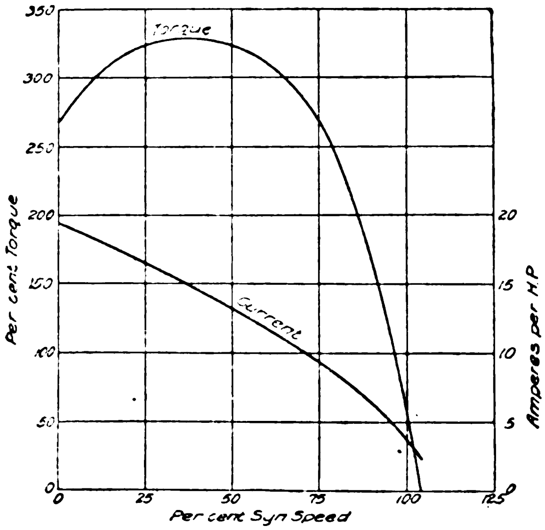


Fig. 11.

en fonction du décalage et des balais. Dans les conditions normales, le décalage est limité entre 120 et 150°.

La tension dans l'enroulement en quadrature suit la courbe I, tandis que, pour une tension donnée, le courant

Digitized by Google

varie en raison inverse du carré du nombre de spires de l'enroulement de compensation. Le couple varie lentement de 0 à 90°, augmente rapidement de 90 à 150° et encore plus rapidement au delà de 150° ; pour α égal à zéro et 180°, le couple est nul : dans le premier cas le flux de transformateur est nul ; dans le second, il n'y a aucun effet d'enroulement en quadrature. La figure 8 montre un type de moteur inspiré par le type Déri ; de ce type on peut encore faire dériver les moteurs à répulsion série compensé de Latour. De nombreuses courbes de fonctionnement de ces différents moteurs permettent d'apprécier les avantages et inconvénients résultant de leur emploi.

L'auteur termine par le moteur d'induction et répulsion type R I (fig. 9) consistant en un enroulement monophasé statorique uniformément réparti et en un petit enroulement auxiliaire de compensation, composé de quelques spires enroulées sur un petit arc au centre du pôle. L'armature à courant continu porte une série de balais court circuitée et une série placée à 90° de la première, excitée par l'enroulement de compensation.

L'action combinée de tous ces enroulements est telle qu'il participe du moteur à répulsion, du moteur d'induction à collecteur et du moteur d'induction à collecteur compensé. La figure 10 montre le diagramme vectoriel de ce type de moteur ; 1 est la tension aux bornes, 2 la force électromotrice dans le rotor due à l'effet de transformateur ; 4 est la force électromotrice auxiliaire fournissant une composante de courant et de flux 5, en phase avec le courant magnétisant 3 ; l'armature en tournant produit une force électromotrice 6, en phase avec 5 ; 7 est la résultante de 2 et de 6 et 8 est le courant d'induit décalé d'un angle α en arrière de la force électromotrice résultante ; 9 est le courant de ligne, résultant de 3 et de 8.

En faisant varier l'enroulement de champ, il est possible de faire tourner le moteur à 20 pour 100 en plus ou en moins de la vitesse du synchronisme ; la vitesse ainsi choisie est pratiquement constante. La figure 11 donne les courbes du courant et du couple en fonction de la vitesse. la figure 12 montre les caractéristiques de fonctionnement d'un moteur de 5 ch, 1800 t : m, 60 p : sec. on voit que la vitesse est pratiquement constante et que le facteur de puissance est très voisin de l'unité.

Ce type de moteur peut être exécuté pour changement de marche et variation de vitesse. E. B.

Notes pratiques

Douille flexible pour boîte de coupure [1]. — Description d'un dispositif facilement applicable permettant de fixer un fil simple quelconque à une boite de distribution. C'est une plaque métallique d'une seule pièce, fendue au milieu et enroulée comme le montre la figure. Le diamètre est tel que l'appareil puisse s'ajuster étroitement

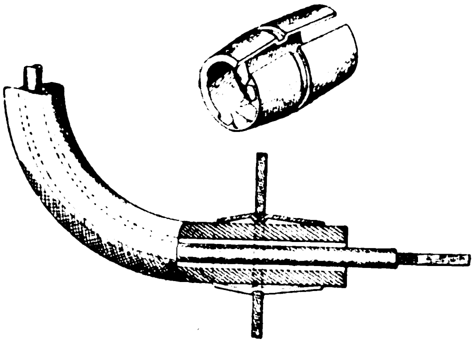


Fig. 1.

autour du câble. Vers le milieu, la périphérie est garnie d'un certain nombre de dents qui maintiennent le câble en l'empêchant de glisser. Pour placer la douille, on la glisse par-dessus le câble jusqu'au bon endroit et on la pousse dans l'entrée de la boite.

Un nouveau procédé de nickelage de l'aluminium. — D'après l' « Elektroindustrie » de Zurich, du 1er septembre, les « Communications relatives aux matières pour l'artillerie et le génie », recommandent le procédé suivant pour le nickelage de l'aluminium qui permet d'obtenir une couche bien adhérente.

L'objet à nickeler est nettoyé dans une solution bouillante de potasse, placé dans un lait de chaux, puis porté pendant quelques minutes dans un bain contenant une solution de cyanure de potassium. Afin de le recouvrir d'abord d'une couche de fer, on le suspend dans une solution de 1 g de fer dans 1 000 cm^3 d'acide chlorhydrique à 50 pour 100. On le lave ensuite et on le porte dans un bain ordinaire de nickel pour obtenir le dépôt électrolytique de ce métal. F. L.

Scellement des extrémités de câbles [1]. — On recourbe légèrement l'enveloppe de plomb sur toute sa circonférence. On prend ensuite un disque en plomb de 0,30 cm

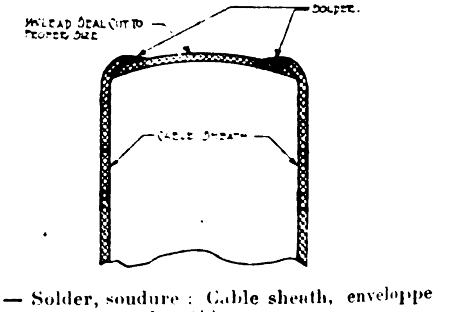


Fig. 1. — Solder, soudure : Cable sheath, enveloppe du câble.

d'épaisseur, légèrement convexe, que l'on gratte un peu et que l'on place sur l'extrémité du câble, comme l'indique la figure : enfin, on soude. — P. V.

[1] Carl M. Wheelock. *Electrical World*, 10 mars 1917, t. LXIX, p. 463, 100 mots, 1 fig. *Brevet américain n° 1 204 625*.

[1] *Electrical World*, 9 juin 1917, t. LXIX, p. 1113, 100 mots, 1 fig.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Projet de loi relatif à l'utilisation de l'énergie hydraulique [1]

Les ingénieurs connaissent les nombreuses entraves apportées par la législation actuelle à l'exploitation rationnelle de l'énergie hydraulique ; il importait donc d'établir une loi générale comprenant à la fois les rivières navigables et flottables et les rivières non classées. C'est le gouvernement lui-même qui a pris l'initiative de ce projet et qui en a confié la rédaction à une Commission spéciale. L'auteur analyse ci-dessous les différents articles de cette nouvelle loi.

Depuis de longues années, s'imposait la nécessité d'une modification de la législation actuelle relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique ; la grave crise de combustible que nous traversons actuellement et les besoins considérables de l'industrie, surtout depuis la guerre, ont conduit le législateur à étudier de suite la question et à essayer de la résoudre.

La législation actuelle apporte de nombreuses entraves à l'exploitation rationnelle de l'énergie hydraulique. Entre autres, la distinction entre les rivières navigables et flottables et celles qui ne le sont pas est une véritable gêne car elle crée la dualité des services.

L'exploitation des cours d'eau domaniaux est entravée par les principes qui dominent l'administration du domaine public. Une industrie privée ne peut exploiter une rivière domaniale que sous le régime de l'autorisation et non sous celui de la concession qui serait celui répondant le mieux aux besoins. Il en résulte à la fois une instabilité et une perpétuité puisqu'en droit les autorisations sont essentiellement précaires et que, d'autre part, elles ne peuvent être retirées que si la conservation du domaine l'impose.

L'exploitation des rivières non domaniales se heurte également à de nombreux obstacles d'un autre ordre.

D'après le Code civil, la propriété de l'énergie des cours d'eau n'appartient à personne, les riverains peuvent utiliser l'eau à son passage, mais à condition de respecter les droits semblables des riverains d'en face, d'amont et d'aval.

Si les deux rives appartiennent au même propriétaire, celui-ci peut utiliser comme il l'entend l'énergie du cours d'eau dans la portion qui traverse sa propriété, à charge de restituer à la sortie les eaux utilisées. Cette faculté accordée aux riverains d'utiliser ce qui n'était à personne a engendré la spéculation des droits de riveraineté.

Il importe donc, dans l'intérêt général, que les industriels qui désirent utiliser des cours d'eau français ne se heurtent plus aux combinaisons des barreurs de chute, pourvu qu'ils indemnisent convenablement les riverains de toute atteinte à leurs droits actuels et que des dispositions soient prises pour assurer la mise en valeur de l'énergie des eaux françaises dans les meilleures conditions techniques et économiques.

Jusqu'ici, aucun projet ou proposition de loi concernant cette importante question n'avait abouti. Les nécessités de la défense nationale avaient cependant fait prendre quelques mesures pour parer au plus pressé.

L'article 13 de la loi des finances du 28 septembre 1916 autorise la participation de l'État à l'établissement, sur les cours d'eau des deux catégories, d'usines hydrauliques appelées à vendre de l'énergie et devant faire l'objet d'une concession de travaux publics, par application de la loi du 27 juillet 1870. Enfin, l'article 4 de la loi du 29 juin 1917 étend la participation financière de l'État à toute création d'usine intéressant la défense nationale. Mais ces mesures sont des mesures de circonstances qui n'accordent aux industriels aucune faculté nouvelle pour la réalisation de leurs entreprises. La loi que le gouvernement présente actuellement est une loi générale qui a pour but d'instituer un régime complet d'aménagement et d'exploitation des forces hydrauliques françaises. La préparation en a été confiée à une Commission extraparlementaire présidée par M. Klotz, président de la Commission du budget, et composée de représentants des grandes Commissions parlementaires compétentes, des services intéressés, de l'industrie hydro-électrique et de la navigation.

Portée de la loi. — La portée de la loi est générale, elle s'applique à toute installation de force hydraulique placée sur des cours d'eau de l'une ou de l'autre

(1) Projet de loi relatif à l'utilisation de l'énergie hydraulique, présenté au nom de M. Raymond Poincaré, président de la République française, par M. A. Ribot, président du Conseil, ministre des Affaires étrangères ; par M. René Viviani, garde des sceaux, ministre de la Justice ; par M. Joseph Thierry, ministre des Finances ; par M. Desplas, ministre des Travaux publics et des Transports ; par M. Clémentel, ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes ; par M. Fernand David, ministre de l'Agriculture et par M. Albert Thomas, ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre. *Journal officiel*, 11 et 14 octobre 1917. Documents parlementaires de la Chambre, annexe 3 623, p. 1 290.

Digitized by Google

catégorie, quoique la division des rivières françaises en rivières navigables ou flottables et en rivières non classées ne soit aucunement modifiée. L'Administration de l'Hydraulique agricole, dont dépendent les cours d'eau non navigables, continue à relever du ministre de l'Agriculture, et le ministre des Travaux publics conserve sous sa direction le service de la navigation et de l'entretien des rivières domaniales. Mais tout ce qui concerne l'aménagement et l'exploitation des forces hydrauliques relèvera d'un service nouveau dépendant uniquement d'un sous-secrétariat d'État spécial rattaché à la présidence du Conseil des ministres. La création de ce sous-secrétariat d'État des forces hydrauliques est justifiée par la nécessité de coordonner sous une direction unique des services empruntés à des administrations diverses.

Les relations entre le nouveau sous-secrétariat d'État et les services qui conservent dans leurs attributions, à tous autres titres, l'administration des eaux françaises seront favorisées par l'institution d'un Comité consultatif où les différentes administrations seront représentées et dont une section permanente assurera le fonctionnement continu.

La loi conduira à quelques modifications des conditions d'utilisation industrielle des forces hydrauliques.

Les modifications apportées au régime des concessions et autorisations de prises d'eau sur les dépendances du domaine public ont pour fin principale d'assurer aux concessionnaires les facilités administratives nécessaires à l'exécution de leurs travaux, elles régularisent et limitent dans le temps la situation des simples permissionnaires et soumettent concessions et permissions à des redevances fiscales ou contractuelles dont le taux et la forme sont déterminés.

Les réformes au régime des cours d'eau non navigables, ni flottables, sont beaucoup plus importantes ; elles subordonnent désormais à l'intervention de l'autorité l'utilisation industrielle de l'énergie hydraulique, elles permettent aux concessionnaires d'empiéter, moyennant juste indemnité, sur les droits reconnus aux riverains par la législation civile.

Toutefois, les irrigations ne devront pas être compromises, et ces avantages ont pour condition, d'une part, des réserves en eau et en énergie au profit des services nationaux, départementaux et communaux ainsi que les Associations syndicales et, d'autre part, des charges et des redevances identiques à celles que justifient les concessions et autorisations de prises d'eau accordées sur les eaux domaniales.

Principes dominants du régime proposé. — *a*) Toute utilisation de l'énergie hydraulique est désormais subordonnée à une intervention de la puissance publique. Ceci existait déjà pour les eaux domaniales, mais pas pour les eaux non domaniales ; cette mesure a été prise pour limiter les droits des riverains conformément à l'intérêt général.

b) La loi déterminera les conditions dans lesquelles la puissance publique concédera ou autorisera désormais l'aménagement et l'exploitation de l'énergie des eaux françaises.

Ces conditions varient suivant l'objet de l'industrie et l'importance de l'énergie aménagée.

Suivant l'objet : le régime de la concession s'applique à toutes les entreprises qui ont pour but le fonctionnement des services publics.

Suivant la puissance aménagée : il s'applique aux entreprises dont la puissance excède 500 kw.

Toutes les autres entreprises restent soumises au régime de l'autorisation.

Les conditions auxquelles on subordonnera concessions et autorisations sont stipulées au nom de l'État.

Un titre spécial est consacré à chacune des catégories d'entreprises.

Cependant, en règle générale, dans l'octroi des autorisations aussi bien que des concessions, *il sera tenu compte des plans généraux d'aménagement par vallée et par bassin.*

Cette disposition est prise en vue d'éviter le gaspillage ou une mauvaise utilisation des forces hydrauliques existant dans une vallée ou même une région.

La première tâche du nouveau sous-secrétariat des Forces hydrauliques consistera à achever d'extrême urgence les études préalables déjà commencées par les deux ministères de l'Agriculture et des Travaux publics, et de coordonner les résultats obtenus.

c) L'examen spécial des articles du projet de loi justifiera chacune des conditions imposées tant aux concessions qu'aux autorisations.

Les concessions seules bénéficient d'un certain nombre de prérogatives réservées habituellement aux travaux publics. Toutes les facilités sont accordées aux concessionnaires pour l'établissement de leurs usines, et ils peuvent avoir recours à l'expropriation si leur installation met en valeur une force hydraulique d'au moins 500 kw, même à seule fin d'intérêt privé, pourvu que l'intérêt économique de la nation le justifie. La loi tient compte des droits que le Code civil donne aux riverains sur les rivières non navigables et leur accorde une intégrale compensation soit en nature, soit en argent, s'ils sont privés des avantages par eux exploités. Les droits non exercés sont également pris en considération.

Le concessionnaire d'énergie électrique, juridiquement obligé à indemniser les voisins dont il lèse les droits, et tenu, s'il y a lieu, au paiement d'une redevance de riveraineté, est en outre astreint envers l'État à deux catégories de redevances :

Une redevance fiscale modique, proportionnelle à la puissance utilisée, droit de statistique indifféremment exigé de toutes les exploitations des eaux françaises, sans aucune exception.

Une redevance contractuelle déterminée par un cahier des charges.

Cette redevance contractuelle varie suivant l'usage qui doit être fait de l'énergie aménagée. S'il s'agit d'entreprises de distribution d'énergie, l'État participera

Digitized by Google

directement aux bénéfices ; s'il s'agit d'entreprises utilisant elles-mêmes la puissance aménagée, la participation aux bénéfices sera remplacée par une stipulation de redevances proportionnelles au nombre de kilowatts-heure produits.

Les redevances des deux types pourront d'ailleurs se cumuler.

Des clauses de rachat éventuel sont stipulées dans les cahiers des charges, et le gouvernement se réserve le pouvoir de disposer librement de la force aménagée et de lui assigner la destination qui lui paraîtra la plus conforme à l'intérêt général.

d) On déterminera les redevances contractuelles en tenant compte des fournitures d'eau et d'énergie en nature qui seront exigées au profit, soit des services publics de l'État, des départements ou des communes, soit des associations syndicales ou des collectivités agricoles.

e) Le régime des autorisations applicable aux exploitations de faible importance, non destinées à l'alimentation des services publics, présente les observations suivantes :

Quand il s'applique aux eaux domaniales: 1° les autorisations, tout en restant précaires et révocables, sont limitées à une durée maximum de soixante-quinze ans, durée d'ailleurs renouvelable ; 2° elles sont soumises à une taxe de statistique, sans préjudice des redevances actuellement existantes.

Quand il s'applique aux cours d'eau non navigables, les autorisations d'exploitation s'ajoutent aux règlements d'eau, elles sont temporaires et taxées, mais restent soumises aux conditions de suppression prévues par la loi du 8 avril 1898 sur le régime des eaux.

f) La loi prévoit des dispositions transitoires, conservant leur effet pendant de nombreuses années, destinées à assurer, sans créer de choquantes inégalités, le respect des situations acquises. Nous reviendrons sur ces dispositions dans l'examen du projet de loi.

EXAMEN DES ARTICLES DU PROJET DE LOI

TITRE PREMIER

Conditions générales d'exploitation et classification des entreprises hydrauliques.

Article premier. — L'article premier dispose que nul ne peut disposer de l'énergie des cours d'eau sans un acte de puissance publique. L'État exercera un libre pouvoir d'appréciation et de décision dans l'accomplissement de cet acte. Il ne s'inspirera, dans l'octroi ou le refus de concessions ou d'autorisations, que de l'intérêt général et de la meilleure utilisation des forces hydrauliques. De plus, dans les concessions et les autorisations accordées au nom de l'État, ce dernier interviendra comme partie contractante.

La désignation de cours d'eau comprend tous les cours d'eau naturels ou artificiels et même les lacs.

Art. 2. — L'article 2 classe les entreprises en entreprises autorisées et en entreprises concédées. Il place sous le régime de la concession : 1° les entreprises qui ont pour objet principal la fourniture de l'énergie à des services publics de l'État, des départements, des communes et des établissements publics ou à des associations syndicales autorisées et dont la puissance maximum (produit de la hauteur de chute par le débit maximum de la dérivation) excède 50 kw ; 2° les entreprises dont la puissance maximum excède 500 kw, quel que soit leur objet principal.

Les autres installations, c'est-à-dire celles dont la puissance brute maximum ne dépasse pas 50 kw sont laissées sous le régime actuel de l'autorisation. Cette disposition a été prise pour ne pas entraver le développement de ces petites usines et pour leur éviter les formalités et complications de la concession. Elles peuvent cependant, en vertu de l'article 19, demander à passer sous le régime de la concession.

TITRE II

Entreprises concédées.

Art. 3. — Cet article prévoit que la concession est accordée suivant l'importance de la chute ou de la longueur de la dérivation par une loi ou par un décret en Conseil d'État.

La nouvelle loi fait état de la longueur de détournement des eaux suivant leur lit naturel. Cette longueur donne mieux, pour l'appropriation des chutes hydrauliques, la mesure des intérêts en cause. Pour tenir compte des progrès rapides accomplis chaque jour dans l'industrie des forces hydrauliques, la concession ne sera accordée par une loi que lorsque la longueur de la dérivation mesurée suivant le lit naturel dépassera 30 km, et lorsque la puissance normale (produit de la hauteur de chute par le débit moyen annuel de la dérivation) excédera 50 000 kw.

Dans les autres cas, la concession sera accordée par décret du Conseil d'État.

Art. 4 et 5. — Ces articles règlent les droits du concessionnaire en ce qui concerne les terrains à occuper ; dans les différents projets qui ont précédé le projet actuel, et qui n'ont d'ailleurs pas abouti, les travaux d'appropriation des forces hydrauliques étaient assimilés à des travaux publics, et après déclaration d'utilité publique le concessionnaire était investi de tous les droits et tenu de toutes les obligations instituées pour l'exécution des travaux publics.

Dans l'établissement du projet de loi actuel, il a paru au législateur qu'il serait injustifié d'accorder de telles prérogatives, et, en particulier, le droit d'exproprier, indifféremment à tous les concessionnaires de forces hydrauliques. Cependant, vu l'intérêt national que présente l'aménagement des forces hydrauliques des cours d'eau français, on a accordé à tout concessionnaire d'une usine hydraulique des droits généralement suffisants pour aménager les organes vitaux de la chute. L'article 4 établit donc en faveur de tout concessionnaire certaines servitudes qui, dans la plupart des cas, lui suffiront pour construire les ouvrages définis à l'acte de concession

Digitized by Google

Généralement, l'industriel pourra acquérir par des ententes amiables les droits qui lui seront nécessaires et que l'article 4 ne lui conférerait pas. Cependant, si le concessionnaire ne peut créer son entreprise que si le droit d'exproprier lui est conféré, une déclaration d'utilité publique soit partielle, soit totale, pourra intervenir, à la condition que l'intérêt économique de la nation le justifie.

L'exercice des droits conférés par l'article 4 sera autorisé par arrêté préfectoral. Le préfet devra, dans ses décisions, concilier l'intérêt du concessionnaire avec le respect de la propriété privée.

Les servitudes que l'article 4 donne au concessionnaire le droit d'exercer sont les suivantes :

1° Occuper, dans l'intérieur du périmètre défini par l'acte de concession, les propriétés privées nécessaires à l'établissement des ouvrages de retenue ou de prise d'eau, et des canaux d'adduction ou de fuite, lorsque ces canaux sont souterrains ou lorsque, étant à ciel ouvert, ils sont aménagés dans les conditions où sont autorisés les canaux d'irrigation par la loi du 29 avril 1845 ;

2° Submerger les berges par relèvement du plan d'eau ;

3° Occuper temporairement tous terrains et extraire tous matériaux nécessaires à l'exécution des travaux.

Les habitations et leurs dépendances immédiates sont exemptes de ces servitudes.

Enfin, si le propriétaire est trop atteint dans son droit de propriété par l'exercice des servitudes de l'article 4, il peut exiger du concessionnaire l'acquisition de la parcelle de terrain, lorsqu'elle est rendue impropre à sa destination normale.

Les contestations soulevées par l'exercice des servitudes et par le règlement des indemnités dues pour occupations permanentes ou temporaires seront soumises à la juridiction civile compétente ; cependant, pour diminuer les frais, il sera procédé comme en matière sommaire et il ne pourra être nommé qu'un seul expert.

L'indemnité sera préalable toutes les fois que cela sera possible, mais, pour ne pas interrompre ou retarder l'exécution des travaux par le moyen de contestations soulevées sur le montant de cette indemnité, le projet prévoit une procédure d'urgence, qui comporte notamment la consignation préalable d'une indemnité provisoirement arbitrée par le tribunal.

Lorsqu'il y aura expropriation par application de l'article 5, on procédera conformément à la loi du 3 mai 1841 et on pourra appliquer, le cas échéant, la procédure d'urgence prévue par cette loi. Le jury qu'elle institue sera compétent pour fixer l'indemnité due au propriétaire exproprié et pour fixer l'indemnité qui serait due à ce dernier pour des servitudes qui auraient été exercées en vertu de l'article 4 sur la parcelle partiellement expropriée. Pour les servitudes exercées sur d'autres parcelles, la juridiction civile prévue à l'article 4 reste compétente, ainsi que pour déterminer les indemnités relatives à l'éviction des droits exercés à l'usage de l'eau dont il est question à l'article 6.

Art. 6. — Cet article règle la situation des propriétaires de droits à l'usage de l'eau qui se trouvent atteints par l'institution de la concession et transforme ces droits en droits à indemnité, pourvu qu'ils aient préexisté à l'affichage de la demande en concession et ce pour éviter les spéculations.

Deux cas peuvent se présenter suivant que les droits sont exercés ou non exercés.

Dans le premier cas, le concessionnaire est tenu, si le propriétaire le demande, de restituer en nature l'eau ou l'énergie utilisée ; il devra, autant que possible, éviter d'assécher les canaux d'irrigation et d'arrêter la petite usine. Le concessionnaire rendra au besoin à celle-ci, au lieu d'eau, de l'énergie électrique, en supportant toutes les dépenses nécessitées par les nouvelles conditions d'exploitation ; il pourra pour ces restitutions user des servitudes prévues en matière d'irrigation et de distribution d'énergie électrique. Cependant, si les dépenses occasionnées par ces restitutions en nature sont excessives eu égard aux intérêts des propriétaires évincés, et à défaut d'entente, le différend sera tranché par les tribunaux civils qui fixeront l'indemnité en conciliant les intérêts et droits respectifs. Dans le second cas, cas des droits non exercés, une indemnité pourra être accordée et sera, le cas échéant, fixée par l'acte de concession. Cette indemnité paraît légitime, notamment dans le cas où le propriétaire évincé de ses droits de riveraineté les avait acquis en vue d'obtenir une concession.

Enfin, dans la fixation des indemnités, on tiendra compte de la mesure dans laquelle les riverains resteraient à même d'exercer leurs droits par suite de l'obligation qui serait imposée au concessionnaire de laisser un débit suffisant dans le cours d'eau.

Art. 7 à 10 et Art. 12. — Les articles de 7 à 10 précisent les conditions financières de la concession.

L'article 7 déclare qu'une contribution de l'État peut être allouée, sous forme d'avance ou de subvention, aux concessionnaires d'entreprises dont l'objet principal est la fourniture de l'énergie à des services publics ou intéressant la Défense nationale, ainsi qu'à ceux qui prennent à leur charge des travaux d'aménagement susceptibles d'améliorer de façon notable les conditions d'utilisation agricole du cours d'eau ou de régulariser son régime ; et il prévoit les règles suivant lesquelles sont accordées ces avances et ces subventions. Cet article est complété par l'article 16 et par l'article 30 qui exige le contreseing du ministre des Finances pour les décrets comportant une aide pécuniaire de l'État.

L'article 8 assujettit le concessionnaire au paiement d'une taxe annuelle proportionnelle à la puissance normale telle qu'elle a été définie à l'article 3 ; le taux de la taxe est fixé à 0,05 fr par kilowatt. Les articles 18, 20 et 27 imposent la même taxe aux usines existantes, aux usines ayant une existence légale et à celles qui font partie intégrante d'entreprises déclarées par elles-mêmes d'utilité publique. Le but de cette taxe est de permettre de dresser et de tenir à jour l'inventaire des forces hydrauliques utilisées.

Les éléments de cet inventaire sont constitués par des rôles établis par les agents du service des Ponts et Chaussées.

Digitized by Google

L'article 9 crée au profit de l'État un droit sur les produits bruts ou sur les bénéfices nets de l'entreprise concédée.

S'il est logique que l'État participe aux produits et aux bénéfices résultant directement de l'exploitation de la chute qu'il concède ou éventuellement aux bénéfices des industries accessoires immédiatement liées à cette exploitation, il est plus difficile de lui réserver une part des bénéfices des industries actionnées par l'énergie hydraulique qui n'ont pas avec la concession un lien nécessaire et qui pourraient avoir recours à la houille aussi bien qu'aux chutes d'eau.

La détermination des bénéfices nets d'une entreprise présentant de grandes difficultés, l'État viendra en participation dans les produits bruts de l'exploitation concédée. Cette participation consistera en une redevance proportionnelle au nombre de kilowatts-heure produits pendant l'année précédant l'établissement de la redevance. Le taux de la redevance sera vérifié périodiquement pour tenir compte du mouvement des produits bruts et des variations de la valeur du kilowatt-heure.

Cependant, dans certains cas, lorsque le concessionnaire est une Société anonyme ou une Société en commandite par action régie par la loi du 24 juillet 1867, la redevance sera proportionnelle aux dividendes ou aux bénéfices répartis, qu'ils soient ou non distribués effectivement. Le taux de la redevance croîtra en fonction des répartitions au delà d'un certain intérêt moyen annuel alloué au capital depuis le début de l'entreprise. *De plus*, lors de la dissolution de la Société, l'État a le droit de venir au partage de l'actif net une fois le capital *remboursé*. Ce droit est prévu à l'article 11, § 7.

Enfin, le cahier des charges pourra imposer au concessionnaire l'obligation de se substituer une Société anonyme afin de faciliter l'établissement de la redevance sur les dividendes répartis (art. 12).

Les redevances sur les produits bruts et les bénéfices nets peuvent se cumuler afin d'assurer à l'État un minimum de participation dans les produits de l'entreprise.

La possibilité pour l'État de substituer entièrement, en cours de concession, la taxe sur les produits bruts à la redevance sur les bénéfices nets sera prévue dans les cahiers des charges afin d'éviter que la Société concessionnaire ayant des liens avec des clients n'abaisse artificiellement ses prix de vente de l'énergie, ce qui aurait pour effet de réduire abusivement la participation de l'État.

L'assiette de la redevance proportionnelle aux kilowatts-heure sera établie par des contrôleurs techniques, celle proportionnelle aux dividendes ou bénéfices par des contrôleurs financiers. L'organisation du service du contrôle est prévue à l'article 26, § 6.

Tous les droits d'investigation et de communication nécessaires seront attribués aux contrôleurs par un règlement d'administration publique. Les règles d'exercice seront fixées par les cahiers des charges de chaque entreprise. Les frais du contrôle seront à la charge du concessionnaire (art. 11, § 15).

Les conditions de recouvrement de la taxe et des redevances prévues par les articles 8 et 9 sont précisées par l'article 10.

L'administration des Domaines sera chargée de recouvrer les nouvelles taxes et redevances dans la forme où elle opère aujourd'hui.

Art. 11. — Cet article donne un certain nombre de stipulations qui devront être insérées obligatoirement dans les cahiers des charges et fixe les règles auxquelles l'autorité, chargée de préparer les contrats et d'en stipuler les clauses, devra se conformer, ainsi que les limites dans lesquelles elle pourra se mouvoir.

D'après cet article, le cahier des charges devra déterminer :

1° L'objet principal de l'entreprise ;

2° Le règlement d'eau, et en particulier, les mesures intéressant la navigation ou le flottage, la protection contre les inondations, la salubrité publique, l'alimentation et les besoins domestiques des populations riveraines, l'irrigation, la conservation et la libre circulation du poisson, la protection des paysages ;

3° La puissance maximum et l'évaluation de la puissance normale de la chute faisant l'objet de la concession ;

4° Le délai d'exécution des travaux ;

5° La durée de la concession qui ne peut dépasser soixante-quinze ans à compter de l'expiration dudit délai ;

6° Les réserves en eau et en force à prévoir, s'il y a lieu, au profit des services publics de l'État, des départements, des communes, des établissements publics ou à celui des associations syndicales autorisées, ainsi qu'au profit des groupements agricoles d'utilité générale qui serait spécifié dans un règlement d'utilité publique ; les conditions dans lesquelles ces réserves doivent être tenues à la disposition des ayants-droit, notamment : la période initiale pendant laquelle aucun préavis ne sera nécessaire, les délais de préavis après l'expiration de cette période, les travaux qui peuvent être imposés au concessionnaire pour l'utilisation de ces réserves ;

7° Les conditions financières de la concession, et, notamment, en cas de redevance proportionnelle au nombre de kilowatts-heure produits, le minimum au-dessous duquel la redevance ne peut descendre, et les conditions dans lesquelles elle devra être revisée tous les cinq ans, après une période initiale de dix ans ;

En cas de redevance proportionnelle aux dividendes ou aux bénéfices répartis, le taux de l'intérêt moyen annuel alloué au capital depuis le début de l'entreprise à partir duquel l'État entre en participation ; l'échelle progressive suivant laquelle est calculée la part de l'État ; les conditions dans lesquelles l'État viendra en partage de l'actif net après remboursement du capital, en cas de liquidation ou à l'expiration de la Société ;

8° S'il y a lieu, les tarifs maxima de l'entreprise ;

9° Les terrains, bâtiments, ouvrages, machines et engins de toute nature constituant les dépendances immobilières de la concession et qui, à ce titre, doivent faire gratuitement retour à l'État en fin de concession,

Digitized by Google

francs et quittes de tous privilèges, hypothèques et autres droits réels;

10° Les conditions dans lesquelles, en fin de concession, l'État peut reprendre, à dire d'expert, le surplus de l'outillage;

11° Les conditions dans lesquelles peut s'exercer la faculté de rachat après l'expiration d'un délai qui ne doit pas être inférieur à cinq ans, ni supérieur à vingt-cinq ans à compter de la date fixée pour l'achèvement des travaux, ainsi que le règlement des sommes qui seraient dues par le concessionnaire pour la mise en bon état d'entretien des ouvrages constituant les dépendances immobilières de la concession et qui seront prélevées, le cas échéant, sur l'indemnité de rachat;

12° Les conditions et les formes dans lesquelles la déchéance peut être prononcée pour inobservation des obligations imposées au concessionnaire;

13° Les conditions dans lesquelles, en cas de rachat ou de déchéance, l'État est substitué à tous droits et obligations du concessionnaire;

14° Le cautionnement ou les garanties qui peuvent être exigés;

15° Le montant des frais de contrôle qui sont supportés par le concessionnaire;

16° Et, d'une manière générale, les droits et obligations du concessionnaire tant pendant la durée de la concession qu'à son expiration.

Les réserves en eau ou en force prévues par le paragraphe 6 pouront être obtenues gratuitement par les associations bénéficiaires, si cette condition est indispensable à leur fonctionnement.

Lorsque l'usine concédée sera hydro-électrique, les réserves en force pourront être prises avantageusement à ses bornes par les sociétés régionales de transport et distribution qui les mettront à la disposition des ayants droit; on provoquera alors, si possible, des ententes préalables entre ces sociétés et les collectivités bénéficiaires et on spécifiera dans le cahier des charges que les réserves d'énergie seront recueillies par les réseaux régionaux dans certaines conditions de tarifs, de livraison et d'affectation.

On rattachera, autant que possible, les usines hydro-électriques aux réseaux régionaux pour assurer l'utilisation des résidus d'exploitation de l'usine génératrice et, le cas échéant, la fourniture à celle-ci des compléments d'énergie dont elle pourrait avoir besoin.

Quand plusieurs concurrents se présenteront pour obtenir une même concession, on accordera cette concession à celui qui satisfera dans les meilleures conditions aux besoins des services publics, aux intérêts collectifs de l'industrie et de l'agriculture et qui prévoira l'emploi le plus rationnel et le plus complet de la force hydraulique.

Art. 13. — L'article 13 dispose que toute cession totale ou partielle de concession, tout changement de concessionnaire, ne peut avoir lieu qu'après approbation donnée par décret en Conseil d'État.

Même s'il s'agit d'une mutation par décès, l'État a le droit de s'assurer que l'héritier remplit les conditions voulues de capacité et de nationalité.

Art. 14. — Cet article règle la situation des entreprises à la fin de la concession.

Dans les dix ans qui précèdent l'expiration d'une concession, il peut être procédé à l'octroi d'une concession nouvelle. A conditions équivalentes, la préférence est donnée au concessionnaire dont le contrat vient à expiration. La concession est renouvelée de plein droit aux conditions antérieures et pour une durée de vingt-cinq années s'il n'a pas été institué de concession nouvelle cinq ans au moins avant l'expiration de la concession. Cette dernière disposition a été prise pour donner plus de stabilité aux entreprises et mieux garantir l'entretien des ouvrages et du matériel devant revenir à l'État en fin de concession.

Art. 15. — D'après cet article le concessionnaire pourra hypothéquer les droits qu'il tient de son contrat de concession. Ceci a pour but de faciliter au concessionnaire de se procurer les fonds nécessaires pour assurer le plein développement de son entreprise.

Naturellement, la durée de l'hypothèque ne pourra dépasser celle de la concession, car, à l'expiration de celle-ci, les dépendances immobilières de l'entreprise doivent revenir à l'État franches et quittes de tout droit réel. En cas de réalisation du gage, l'acquéreur devra être agréé par l'État conformément à l'article 13.

Art. 16. — On devra publier au « Journal officiel », dans le délai maximum d'un mois de l'acte approbatif, tous les actes de concession et, dans la première quinzaine de chaque trimestre, un état détaillé des subventions et des avances accordées pendant le trimestre précédent.

TITRE III

Entreprises autorisées

Art. 17, 18 et 19. — Ces articles règlent la situation des usines qui seront autorisées.

Quel que soit le classement du cours d'eau, les autorisations seront accordées par arrêté préfectoral, sauf lorsqu'il s'agira de canaux de navigation ou de rivières canalisées et que la durée excède cinq ans, dans ce cas, elles seront accordées par décret. La durée des autorisations ne doit pas dépasser soixante-quinze ans. Les autorisations ne font pas obstacle à l'octroi de concessions nouvelles, ni à l'application des articles 4 et 6. Elles peuvent être modifiées ou révoquées sans indemnités dans les cas prévus par les lois sur le régime des eaux. Elles peuvent être renouvelées pour une durée de vingt-cinq ans dans les cinq ans qui précèdent leur expiration. Comme pour les concessions, à conditions équivalentes, un droit de préférence appartient au permissionnaire dont le titre vient à échéance.

Sauf avis contraire de l'Administration, avant le commencement de la dernière année, le renouvellement s'opère de plein droit pour une durée de vingt-cinq années.

Digitized by Google

Si l'autorisation n'est pas renouvelée, le permissionnaire est tenu de rétablir le libre écoulement des eaux à moins que l'État n'exige l'abandon à son profit et sans indemnité, des ouvrages de barrage et de prise d'eau édifiés dans le lit du cours d'eau et sur ses berges.

Le permissionnaire est assujetti à la taxe de statistique prévue à l'article 8 outre, le cas échéant, les redevances domaniales actuelles. Enfin, les entreprises autorisées peuvent demander à toute époque à passer sous le régime de la concession. Elles y passent obligatoirement si, en changeant leur objet principal ou augmentant leur puissance, elles deviennent accessibles aux termes de l'article 2.

TITRE IV

ENTREPRISES ANTÉRIEUREMENT AUTORISÉES OU CONCÉDÉES

ART. 20. — Cet article règle le sort des entreprises autorisées antérieurement à la promulgation de la loi.

Ces entreprises peuvent rester pendant soixante-quinze ans sous l'ancien régime, à moins qu'après accord avec l'État elles ne passent, pendant cette période, sous le régime de la nouvelle loi.

A l'expiration de la période de soixante-quinze ans, elles sont assimilées aux entreprises arrivant en fin de concession ; une concession ou une permission nouvelle peut être octroyée dans les conditions *mutatis mutandis* de l'article 14 sous réserve des dispositions suivantes :

Les terrains et tous immeubles constituant par nature ou par destination l'aménagement de la force hydraulique, y compris les machines hydrauliques et les bâtiments qui les abritent, deviennent propriété de l'État. Ce régime, en substituant à une propriété en fait perpétuelle une propriété limitée dans sa durée et en organisant son retour à l'État, constitue une expropriation partielle.

Il y a donc lieu de prévoir une indemnité qui sera fixée par la juridiction civile. Cette indemnité ne pourra dépasser le quart de la valeur vénale estimée à cette époque, à dire d'experts, des terrains, immeubles, machines et bâtiments revenant à l'État.

Pour éviter les spéculations au moment du retour à l'État, le juge pourra descendre au-dessous du quart de la valeur estimée.

Inversement, la possibilité d'atteindre le quart de la valeur vénale de ces biens incitera le permissionnaire à entretenir en bon état ses ouvrages jusqu'à l'expiration de sa concession ou autorisation.

On a fixé le quart de la valeur vénale des biens comme maximum d'indemnité pour la raison suivante : la propriété actuellement perpétuelle des usines existantes étant réduite par la loi à soixante-quinze ans, le législateur a estimé qu'à la fin de cette période, les trois quarts de la valeur de la propriété devront être amortis et qu'il était par suite équitable de fixer au quart, au maximum, l'indemnité que les tribunaux alloueront au propriétaire évincé.

La valeur prise pour base de l'indemnité sera la valeur de l'entreprise au bout de soixante-quinze ans.

Aucune indemnité n'est allouée pour la partie des biens établie sur le domaine public, ni lorsque l'entreprise fait l'objet, au profit du permissionnaire dont le titre vient à échéance, d'une autorisation nouvelle ou d'une concession. L'État peut également racheter, à dire d'experts, le surplus de l'outillage, dans le but de faciliter l'exploitation de l'usine, s'il veut l'entreprendre, ou pour transmettre à un nouveau permissionnaire une usine tout équipée.

Les entreprises autorisées qui n'ont pas encore commencé leurs travaux à la date du 1er août 1917 pourront être placées d'office sous le régime de la concession, si cette mesure paraît justifiée. A défaut d'accord sur les stipulations de l'acte de concession, l'État aura la faculté de retirer l'autorisation et de se substituer aux droits du permissionnaire, moyennant une indemnité qui sera fixée par la juridiction civile et ne pourra dépasser le montant des dépenses utilement faites et dûment justifiées ; toutefois, pour ne pas laisser l'industrie trop longtemps dans l'incertitude, cette faculté est limitée à une durée de cinq ans.

Toutes les dispositions qui précèdent ne s'appliquent pas aux petites entreprises dont la puissance maximum n'atteint pas 50 kw. Elles restent autorisées sans limitation de durée et sous réserve de la possibilité de leur suppression dans les conditions prévues par les lois en vigueur sur le régime des eaux.

Les usines antérieurement autorisées, ainsi que celles qui le seront à l'avenir, devront, le cas échéant, s'incliner devant les nécessités de l'intérêt général, notamment pour l'institution d'une concession utilisant mieux l'énergie hydraulique.

Toutes les entreprises existantes sont soumises à la taxe de statistique prévue à l'article 8.

TITRE V

DISPOSITIONS GÉNÉRALES

ART. 21. — Cet article prévoit la possibilité, pour l'État, les départements, les communes, de prendre ou d'acquérir, directement ou en régie intéressée, des entreprises d'énergie hydraulique.

Le règlement d'administration publique prévu à l'article 26, § 8 fixera les conditions de ces exploitations directes.

Les mêmes droits sont accordés à tout groupement de départements ou de communes, et aux autres établissements publics habilités par les textes organiques qui leur sont applicables à se charger d'opérations industrielles ou commerciales.

ART. 22. — Cet article a pour but de hâter l'instruction des affaires. Il dispose que les décrets approuvant les actes de concessions ou accordant des autorisations ainsi que les arrêtés d'autorisation, doivent être rendus ou le refus signifié aux pétitionnaires dans le délai maximum d'un an à compter du dépôt du dossier de la

demande constitué conformément au règlement d'administration publique prévu à l'article 26 § 3.

Les ministres consultés doivent envoyer leur avis dans les trois mois, à défaut de quoi ils sont censés n'avoir pas d'observations à présenter. Si l'avis de ces ministres dépend du résultat d'une enquête, ce résultat devra leur être fourni de façon qu'ils puissent les utiliser pour leur réponse sans, toutefois, dépasser ce délai de trois mois.

ART. 23. — Il a pour but d'instituer une procédure rapide, simple et peu coûteuse pour le règlement des litiges où l'État serait partie. La loi permet de soumettre ces litiges à l'arbitrage tel qu'il est réglé par le livre III du Code de procédure civile, cependant, l'application de cette disposition exceptionnelle doit être autorisée par un décret délibéré en Conseil des ministres et contresigné par le ministre compétent et le ministre des Finances.

ART. 24. — Cet article a pour but d'assurer aux entreprises hydrauliques une direction et une surveillance françaises ; aucune concession ou autorisation ne peut être accordée, aucune cession ou transmission de concession ne peut être faite qu'aux seuls Français. Lorsqu'il s'agit d'une Société, la loi exige la qualité de Français pour les chefs de l'affaire (président du Conseil d'administration, administrateur délégué, directeurs ayant la signature sociale, gérants), pour ses contrôleurs (commissaires aux comptes, membres du Conseil de surveillance) et pour la majorité des membres du Conseil d'administration. De plus, pour assurer que dans tous les cas les décisions seront conformes aux intérêts français, le règlement d'administration publique prévu à l'article 26 § 9 subordonne la validité de chaque vote à la présence d'une majorité de Français. Il pourra cependant être dérogé à cette règle, mais uniquement par décret délibéré en Conseil des ministres et contresigné par le ministre, président du Conseil et par les ministre des Affaires étrangères et du Commerce.

ART. 25. — Cet article interdit la dérivation à l'étranger de l'énergie électrique produite en France par des entreprises hydrauliques, sous réserve des traités internationaux.

Le transport de la force électrique à l'étranger pourra être autorisé exceptionnellement pour une durée de vingt ans au maximum, mais renouvelable par un décret en Conseil d'État contresigné par le président du Conseil et par les ministres des Affaires étrangères et des Travaux publics.

ART. 26. — L'article 26 renvoie à des règlements d'administration publique le soin de préciser les conditions d'exécution de la loi et notamment :

1° Le modèle du règlement d'eau pour les entreprises autorisées ; 2° le texte des cahiers des charges-types des entreprises concédées ; 3° la forme des demandes ainsi que les documents justificatifs et les plans qui doivent y être annexés ; 4° la forme de l'instruction des projets et de leur approbation ; 5° la forme des différentes enquêtes relatives à l'autorisation ou à la concession des entreprises et à l'établissement des servitudes prévues par la loi ; ces enquêtes doivent obligatoirement comprendre, en cas de concession, la consultation des conseils généraux des départements sur lesquels s'étend le périmètre de la concession, ou des commissions départementales à qui délégation, soit générale, soit spéciale, pourra être conférée à cet effet, le délai dans lequel ces assemblées doivent formuler leur avis ; 6° l'étendue et les conditions d'exercice du contrôle technique et financier auquel les concessions sont soumises ; 7° les conditions dans lesquelles il est pris acte, dans la loi ou le décret approuvant la concession, des accords qui seraient intervenus avec les départements ou les communes pour régler, le cas échéant, la participation du concessionnaire au réempoissonnement des rivières, à la reconstitution des massifs forestiers ou à l'amélioration du régime général des eaux, 8° les conditions administratives et financières auxquelles est soumise l'exploitation directe de l'énergie des cours d'eau par l'État, les départements et les communes ; 9° les mesures nécessaires pour assurer, en conformité de l'article 24, la prépondérance effective aux intérêts français dans l'administration des sociétés.

Le ministre désignera les contrôleurs techniques chargés de s'assurer que les prescriptions réglementaires et les clauses du contrat de concession et du cahier des charges sont observées. Ces contrôleurs seront investis de tous les droits nécessaires à l'exercice de leur mission : ils auront libre accès aux divers ouvrages et dans les bâtiments dépendant de l'entreprise autorisée ou concédée ; ils pourront prendre connaissance de tous les documents qui leur seront utiles et seront convoqués aux Assemblées générales ordinaires ou extraordinaires.

ART. 27. — Cet article dispose que les usines ayant une existence légale, ainsi que celles qui font partie intégrante d'entreprises d'utilité publique ne seront pas soumises aux dispositions des titres Ier à V de la présente loi. Un règlement spécial les concernant sera arrêté par décret rendu en Conseil d'État. Ce décret fixera, en particulier, les conditions auxquelles ces usines seront autorisées à vendre leur excédent d'énergie. Elles pourront bénéficier des dispositions des articles 4 et 6 et supporteront la taxe de statistique prévue à l'article 8.

TITRE VI

ORGANISATION ADMINISTRATIVE

ART. 28, 29 et 30. — Ces articles règlent l'organisation administrative du service des forces hydrauliques.

Le sous-secrétaire d'État des Forces hydrauliques est placé sous l'autorité du ministre, président du Conseil, et a dans ses attributions toutes les questions relatives à la mise en valeur de nos forces hydrauliques, il est chargé d'assurer :

La préparation des règlements d'administration publique pris par application de la loi ; l'exécution des études utiles au développement de l'emploi de l'énergie

Digitized by Google

hydraulique, la centralisation et, lorsqu'il y a lieu, la publication de tous les renseignements concernant l'aménagement et l'utilisation de cette énergie; l'établissement des plans généraux d'aménagement des eaux par vallées et par bassins, dont il doit être tenu compte pour l'institution des concessions et des autorisations; l'instruction des demandes en concession et en autorisation, en cession de concession et d'autorisation, l'élaboration des conventions et des cahiers des charges et la préparation des projets de loi ou de décrets approuvant une concession ou accordant une autorisation; la gestion des usines exploitées directement par l'État; le contrôle de l'État sur les usines concédées ou autorisées ainsi que sur celles ayant une existence légale; l'application des cahiers des charges et du règlement d'eau; la préparation et l'exécution des mesures relatives à la déchéance des concessions et au retrait des autorisations.

Comme nous l'avons dit plus haut, l'établissement des plans d'aménagement des eaux est d'une extrême importance et permettra seul un aménagement rationnel de nos forces hydrauliques et évitera les gaspillages et les pertes. Il constituera un travail de longue haleine et coûteux, et il est entendu que l'octroi de concessions et d'autorisations ne sera aucunement subordonné à leur achèvement intégral. En cas de nécessité, des plans partiels pourront être rapidement établis et s'encadreront par la suite dans le plan général.

Les barrages et les prises d'eau, qui n'ont pas pour objet la mise en œuvre de l'énergie hydraulique, ne sont pas soumis à la nouvelle loi et restent dans les attributions des ministres des Travaux publics ou de l'Agriculture; ils devront être réglementés en tenant compte des plans d'aménagement.

Le personnel d'étude et d'exécution dans les départements sera composé des fonctionnaires des Services des Ponts et Chaussées et de l'Hydraulique agricole qui seront placés, pour tout ce qui concerne l'aménagement des chutes, sous l'autorité directe du sous-secrétaire d'État des Forces hydrauliques.

Le sous-secrétaire d'État des Forces hydrauliques sera aidé dans sa tâche par un Comité consultatif des Forces hydrauliques qui comprendra 4 députés et 3 sénateurs, des représentants des grandes Commissions de la Chambre : Budget, Agriculture, Travaux publics et Commerce, des représentants des administrations publiques et des représentants professionnels des industries intéressées, de l'agriculture et de la navigation. Les ministres pourront choisir leurs représentants en dehors des fonctionnaires.

Le Comité sera présidé par un Conseiller d'État. Les membres en seront nommés par décret pour une période qui sera fixée par un règlement d'administration publique, leur mandat pourra être renouvelé. Le Comité devra assurer la liaison et l'unité de vues entre les différentes administrations et avec les intérêts privés. Il devra être consulté sur toutes les questions visées par la loi et, en particulier, sur les plans d'aménagement et tous les projets de lois ou de décrets, c'est lui qui décidera de l'exploitation d'une usine par l'État, en régie directe ou intéressée.

Il est institué auprès du Comité consultatif un secrétariat comportant des rapporteurs-adjoints, et, dans le sein du Comité, une section permanente pour l'expédition des affaires courantes ainsi que de celles pour lesquelles délégation lui est donnée par le Comité. Un arrêté du sous-secrétaire d'État fixera la répartition des affaires entre le Comité et la section permanente.

Cette section comprendra sept membres, et sa composition sera déterminée par un règlement d'administration publique.

Enfin l'article 30 dispose que les décrets portant règlement d'administration publique, les décrets approuvant une concession ou accordant une autorisation, ainsi que tous les autres décrets pris en application de la nouvelle loi seront rendus sur le rapport et sous le contreseing du ministre Président du Conseil. Les décrets qui approuvent une concession comportant une subvention ou une avance de l'État seront en outre contresignés par le ministre des Finances.

TITRE VII

ART. 31. — Cet article abroge les dispositions antérieures contraires à la nouvelle loi.

* * *

FORMALITÉS D'INSTRUCTION DES DEMANDES EN CONCESSION D'USINES HYDRAULIQUES

Pour terminer l'exposé des articles du projet de loi nous donnons ci-dessous la filière que suivra une demande en concession :

Envoi de la demande en concession au sous-secrétariat d'État des Forces hydrauliques.

Après enregistrement de la demande, le sous-secrétaire d'État en accuse réception dans les huit jours et la transmet à l'ingénieur en chef chargé des Forces hydrauliques dans le ou les départements intéressés.

L'ingénieur en chef, après avoir examiné la demande, fait connaître son avis motivé au sous-secrétaire d'État qui décide, s'il y a lieu, de suivre, d'ajourner ou d'abandonner.

S'il est donné suite, l'ingénieur en chef fait connaître au demandeur le nombre des dossiers complets et sommaires qu'il a à fournir pour les enquêtes, conférences et consultations. Si le demandeur ne fournit pas ces pièces dans le délai de deux mois, l'affaire est classée sans suite et ne peut être reprise qu'en recommençant toutes les formalités.

L'ingénieur en chef ouvre en même temps des conférences avec les divers services intéressés. Ces services comprennent, pour les cours d'eau non-navigables : les services hydrauliques, les services des améliorations agricoles et pastorales, les services des forêts et de la pêche, le service des inondations, s'il y a lieu, les ser-

Digitized by Google

vices de la navigation ; pour les cours d'eau navigables les services intéressés comprennent toujours les services de la navigation et des inondations et, s'il y a lieu, les services de l'agriculture déjà nommés.

L'ingénieur en chef entre également en pourparlers avec le ou les demandeurs en concession, en tenant compte des observations présentées aux conférences pour l'établissement du règlement d'eau et des parties du cahier des charges qui doivent être portées à la connaissance du public ou qui comprennent des clauses financières.

A la suite de cet examen, il envoie au sous-secrétaire d'État des propositions motivées et choisit, s'il y a lieu, celui des projets qui présente les conditions les meilleures au point de vue de l'utilisation rationnelle du cours d'eau.

Le sous-secrétaire d'État statue après avis du Comité consultatif des Forces hydrauliques et autorise la mise à l'enquête.

L'ingénieur en chef demande au concessionnaire les dossiers nécessaires pour les enquêtes et envoie au Préfet les propositions pour leur ouverture. Le Conseil général du ou des départements intéressés est obligatoirement consulté.

Dès la réception des résultats de l'enquête, l'ingénieur en chef en saisit en même temps tous les services intéressés et réclame la clôture des conférences.

Après cette clôture, les chefs des divers services envoient une expédition du dossier et leurs observations au ministre dont ils dépendent.

L'ingénieur en chef arrête le cahier des charges et, s'il y a lieu, la convention ; il adresse des propositions définitives au sous-secrétaire d'État par l'intermédiaire du Préfet qui transmet le dossier avec avis personnel.

En même temps, les divers ministres intéressés envoient leur avis au sous-secrétaire d'État.

L'affaire est ensuite transmise au Comité consultatif des Forces hydrauliques et, après rapport, elle est discutée devant le Comité où les représentants des administrations et des intérêts en cause sont appelés à présenter leurs observations.

Le Conseil d'État est enfin consulté et le sous-secrétaire d'État fait connaître sa décision sous l'autorité du président du Conseil.

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret déclarant d'utilité publique l'établissement, dans les départements de Meurthe-et-Moselle et de la Meuse, d'un réseau de distribution d'énergie électrique.

Le « Journal officiel » du 7 octobre 1917 publie, p. 7914, le décret suivant pris en date du 2 juin 1917 :

ARTICLE PREMIER. — Est déclaré d'utilité publique l'établissement, dans les départements de Meurthe et Moselle et de la Meuse, suivant les dispositions du plan d'ensemble ci-dessus visé, d'un réseau de distribution publique d'énergie électrique s'étendant sur le territoire des communes indiquées à l'article premier du cahier des charges.

L'article 2 approuve la convention, passée le 25 juin 1914, entre le ministre des Travaux publics et la Société électrique du Toulois pour la concession du réseau susmentionné.

Le décret est suivi du texte de la convention et du cahier des charges.

ERRATUM DU NUMÉRO DU 29 SEPTEMBRE 1917

Quelques erreurs importantes se sont glissées dans le numéro 13 du t. II de la *R.G.E.*, du 29 septembre 1917.

Page 507 : 2e colonne, 15e ligne par en bas, lire : 3,5 pour 100, au lieu de 2,5 pour 100.

2e colonne, 4e ligne par en bas, lire :

$$\frac{(480 - 440)\,100}{\dfrac{3,5 \times 440}{100} + \dfrac{3,5 \times 480}{100} \times \dfrac{455}{730}} = 154,5 \text{ pour } 100$$

au lieu de :

$$\frac{(480 - 440)\,100}{\dfrac{3,5 \times 440}{100} + \dfrac{2,5 \times 480}{100} \times \dfrac{455}{730}} = 154,5 \text{ pour } 100$$

2e colonne, 2e ligne par en bas, lire :

$$\frac{200 \times 1\,000 \times 480 \times 1,545}{440 \times 1\,000 \times 350} = 96,4 \text{ pour } 100$$

au lieu de :

$$\frac{200 \times 1\,000 \times 154,5}{440 \times 1\,000 \times 350} = 96,4 \text{ pour } 100.$$

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916

DIRECTEUR : J. BLONDIN, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. TOME II. — N° 20. 17 NOVEMBRE 1917.

Chronique. — Le séchage des fruits et des légumes par l'électricité. — Comité national français de l'éclairage. — A propos des surtensions produites par l'harmonique 3 et ses multiples dans les transformateurs triphasés. — Société internationale des électriciens. — Académie des Sciences, p. 761 et 762.

Section scientifique et technique. — Abaque pour le calcul de la température d'un enroulement par la méthode de variation de la résistance, par A. CASTEX, p. 763. — Note sur le couplage en parallèle des transformateurs triphasés, par Jacques DAMIEN, p. 764. — Revues, analyses et informations : Essais sur l'échauffement des machines dynamo-électriques à différentes charges et à différentes vitesses, p. 767; Verres protégeant les yeux contre l'action des radiations nuisibles, p. 773.

Section industrielle. — Étude sur les causes de la corrosion des chaudières à vapeur, par Ch. CHOROWER, p. 775. — Obstruction des grilles d'une usine hydraulique du Rhône à la suite d'une crue, p. 779. — Revues, analyses et informations : Sur les isolateurs de ligne, p. 780; Le réglage de la turbine à deux vapeurs système Brown, Boveri-Parsons, p. 782; Les bandages de roues de tramways, leur fabrication et leur entretien p. 785. — Notes pratiques : Œillets en verre pour installations temporaires, p. 786; Canne pour remplacer les fusibles haute tension, p. 786.

Section économique et financière — Comment réaliser l'économie maximum de charbon? par Ach. DELAMARRE, p 787. — Assemblées générales : Compagnie provinciale des Eaux, du Gaz et de l'Électricité, p. 792; Compagnie générale électrique de Nancy, p. 792.

Section de législation. — La propriété industrielle et la guerre, par André TAILLEFER, p. 793. — Législation, jurisprudence, réglementation : Loi portant modification et codification de la loi du 2 avril 1914 sur la garantie des cautionnements des ouvriers et employés, p. 799; Décret fixant le nombre et les attributions des sections du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre, p. 800; La constatation des dommages de guerre, p. 800.

Erratum, p. 800.

Le séchage des fruits et des légumes par l'électricité. — La récolte des fruits et des légumes ayant été particulièrement abondante cette année, le gouvernement suisse s'est préoccupé d'en assurer la conservation par le séchage au moyen d'étuves électriques. Dans ce but la Division de l'Économie industrielle de guerre a publié une circulaire que reproduit le dernier numéro du Bulletin de l'Association suisse des Electriciens, n° 10, pages 308 à 309.

D'après cette circulaire, les essais effectués sur différents appareils électriques ont montré que ceux-ci peuvent concurrencer les appareils chauffés au charbon lorsque le prix de l'énergie ne dépasse pas 3 à 4 centimes le kilowatt-heure. Un tel prix de vente ne peut être évidemment consenti par les entreprises de distribution d'énergie électrique que s'il ne porte que sur les excédents de l'énergie que sont capables de produire les usines hydro-électriques. Fort heureusement, il s'est trouvé que cette année ces excédents ont été très considérables par suite de la prolongation de la période des hautes eaux, de sorte que beaucoup d'entreprises ont pu mettre à la disposition de leur clientèle, pendant la nuit, l'énergie électrique à des prix ne dépassant pas ceux qui viennent d'être indiqués; certaines d'entre elles ont même, dans un but patriotique, consenti des prix encore plus bas : c'est ainsi que les usines du canton de Zurich ont décidé de fournir le courant de nuit à seulement 1 centime le kilowatt-heure, et que quelques autres sont allées jusqu'à fournir gratuitement ce courant à leurs abonnés.

Comité national français de l'Éclairage. — Ce comité, fondé quelques mois avant la guerre et dont les réunions avaient été interrompues de ce fait, s'est réuni samedi dernier 10 novembre, dans l'Hôtel des Sociétés gazières, sous la présidence de M. Violle, membre de l'Institut. Après examen de diverses questions d'ordre administratif, le Comité a, par acclamation, réélu le Bureau nommé en 1914 et renvoyé à ses commissions l'étude de diverses questions scientifiques et techniques.

La « R. G. E. », fidèle au programme qu'elle s'est tracé de faire connaître à ses lecteurs les organismes qui, dans tous les domaines économiques, peuvent contribuer au développement de l'industrie électrique, se

Digitized by Google

propose de publier prochainement un article où seront exposés l'origine et le but de la création du Comité national de l'Éclairage. Nous nous bornerons par suite, aujourd'hui, à signaler que ce Comité a été créé en 1914 pour remplir dans l'industrie de l'éclairage le rôle que joue le Comité électrotechnique français dans l'industrie électrique ; de même que ce dernier contribue à la constitution de la Commission électrotechnique internationale, le Comité national français de l'Éclairage est appelé à désigner les délégués qui prendront part aux réunions de la Commission internationale de l'Éclairage fondée en 1913 pour continuer et étendre les travaux commencés par la Commission internationale de Photométrie, créée en 1900 et présidée par M. Th. Vautier, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

A propos des surtensions produites par l'harmonique 3 et ses multiples dans les transformateurs triphasés. — Nous avons publié dans la « R. G. E. » t. II, p. 363 un article de M. J. Damien sur les surtensions produites par l'harmonique 3 et ses multiples dans les transformateurs triphasés. Dans cet article il s'est glissé une erreur dans la deuxième référence bibliographique placée au bas de la première colonne de la page 365. L'influence du montage du transformateur a été étudiée, non par M. R. Swyngedauw, mais par M. A. Blondel (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLVIII, 16 février 1914, p. 453 à 457 et *La Revue électrique* 6 mars 1914, t. XXI, p. 226 et 227). C'est cet auteur qui a indiqué la plus grande intensité des harmoniques 3 dans les transformateurs triphasés, la production des courants induits de fréquence 3 dans les bacs entourant ces transformateurs, l'utilité des joints isolants dans ces bacs, l'intérêt du montage américain étoile-triangle et l'emploi avantageux d'un fil isolé reliant entre eux les points neutres des appareils. Nous prions donc nos lecteurs de tenir compte de la rectification ci-dessus, sans que nous voulions réduire en rien le mérite de M. Swyngedauw dans les autres questions qu'il a étudiées relativement aux surtensions dans le réseaux triphasés et que M. J. Damien cite dans son article.

Société internationale des électriciens. — La Société internationale des électriciens vient de reprendre ses intéressantes réunions mensuelles. La séance du 8 novembre 1917, présidée par M. E. Brylinski, débuta par la lecture du procès-verbal de la précédente séance. M. Boucherot dit également quelques paroles pour protester, avec juste raison, contre la réclame faite par des journaux techniques français autour de certaines maisons allemandes et certains savants allemands ou progermains qui souvent se sont attribué des découvertes et des travaux dont ils n'étaient pas les véritables auteurs. M. Boucherot protesta énergiquement contre cette manière de faire et demanda que, tout en reconnaissant à nos ennemis leurs mérites, il ne serait d'ailleurs pas français de faire autrement, nous ne contribuions pas à leur faire attribuer des études ou des inventions qu'ils ont plus ou moins soustraites à leurs véritables auteurs. La Rédaction de la « R. G. E. » s'associe d'autant plus volontiers à la protestation de M. Boucherot, qu'elle a signalé, chaque fois qu'elle en a eu la preuve, les manœuvres déloyales de nos ennemis.

La séance de la Société fut consacrée à une très intéressante communication de son président, M. E. Brylinski, sur « le retour du courant par les rails ». M. E. Brylinski a posé le problème uniquement au point de vue du courant continu qui est le plus répandu pour la traction des tramways et qui a causé le plus de dégâts aux canalisations d'eau, de gaz et d'électricité en produisant des phénomènes d'électrolyse. L'auteur étudie la question au point de vue mathématique en considérant plusieurs cas particuliers : cas d'un seul train placé à l'extrémité de la ligne opposée à celle où se trouve l'usine génératrice, cas de plusieurs trains situés à des distances diverses, cas de plusieurs trains répartis uniformément le long de la voie. M. E. Brylinski termina son intéressante communication en étudiant le rôle des feeders de retour.

A la suite de la conférence de M. E. Brylinski, MM. Barthélemy, ingénieur de la traction et du matériel roulant à la Compagnie des tramways de Paris et du département de la Seine, Bacqueyrisse, ingénieur en chef des tramways à la Compagnie générale des Omnibus de Paris, Guéry, ingénieur chef des services électriques de l'Ommium lyonnais de Chemins de fer et de Tramways, Péridier, ingénieur à la Compagnie générale des Omnibus prirent la parole au nom des Compagnies de Tramways et affirmèrent que, lorsqu'une voie était bien entretenue et les éclissages électriques soigneusement faits et régulièrement vérifiés, tout accident dû à des phénomènes d'électrolyse était évité ; ils dirent également que le procédé d'isolement des rails de roulement par goudronnage, que M. E. Brylinski avait signalé dans sa communication, n'avait donné aucun résultat pratique. M. R-V. Picou prit également la parole au nom des « victimes » des courants de fuite : il dit qu'en effet une voie dont les joints électriques étaient bien entretenus était le meilleur garant contre les dérivations du courant de retour dans le sol, mais que toujours, dans le voisinage des usines génératrices de tramways, il se produisait des phénomènes d'électrolyse dangereux pour les diverses canalisations qui se trouvaient dans ces parages. Il termina en disant que des voies bien entretenues péchaient souvent par les aiguillages, et qu'il serait bon d'assurer les connexions électriques aux aiguillages au moyen de canalisations en dérivation ; MM. les ingénieurs de tramways présents à la séance assurèrent que toutes les Compagnies de tramways sérieuses prenaient cette précaution.

Nous publierons prochainement dans la « R. G. E. » l'intéressante communication de M. E. Brylinski et la discussion qui l'a suivie.

Académie des Sciences. — Parmi la correspondance adressée à la savante assemblée pendant sa séance du 5 novembre 1917 nous relevons, comme pouvant intéresser particulièrement les électriciens, une note de MM. Camichel, Eydoux et Gariel, *sur les coups de bélier, calcul des pressions en un point quelconque de la conduite*, une note de M. Paul Mercanton, *sur l'état magnétique de basaltes goënlandais* et enfin une note de M. P. Mahler, *sur la teneur en azote des houilles oxydées*. Nous analyserons prochainement dans la « R. G. E. » ces intéressantes communications.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Abaque pour le calcul de la température d'un enroulement par la méthode de variation de la résistance

L'abaque en question dérive des procédés nomographiques indiqués par M. Maurice d'Ocagne et comprend trois échelles rectilignes dont deux sont parallèles ; il sera intéressant de le comparer au graphique cartésien proposé par M. R. Valensi, dans La Revue électrique du 18 août 1916, pour résoudre le même problème.

Pour faciliter la détermination de la température d'un enroulement au moyen de la méthode basée sur la loi de variation de la résistance des conducteurs métalliques en fonction de la température, M. R. Valensi a indiqué un procédé graphique [1] reposant sur l'emploi d'un abaque cartésien. Cet abaque, dont la construction est très ingénieuse, permet d'obtenir sans aucun calcul le résultat cherché, mais son emploi ne laisse pas néanmoins de présenter en pratique certaines difficultés de lecture, en raison de l'enchevêtrement du grand nombre de lignes qui le composent. L'interpolation y est en outre peu sûre et le fait d'avoir limité à 10 ohms la valeur de la résistance en restreint considérablement l'emploi.

Or, la représentation nomographique, dont M. Maurice d'Ocagne a donné une théorie scientifique dans son traité de nomographie, présente sur le graphisme cartésien une incontestable supériorité due surtout à la simplicité et à la commodité d'emploi des abaques qu'elle permet d'obtenir.

Aussi avons nous pensé que le nomogramme représenté en figure 1, construit suivant la méthode des points alignés, présentait un certain intérêt pratique résultant des avantages généraux du mode de représentation adopté.

Construction du nomogramme. — Pour construire ce nomogramme, nous avons admis, comme on le fait généralement dans les calculs pratiques, que le coefficient de variation de la résistance du cuivre reste constant dans les limites de températures réalisées dans les machines industrielles. Dans ces conditions, la résistance varie linéairement et on peut écrire, en désignant par R_1 la résistance à froid d'un enroulement (température ambiante T_1) et par R_2 sa résistance à chaud (température cherchée T_2), les relations suivantes :

$$R_1 = R_0\,(1 + \alpha T_1), \qquad R_2 = R_0\,(1 + \alpha T_2).$$

D'où l'on tire

$$(1 + \alpha T_2) = \frac{R_2}{R_1}\,(1 + \alpha T_1).$$

En posant

$$1 + \alpha T_1 = U,$$
$$1 + \alpha T_2 = V,$$
$$\frac{R_2}{R_1} = W,$$

on obtient la relation

$$V = W.U.$$

qui entre dans le type des fonctions représentables par un nomogramme en N.

On sait [1] qu'un tel nomogramme se compose de trois échelles rectilignes dont deux sont parallèles.

Dans le cas qui nous occupe, afin de donner à l'abaque une disposition convenable, nous avons affecté les supports parallèles aux graduations relatives aux températures et le support oblique à l'échelle du rapport des résistances.

Les fonctions U et V étant linéaires en T_1 et T_2 les échelles correspondantes sont régulières et se graduent sans difficulté. Ces échelles progressent en sens inverse et on sait que leurs origines, bien que théoriquement arbitraires, doivent néanmoins être choisies de façon que le recoupement de l'échelle oblique par tout alignement pris entre deux points quelconques des deux autres ne se fasse pas suivant un angle trop aigu, ce qui rendrait la lecture des cotes incertaines et l'interpolation difficile. Il faut aussi que le choix des origines soit tel que les parties utiles des échelles se trouvent sensiblement comprises dans un rectangle.

L'axe oblique, dont la position est déterminée par la condition de joindre les origines des échelles parallèles, se gradue facilement en remarquant que son échelle est projective de celle de la fonction W. Cette propriété permet de construire l'échelle au moyen d'une simple transformation homographique déterminée par trois points cotés que l'on peut obtenir aisément par l'intersection du support à graduer avec trois alignements successifs correspondant à trois couples de valeur de U

(1) *La Revue électrique*, t. XXVI, p. 120.

(1) M. d'Ocagne. *Calcul graphique et nomographique.*

Digitized by Google

et T pour lesquelles on a calculé d'avance les valeurs correspondantes de W.

Le nomogramme ci-contre (fig. 1) a été établi en prenant pour distance entre supports parallèles 7,5 cm et en

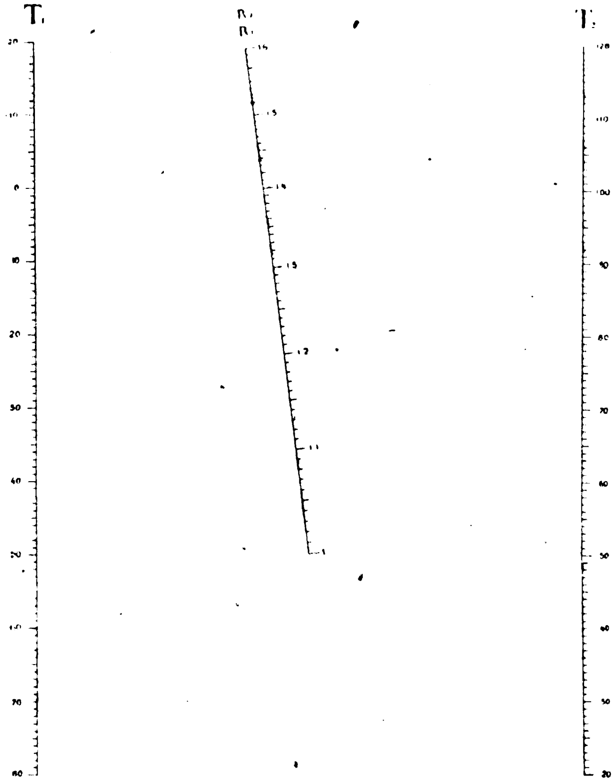


Fig. 1.

adoptant des modules identiques ($\mu_1 = \mu_2 = 25$ cm) pour les graduations des échelles correspondantes.

Il est facile de voir que ces valeurs, tout en donnant à l'abaque des dimensions très réduites qui rendent facile son insertion dans un portefeuille, assurent néanmoins une disposition suffisamment avantageuse pour qu'il soit possible d'effectuer des lectures avec une précision convenable sur toute l'étendue des échelles dont le champ a d'ailleurs été limité de façon à rendre l'emploi de l'abaque applicable à tous les cas qui peuvent se présenter en pratique.

Mode d'emploi du nomogramme. — Le mode d'emploi du nomogramme ainsi construit est très simple. Il suffit, après avoir déterminé par les procédés ordinaires les résistances à froid et à chaud (R_1 et R_2) de l'enroulement étudié, ainsi que la température ambiante T_1, de former le rapport $\frac{R_2}{R_1}$ et de construire sur l'abaque la droite passant par les points de cote $\frac{R_2}{R_1}$ et T_1. La cote du point d'intersection de la droite ainsi tracée avec l'échelle T_2 fait connaître la température inconnue que l'on cherche.

Dans la pratique, on évite le tracé des transversales qui présente l'inconvénient de détériorer rapidement l'épure, en prenant les alignements au moyen d'une règle biseautée ou bien d'un simple fil tendu.

Il va s'en dire que l'abaque permet également de solutionner le problème inverse, fort important en pratique, car il revient souvent dans le calcul des machines électriques, problème qui consiste à chercher la résistance, à une température donnée, d'un enroulement dont on a calculé ou déterminé expérimentalement la résistance à une température différente. En menant l'alignement $T_1 — T_2$, on obtient la valeur du rapport $\frac{R_2}{R_1}$, d'où l'on déduit aisément la résistance cherchée.

A. Castex,
Ingénieur, Professeur à l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble.

Note sur le couplage en parallèle des transformateurs triphasés

Après quelques considérations théoriques sur les avantages et les inconvénients des transformateurs triphasés suivant le montage adopté, l'auteur arrive à cette conclusion que les montages en étoile ou en triangle sont à peu près équivalents au point de vue de la construction, de l'isolement et du fonctionnement en charge, mais qu'au point de vue du couplage en parallèle l'avantage reste sans conteste aux transformateurs en étoile. Il précise finalement les règles qu'il faut observer dans la construction de ce genre d'appareils.

La question du couplage en parallèle des transformateurs triphasés, en dehors de son intérêt purement théorique, a un intérêt pratique particulier pour toutes les installations susceptibles de modifications et d'extensions. Nous allons étudier le problème surtout au point de vue des précautions à prendre pour l'obtention d'un fonctionnement satisfaisant.

La plupart des transformateurs employés pour les distributions basse tension ayant leur secondaire monté en étoile avec point neutre apparent, en vue de la distribution à quatre fils (3 ponts entre phases et neutre), nous envisagerons surtout la question du montage du primaire en étoile ou en triangle.

I. Conditions du couplage en parallèle. — Établissons, tout d'abord, qu'il est impossible de coupler en

Digitized by Google

parallèle deux transformateurs triphasés à enroulement secondaire en étoile, mais dont les primaires sont montés l'un en étoile, l'autre en triangle.

Soient T_1 et T_2 deux transformateurs à même rapport de transformation, montés comme nous l'avons dit, et alimentés par la même différence de potentiel alternative

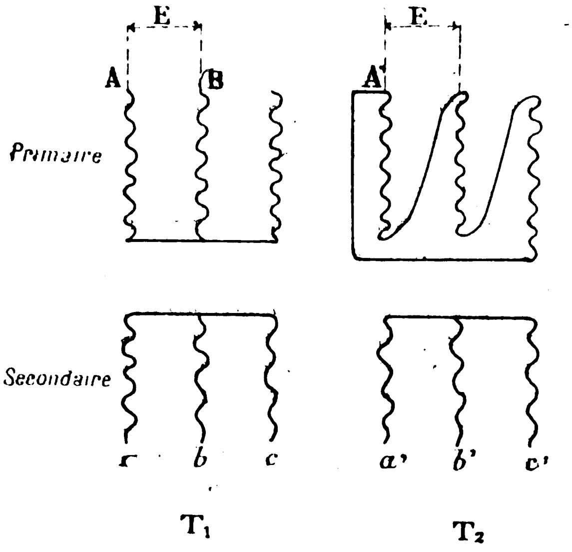


Fig 1. — Schéma de deux transformateurs triphasés dont les primaires sont connectés l'un en étoile, l'autre en triangle, mais dont les secondaires sont tous les deux en étoile.

E. Les forces électromotrices engendrées dans les bobines A et a de T_1 sont en opposition puisque ces bobines sont enroulées sur le même noyau. Il en est de même des forces électromotrices engendrées dans les bobines A' et a' de T_2. Or, la force électromotrice induite dans A est déphasée de 30° par rapport à *E*, comme l'indique le diagramme des tensions (fig. 2) puisqu'elle se

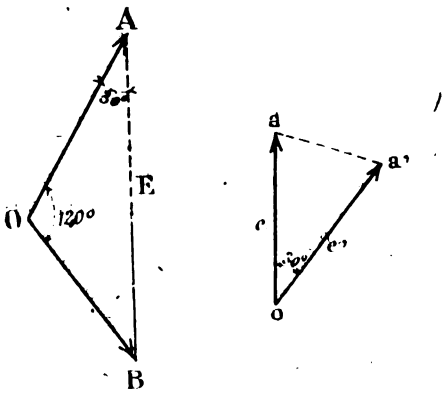


Fig. 2. — Diagrammes des tensions primaires et secondaires.

compose avec celle qui est induite dans B pour reproduire *E*. La bobine A' est au contraire soumise directement à *E*. Il s'ensuit que les forces électromotrices des bobines A et A' sont déphasées de 30° entre elles. Celles des bobines a et a' le sont donc aussi, de sorte que, si l'on voulait coupler les secondaires en parallèle, on aurait entre les points a et a' une différence de potentiel

$$aa' = e \times 2 \sin \frac{30}{2} = 0{,}52\, e.$$

Cette différence de potentiel existerait d'ailleurs aussi, pour la même raison, entre les bornes b et b' et entre c et c', de sorte que l'on ferait un court-circuit sur les trois phases. Pour éviter ce court-circuit, il faudrait pouvoir déphaser artificiellement de 30°, la tension secondaire de l'un des deux transformateurs.

On y arrive par l'emploi du montage étoile-zigzag (transformateur T_2 de la figure 3), qui a de plus l'avan-

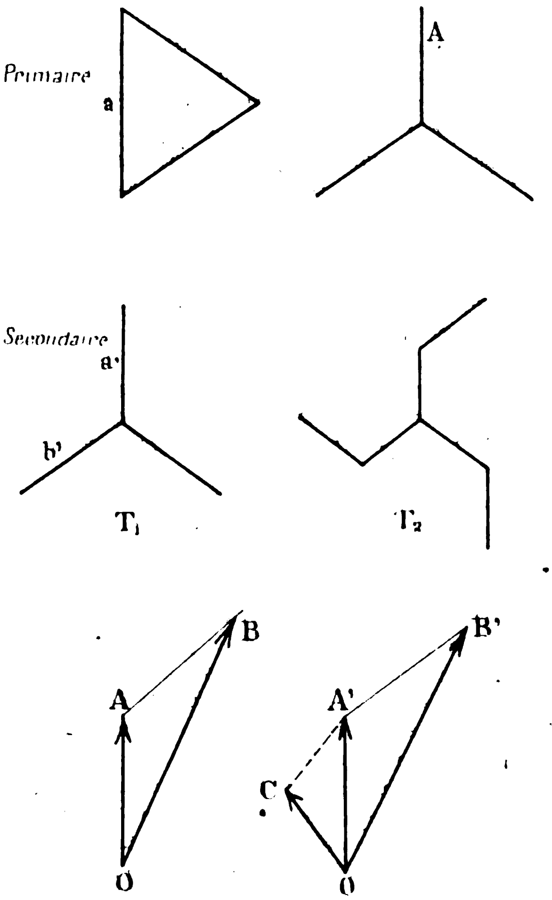


Fig. 3. — Montage en étoile-zigzag capable de déphaser de 30° la tension de T_2 par rapport à T_1.

tage d'être peu influencé par le déséquilibrage des phases, grâce au compoundage dû au zigzag.

Soit OA la tension d'alimentation (tension du réseau). Si nous branchons le transformateur T_1 sur ce réseau, la bobine a sera soumise directement à OA. La bobine a' enroulée sur le même noyau que a aura donc sa force électromotrice en phase avec OA, et égale à OA, au rap-

Digitized by Google

port de transformation près. La différence de potentiel entre les extrémités des bobines a' et b' sera donc représentée par OB. Dans le transformateur T_2 au contraire, la tension d'alimentation OA produit dans la bobine A une tension OC déphasée de 30° par rapport à OA. La tension induite dans A' est en phase avec OC pour la partie de l'enroulement voisine du point neutre, mais elle est déphasée ensuite de 120° par rapport à OC, dans la partie extrême; la résultante est égale à OA', en grandeur et en phase, si les enroulements ont été convenablement calculés. Mais cette résultante se compose à son tour avec la force électromotrice induite dans B', ce qui donne finalement en OB' la différence de potentiel entre phases. On voit que OB' est égale à OB en grandeur et en phase. Les deux transformateurs peuvent donc fonctionner en parallèle.

Ce montage en zigzag a pourtant deux légers inconvénients :

1° Comme la moitié des bobines d'un noyau est connectée en série avec la moitié des bobines d'un autre noyau pour former une phase, les enroulements de deux phases différentes sont sur le même noyau; ce qui peut être gênant quand l'enroulement secondaire est à haute tension. Mais ce n'est pas le cas que nous envisageons.

2° Comme les forces électromotrices des deux moitiés de phase en question font entre elles un angle de 120°, la tension totale par phase n'est que 0,86 fois la somme algébrique de ces deux forces électromotrices. Par suite, cet enroulement exige, pour produire la même tension secondaire, un nombre de spires environ 1,16 fois plus grand que pour un autre enroulement. Cela correspond à une augmentation d'environ 8 pour 100 du poids du cuivre du transformateur, d'où un prix de revient légèrement plus élevé.

Pour que la mise en parallèle de deux transformateurs triphasés soit possible, il faut donc (sauf emploi du montage en zigzag) : 1° que les primaires soient montés de la même façon : étoile ou triangle.

2° Que les sens relatifs d'enroulement des bobinages haute et basse tension soient les mêmes, et les bornes connectées aux mêmes extrémités (supérieures ou inférieures) des bobines, sinon les forces électromotrices induites, au lieu d'être en opposition, seraient en série, et il y aurait court-circuit.

3° Il faut enfin que les transformateurs qu'on veut mettre en parallèle soient non seulement de même puissance, mais encore de même type, de façon que leurs caractéristiques soient aussi exactement semblables que possible, particulièrement en ce qui concerne les chutes de tension en charge et les rendements. En effet, un écart de tension de 1 pour 100 par exemple en plus ou moins (soit 2 pour 100 entre transformateurs différents), correspond le plus souvent à un écart de 20 à 30 pour 100 sur la chute de tension admise, et, par conséquent, à un écart sensiblement équivalent des charges que prennent les transformateurs. Or, si un pareil écart peut être admissible pour une marche à charge réduite, il constituerait un inconvénient sérieux pour une marche régulière voisine de la pleine charge. D'autre part, il est très difficile d'imposer aux constructeurs des écarts inférieurs à 1 pour 100 sur la tension, même pour des transformateurs de même type et de même puissance, en raison de l'approximation des essais en plate-forme, qui ne peut guère descendre au-dessous de 0,5 pour 100 pour chacune des lectures, soit 1 pour 100 sur l'ensemble. On voit par là que, si la mise en parallèle de deux transformateurs identiques est déjà une opération délicate, elle sera a fortiori à peu près impossible, et en tout cas dangereuse, pour des transformateurs de puissance et de types différents, n'ayant pas été étudiés spécialement pour la marche en parallèle.

II. Montage en triangle et montage en étoile. — Abordons maintenant le problème du montage de l'enroulement primaire en étoile ou en triangle. Nous envisagerons la question à plusieurs points de vue.

1° *Au point de vue de la construction et de l'isolement*, le montage en étoile présente l'avantage suivant : pour une même tension d'alimentation, les différences de potentiel auxquelles sont soumises les bobines sont $\sqrt{3}$ fois plus petites que pour les bobines montées en triangle, d'où une plus grande sécurité au point de vue des surtensions possibles.

De plus, le nombre de spires étant $\sqrt{3}$ fois plus grand pour les bobinages en triangle, les nécessités d'une bonne isolation entraînent à un enroulement plus encombrant et plus coûteux que dans le cas du montage en étoile.

2° *Au point de vue du fonctionnement en charge*, les chutes de tension sont à peu près les mêmes, l'augmentation de réactance des bobines, pour le montage en triangle, étant compensée par la diminution de l'intensité du courant. Mais le montage en triangle présente un certain avantage au point de vue des chutes de tension, dans le cas où les phases d'utilisation sont inégalement chargées. Si, en effet, une phase se trouve surchargée, les autres phases contribuent à limiter la chute de tension, les deux autres bobines travaillant en parallèle avec la première. De même, en cas de surcharge sur deux phases, la troisième bobine intervient dans le même sens. Il n'en est pas ainsi pour le montage en étoile, où chaque bobine travaille pour ainsi dire isolément, de sorte que les différences de tension entre phases sont plus sensibles, surtout si le point neutre n'est pas à la terre. De plus, des variations brusques d'intensité sur un pont peuvent théoriquement engendrer des surtensions dangereuses sur les bornes haute tension, surtensions qui sont plus sensibles avec le montage en étoile. Mais ces inconvénients, qui existent d'ailleurs également, quoiqu'à un moindre degré avec le montage en triangle, peuvent être facilement évités si l'on prend soin d'équilibrer convenablement les ponts, de commander autant que possible les circuits d'utilisation par des interrupteurs triphasés, et de toujours couper la haute tension avant la basse tension.

En somme, au point de vue du fonctionnement simple, et de la construction, les deux genres de transforma-

Digitized by Google

teurs n'offrent pas de différence importante permettant de faire adopter l'un à l'exclusion de l'autre dans tous les cas.

Il n'en est pas de même si on les envisage *au point de vue du couplage en parallèle* qui nous intéresse ici particulièrement. A ce point de vue, l'avantage est incontestablement aux appareils montés en étoile, dont le couplage peut se faire sans difficulté ni chance d'erreur dans tous les cas, chaque bobine pouvant fonctionner sur n'importe quelle phase indifféremment, pourvu que

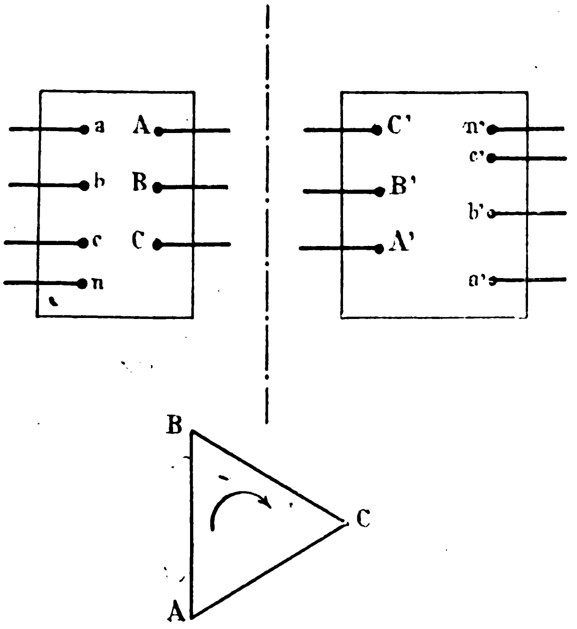


Fig. 4.

les conditions de sens d'enroulement et de bornage énoncées plus haut soient remplies.

Pour les transformateurs triangle-étoile, au contraire, le triangle des forces électromotrices primaires ABCA ayant un sens bien déterminé par l'enroulement lui-même, le couplage ne peut se faire qu'entre les mêmes bornes deux à deux : A et A', B et B', C et C'. Ceci constitue un inconvénient très sérieux pour les installations en vis-à-vis, des croisements étant alors nécessaires, non seulement du côté haute tension, mais aussi du côté basse tension (fig. 4). D'où nécessité de faire des repérages de câbles et des essais préliminaires à l'électromètre, si l'on veut être sûr d'éviter toute erreur, et difficulté d'établir convenablement les connexions, les cabines n'étant en général pas prévues pour ces croisements, qui sont d'ailleurs inévitables.

III. Conclusions. — Le couplage en parallèle des transformateurs triphasés ne peut donc être obtenu dans de bonnes conditions, qu'avec des appareils du même type, ayant des enroulements identiques et des caractéristiques aussi semblables que possible. En conséquence, il y a lieu de fixer aux constructeurs les conditions suivantes, pour les appareils destinés à marcher en parallèle :

1° Les transformateurs seront de même puissance et de même type;

2° Les primaires et les secondaires seront toujours enroulés dans le même sens ;

3° Le bornage par les extrémités supérieures des bobines correspondra toujours à l'un des sens d'enroulement, et le bornage par les extrémités inférieures à l'autre sens d'enroulement;

4° Les chutes de tension et les rendements seront tels que l'écart maximum des charges prises par les transformateurs ne dépasse pas 20 pour 100 à pleine charge ;

5° Les primaires seront montés, de préférence, en étoile.

Enfin, au point de vue de la sécurité d'exploitation, il sera prudent :

1° Que les ponts soient équilibrés à 10 pour 100 près environ ;

2° Que les circuits d'utilisation soient commandés, autant que possible, par des interrupteurs triphasés ;

3° Que les transformateurs soient protégés, du côté haute tension, par des interrupteurs automatiques à maximum et retour de courant.

Jacques Damien.

Revues, analyses et informations

Essais sur l'échauffement des machines dynamo-électriques à différentes charges et à différentes vitesses [1].

La série d'essais décrite dans cet article a été effectuée au Collège Technique royal de Glasgow dans le but de rechercher l'influence du courant de l'armature et l'action de la vitesse périphérique de l'induit sur l'élévation de température des différentes parties des machines dynamos à courant continu.

[1] Magnus Maclean et J. Mackellar. *Electrician*, 22 et 29 juin 1917, t. LXXIX, p. 465-467 et 500-502, 4000 mots, 13 fig., 3 tab.

Toutefois, l'importance et l'ampleur de ces recherches ont limité ces essais à la détermination des températures et à l'étude de leur variation, dans l'enroulement de champ d'une machine à courant continu, du type ouvert, de petites dimensions, en fonction de la vitesse de rotation et de la charge, la machine fonctionnant tantôt en moteur, tantôt en génératrice.

La machine en essais faisait partie d'un groupe convertisseur de 25 kw à 500 v; l'ensemble, suivant la figure 1, était monté sur une base commune et l'accouplement moteur génératrice effectué par un manchon élastique.

Chaque machine était munie d'un ventilateur en tôle de 480 mm de diamètre, monté à l'arrière de l'armature et

Digitized by Google

formé de 64 ailes radiales de 60 mm de haut sur 25 mm de large. Le diamètre de l'induit était de 292 mm et les deux machines étaient prévues pour tourner à 1 500 tours par minute sous 500 v ou à 750 tours sous 250 v.

I. Bobines et couples thermo-électriques. — Le circuit magnétique de la machine en essai comprenait 4 pôles, bobinés chacun de 5 650 tours d'un conducteur de 0,032 cm² de section; les bobines sont enroulées sur gabarit avec enveloppe protectrice vernie. Avec une excitation de 500 v on réunissait les 4 pôles en série, et sous 250 v, ils étaient groupés par 2 en série.

La mesure des températures était faite par des couples thermo-électriques cuivre-constantan logés, au nombre de

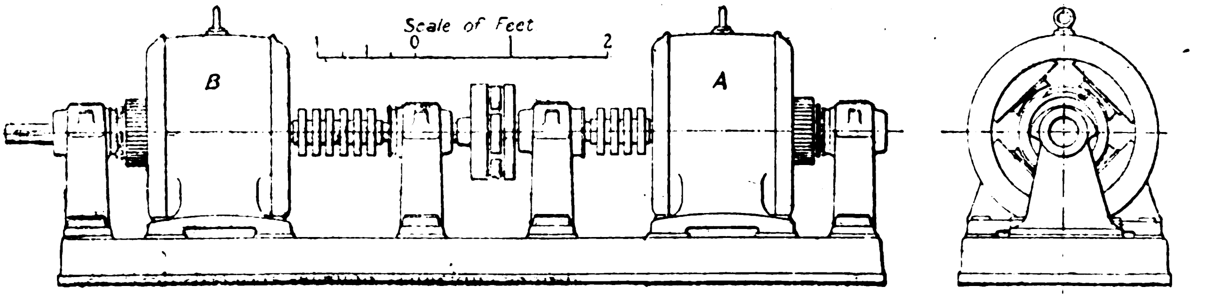


Fig. 1. — Vue d'ensemble du groupe moteur-générateur de 25 kw à 500 v.

5, suivant le détail des figures 2, 3 et 4 dans l'une des bobines supérieures inclinées à 45° sur l'horizontale.

Ces couples, connectés à un galvanomètre à miroir, ont été calibrés de la façon suivante. Dans un récipient renfermant la soudure extérieure, on versait de l'eau chaude et on relevait la déviation du galvanomètre et la température de la soudure sitôt que la température de l'eau demeurait constante. Par addition d'eau froide on obtenait, à la soudure extérieure, une série de températures décroissantes en succession rapide et on notait pour chacune d'elles la déviation au galvanomètre et la température du bain. Enfin, pour la dernière lecture, on mettait de la glace fondante dans le récipient; ainsi la série de température d'étalonnage des couples s'étendait de 80°C à 0°C.

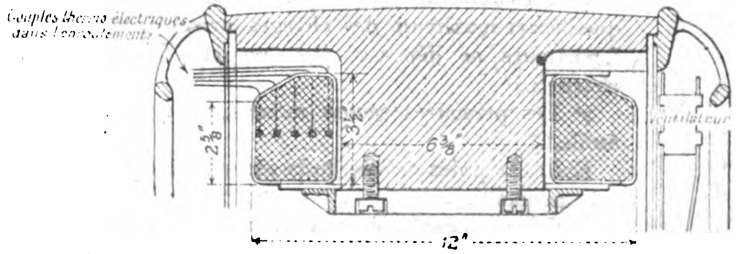


Fig. 2.

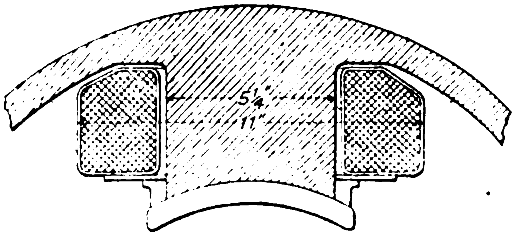


Fig. 3.

Fig. 2, 3 et 4. — Distribution des couples thermo-électriques dans l'enroulement de l'une des bobines de champ.

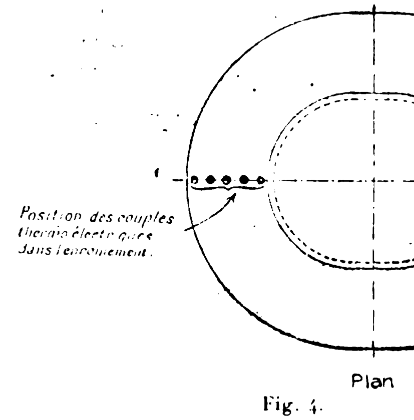


Fig. 4.

Pendant ces mesures, étant donnée leur succession rapide, on a admis que la température des couples insérés dans l'enroulement polaire gardait une valeur constante.

Le relevé des essais donnait une droite et on en a déduit que, pour 1°C de différence de température entre les deux couples, la constante était de 3,26 mm.

Pendant les essais sur la machine, le couple extérieur était maintenu à 0°C.

Enfin, en parallèle avec les couples, on avait disposé sur la surface extérieure de la bobine l'ampoule d'un thermomètre à mercure, protégée par un étui en laine.

II. Marche et résultats des essais. — Tous les essais ont été effectués sur la machine B seule (fig. 1). Quand elle devait fonctionner en génératrice, l'induit de A était connecté au réseau par l'intermédiaire d'un démarreur à la manière habituelle; quant à l'ampèremètre et au voltmètre de champ de B, ils étaient insérés comme l'indique la figure 5.

Au départ d'un essai, on notait la température ambiante et celle indiquée par chaque couple; le courant était lancé dans l'inducteur et on relevait les volts et ampères d'excitation.

Quand B fonctionnait en moteur, il était nécessaire d'obtenir au départ le courant maximum d'excitation, mais aussitôt que le rhéostat de démarrage avait été poussé au dernier plot, le courant d'excitation était ramené à la valeur voulue pour l'essai et y était maintenu de façon constante pendant tout l'essai.

Digitized by Google

Chaque série de lectures comprenait :

1° Courant et tension d'armature ;

2° Courant et tension de l'excitation ;

3° Tours par minute de la machine ;

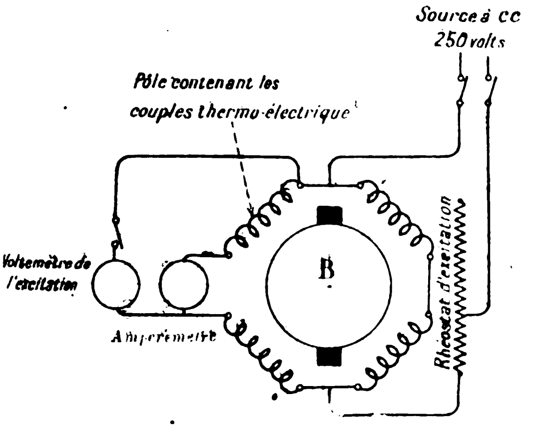


Fig. 5. — Connexions de l'ampèremètre et du voltmètre dans l'enroulement d'excitation de la machine en essai B.

4° Les déviations du galvanomètre pour chacun des cinq couples ;

5° La température ambiante ;

6° La température sur la surface extérieure de l'enroulement.

Pour chacun de ces essais, on a tracé les courbes suivantes

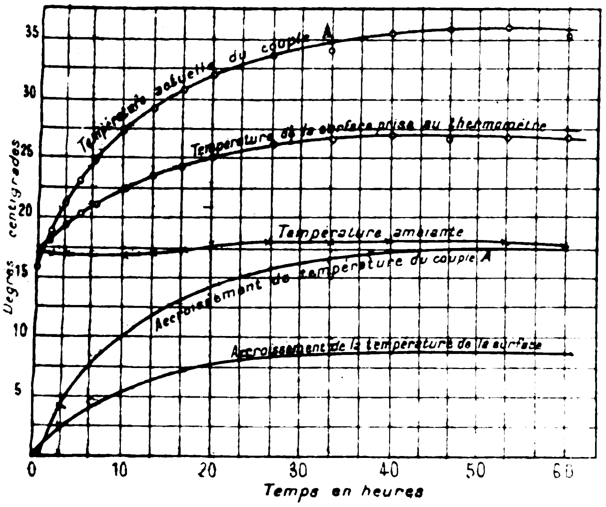


Fig. 6. — Variation de la température de l'enroulement d'excitation avec le temps.

en fonction du temps (La figure 6 donne les résultats de l'essai n° 16) :

1° Température de chaque couple pendant la durée de l'essai.

2° Augmentation de la température de chaque couple au-dessus de la température ambiante ;

3° Température ambiante ;

4° Température de la surface extérieure de la bobine donnée par le thermomètre :

5° Augmentation de la température de la surface extérieure de la bobine au-dessus de la température ambiante.

Enfin, après chaque essai, d'une durée de six heures, on traçait, suivant figure 7, essai n° 16, une courbe des températures finales de chaque couple et une courbe de l'excès de celles-ci sur la température au départ.

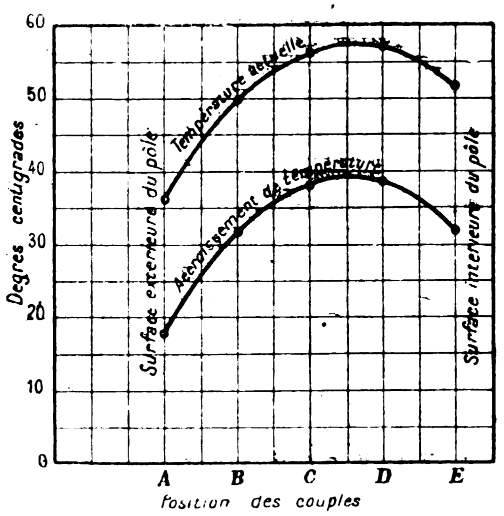


Fig. 7. — Températures indiquées par chacun des couples au bout de six heures de fonctionnement.

La table I donne leurs résultats, à l'exception de la température moyenne du pôle, qui a été calculée d'après les valeurs initiale et finale de la résistance de l'enroulement, définie par la lecture du voltmètre et de l'ampèremètre branchés sur le circuit du champ. La valeur de cette résistance était établie par la formule

$$\theta_2 = \frac{R_2 - R_1 + R_2 \alpha \theta_1}{R_1 \alpha}$$

dans laquelle

$R_1 = R_0 (1 + \alpha \theta_1)$ est la résistance au début de l'essai ;

$R_2 = R_0 (1 + \alpha \theta_2)$, la résistance à la fin de l'essai ;

θ_1, la température de l'enroulement au début de l'essai ;

θ_2, la température de l'enroulement à la fin de l'essai ;

R_0, la résistance de l'enroulement à 0° C ;

α, le coefficient de température, pris égal à 0,004.

Il y a dans cette méthode diverses causes d'erreurs.

1° Quand, au départ, on met l'enroulement en circuit, on admet que sa température est uniformément de θ_1° et même en pratique, on admet qu'elle est égale à la température ambiante. Or le local où ont été effectués les essais présentait une variation de moins de 5° C par vingt-quatre heures et cependant il fut trouvé que l'enroulement du pôle en différait de 1 à 3° C.

2° Suivant les essais de Rayner au Laboratoire national de physique, l'état hygrométrique du coton intervient dans la mesure de la résistance d'un enroulement ; il est possible d'avoir un courant de fuite, parfois considérable, dû à l'humidité expulsée du coton au fur et à mesure que la température s'élève.

Ceci réduit la résistance apparente de l'enroulement et, dans quelques-unes de ses expériences, Rayner a trouvé que la résistance diminuait avec l'élévation de la température.

3° Il est important, comme dans tout essai de précision, que les appareils employés soient justes ; aussi doit-on les comparer de temps en temps aux étalons, car une faible

Digitized by Google

TABLEAU I.

NUMÉRO DE L'ESSAI	NATURE DU TRAVAIL DE LA MACHINE	MESURES SUR LA MACHINE								MESURE DES TEMPÉRATURES															
				Induit.		Excitation.									Accroissement de température au bout de six heures.										
		Tours par minute.	Vitesse de l'induit en m : sec.	ampères	volts	ampères	volts à la fin de l'essai	ohms à la fin de l'essai	watts à la fin de l'essai	Température ambiante finale.	Temp. finale de la surface.	Accroissement final θ de la temp. de la surface.	Température finale moyenne par la résistance.	Accroissement final de la temp. moyenne.	couple 1	couple 2	couple 3	couple 4	couple 5	Température maximum de l'enroulement.	Accroissement maximum de la temp. de l'enroulement.	TEMP. DE LA SURFACE / TEMP. MOYENNE	TEMP. MOYENNE / TEMPÉRATURE MAXIMUM	$K = \frac{A\theta}{W}$
1	Moteur, lumière.....	680	10,4	6,0	254	0,76	98,5	129,5	74,8	16,0	26,7	10,7	45,0	29,0	20,2	32,7	38,6	38,2	33,6	55,2	39,2	1,23	1,69	68
2	Id.	810	12,4	6,4	254	0,52	64,3	123,7	33,5	15,3	21,1	5,8	31,4	16,1	10,1	16,2	19,1	19,5	17,2	35,0	19,7	1,11	1,49	107
3	Moteur, charge......	670	10,3	17,5	252	0,76	98,5	129,5	74,8	15,7	26,1	10,4	43,7	28,0	20,6	33,5	39,3	39,3	34,5	55,8	40,1	1,28	1,67	86
4	Id.	800	12,2	17,5	252	0,52	64,5	124,0	33,6	16,0	21,8	5,8	30,7	14,7	9,2	15,4	18,1	18,4	16,3	34,5	18,5	1,12	1,41	107
5	Id.	650	10,0	35,0	250	0,76	99,1	130,3	75,3	16,8	27,8	11,0	46,4	29,6	20,4	33,4	39,0	39,2	34,4	56,5	39,7	1,22	1,67	90
6	Id.	770	11,8	35,0	250	0,52	65,0	125,0	33,8	17,1	23,6	6,5	34,1	17,0	10,3	16,3	19,3	19,9	17,4	37,2	20,1	1,09	1,45	119
7	Moteur, lumière.....	1 340	20,5	8,3	508	0,76	98,6	129,7	75,0	16,8	26,3	9,5	44,4	27,6	16,8	30,2	36,6	37,2	32,4	54,7	37,9	1,23	1,69	78
8	Id.	1 520	23,3	8,4	508	0,52	64,9	125,0	33,8	17,3	22,2	4,9	34,2	16,9	7,9	14,4	17,4	17,7	15,5	35,2	17,9	1,03	1,54	90
9	Moteur, charge.....	1 300	19,9	35,0	504	0,76	100 »	131,7	76,0	18,7	29,0	10,3	47,4	28,7	17,7	30,9	37,2	37,7	32,9	56,9	38,2	1,20	1,63	84
10	Id.	1 540	23,6	35,0	504	0,52	65,4	126,0	34,0	18,1	24,0	5,9	36,2	18,1	9,3	16,4	19,6	19,7	17,6	38,1	20,0	1,05	1,51	107
11	Repos..............					0,76	104,7	137,8	79,5	17,2	46,9	29,7	64,2	47,0	38,3	51,3	55,8	53,5	48,3	73,1	55,9	1,14	1,37	231
12	Id.					0,52	66,3	127,5	34,5	17,2	32,0	14,8	39,1	21,9	17,9	23,3	25,1	24,3	22,0	42,4	25,2	1,08	1,22	261
13	Génératrice, lumière.	270	4,1		106	0,76	101,3	133,5	77,0	16,7	31,6	14,9	54,5	37,8	24,7	37,6	43,4	43,4	38,4	60,6	43,9	1,11	1,72	120
14	Id.	685	10,5		254	0,76	100,3	132,0	76,3	17,1	28,1	11,0	50,0	32,9	19,1	32,5	38,4	38,8	33,8	56,5	39,4	1,13	1,78	89
15	Id.	810	12,4		310	0,76	100,1	131,8	76,1	17,4	27,2	9,8	51,2	33,8	19,9	33,4	39,8	40,0	34,9	58,1	40,7	1,13	1,88	80
16	Id.	1 120	17,1		430	0,76	100 »	131,7	76,0	18,2	27,1	8,9	50,4	32,2	17,7	31,6	38,5	39,2	33,8	57,0	38,8	1,13	1,86	72
17	Id.	1 320	20,2	0,76	515	0,76	99,8	131,3	75,9	18,4	26,8	8,4	51,0	32,6	17,6	31,4	38,3	39,0	33,6	57,0	38,6	1,12	1,90	69
18	Id.	1 520	23,3	0,76	580	0,76	99,8	131,3	75,9	18,5	26,2	7,7	49,3	30,8	16,1	29,6	36,4	37,0	31,8	56,0	37,5	1,14	1,88	63
19	Id.	270	4,1		93	0,52	65,4	125,8	34,0	18,0	25,0	7,0	35,2	17,2	11,1	17,0	19,6	19,6	17,4	37,8	19,8	1,07	1,41	127
20	Id.	1 120	17,1		372	0,52	64,9	124,8	33,8	17,4	22,1	4,7	33,0	15,6	7,6	13,7	16,8	17,1	14,7	34,8	17,4	1,05	1,49	86
21	Id.	1 520	23,3	0,52	508	0,52	65,5	126,0	34,1	18,8	23,8	5,0	36,2	17,4	8,2	15,9	18,1	18,5	16,2	37,5	18,7	1,04	1,52	91

Digitized by Google

erreur des instruments produira un grand pourcentage d'erreurs dans le calcul des températures, surtout si celles-ci sont faibles.

III. Coefficient de température. — Le coefficient de température de la surface du pôle a été calculé par la relation

$$K = \frac{A}{W} \theta,$$

dans laquelle

θ est l'élévation de la température de la surface en degré centigrade ;

A, la surface de refroidissement en centimètres carrés ;

W, les watts dissipés dans l'enroulement à la fin de l'essai.

La surface de refroidissement A a été prise en considérant la surface cylindrique extérieure de la bobine de champ sans tenir compte des extrémités de la bobine, non plus que de la surface intérieure.

La plupart des observateurs ont signalé l'inexactitude de la mesure de la température à la surface de l'enroulement par le thermomètre, mais on a toutefois mentionné cette mesure, qui est la seule pratiquement usitée. Enfin il a été noté que la température moyenne calculée par la résistance n'est pas absolument exempte d'erreurs.

IV. Effets du courant de l'induit et vitesse périphérique. — On a noté, d'après les essais, que le courant dans l'induit agissait :

a) Sur l'élévation de température, d'une façon faible, comme le montrent les courbes de la figure 8, ceci semble résulter de la bonne ventilation de la machine ;

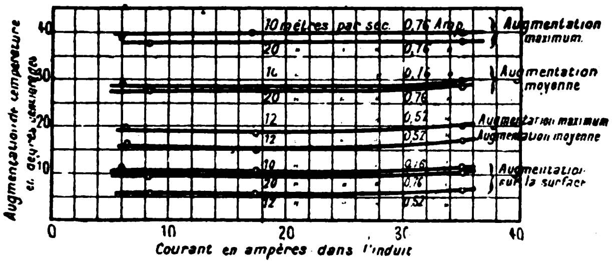


Fig. 8. — Influence du courant d'induit sur l'élévation de température.

b) Sur les rapports des températures, d'une manière à peu près nulle comme le montre la figure 9.

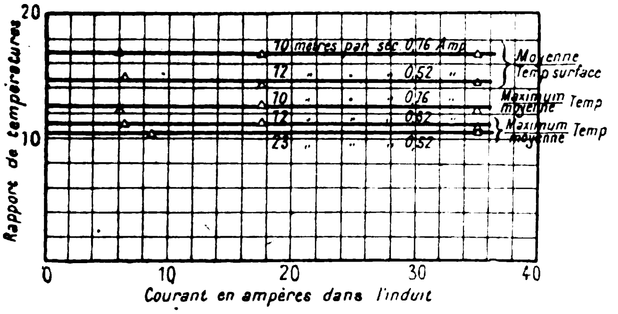


Fig. 9. — Influence du courant d'induit sur le rapport des températures.

c) Sur la valeur du coefficient K d'élévation de température. La valeur de ce coefficient augmente avec l'élévation de l'intensité du courant dans l'induit, mais cette augmentation ne devient prépondérante qu'au maximum du courant et on remarque, suivant la figure 10, que la variation de K est plus importante dans le cas de faibles courants d'excitation et avec de faibles variations de température à la surface de la bobine.

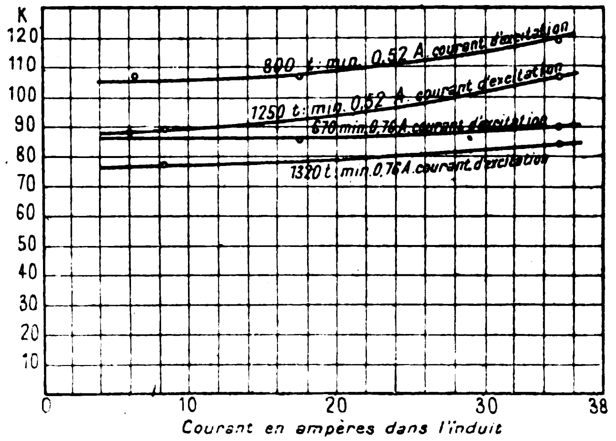


Fig. 10. — Variations du coefficient d'échauffement en fonction du courant d'induit.

Quant à l'action de la vitesse périphérique, les essais ont montré que son action :

a) Sur l'élévation de température du pôle diminue très rapidement suivant la figure 11, quand la vitesse périphérique de l'induit passe de 0 à 5 m environ par seconde et on peut noter que la grande action refroidissante due à la plus grande vitesse périphérique est notable avec de grands accroissements de la température de l'enroulement.

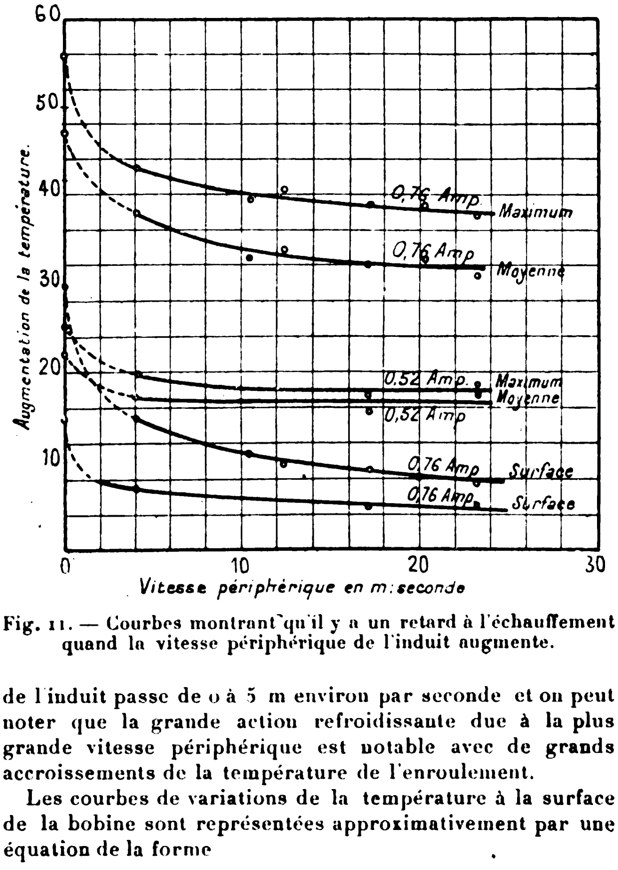


Fig. 11. — Courbes montrant qu'il y a un retard à l'échauffement quand la vitesse périphérique de l'induit augmente.

Les courbes de variations de la température à la surface de la bobine sont représentées approximativement par une équation de la forme

$$\theta = \theta_s \frac{1}{1 + b(v)^n},$$

Digitized by Google

dans laquelle θ_s est l'excès de température de la surface quand l'armature est immobile.

On en déduit pour le courant de 0,76 A l'équation

$$\theta = 29,7 \frac{1}{1 + 0,451\,(v)^{0,58}},$$

et pour le courant de 0,52 A, l'équation

$$\theta = 14,8 \frac{1}{1 + 0,644\,(v)^{0,39}},$$

qui répondent toutes deux aux courbes expérimentales.

b) Sur le rapport de la température maximum à la température moyenne était négligeable, comme le montre la figure 12.

Pour le courant d'excitation minimum, la valeur du rap-

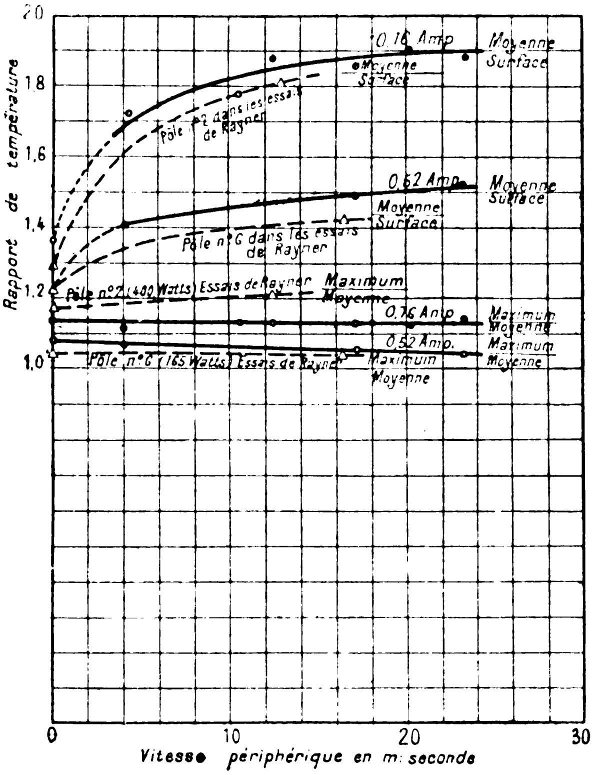


Fig. 12. — Courbes montrant que le rapport $\frac{\text{température maximum}}{\text{température moyenne}}$ est à peu près indépendant de la vitesse, mais que le rapport $\frac{\text{température moyenne}}{\text{température superficielle}}$ augmente nettement.

port de la température maximum à la température moyenne diminue légèrement quand la vitesse diminue, mais la diminution totale est seulement de 0,04 du repos à la vitesse périphérique de 23 m : sec. L'effet refroidissant du courant d'air altère apparemment la température maximum et la température moyenne pratiquement dans la même proportion.

Cependant, la variation du rapport de la température moyenne à la température de la surface est très marquée ; le courant d'air de l'armature et la ventilation réduisent la température extérieure de façon notable, tandis que la température moyenne n'en est que peu affectée.

En conséquence, la valeur du rapport augmente rapidement quand la vitesse périphérique de l'armature augmente à partir de zéro, tandis qu'à la plus grande vitesse, l'accroissement diminue.

c) Sur le coefficient *K*, le faisait diminuer rapidement (fig. 13), quand la vitesse périphérique augmente de

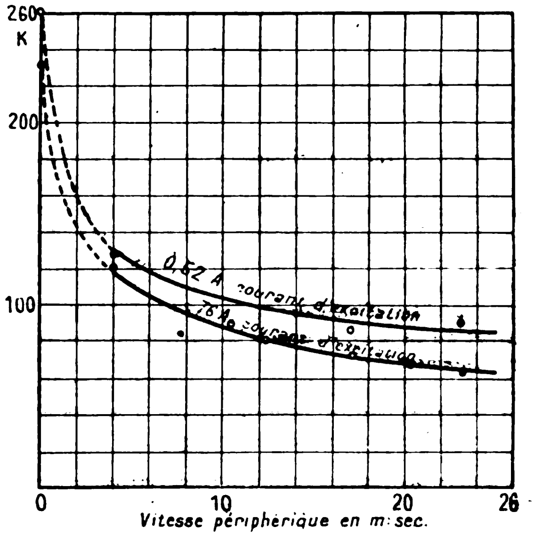


Fig. 13. — Courbes montrant le décroissement rapide du coefficient d'échauffement K avec la vitesse.

0 à 10 m : sec ; au delà de cette vitesse, la variation de *K* est moins rapide.

Les courbes correspondantes conduisent à la relation.

$$K = K_s \frac{1}{1 + bv^n},$$

dans laquelle K_s est la valeur du coefficient de température quand l'induit est au repos ; *b* et *n*, sont des constantes pour chaque courbe.

On a trouvé que pour un courant d'excitation de 0,76 A $b = 0,464$ et $n = 0,55$, tandis que pour un courant de 0,52 A on avait $b = 0,59$ et $n = 0,4$.

V. Comparaison avec les résultats obtenus par d'autres observateurs. — a) *Comparaison du rapport du maximum de température à la température moyenne.* — En se rapportant aux essais de Rayner, cités plus haut et reportés figure 12, l'essai n° 2 donc, à la vitesse 0 et à la vitesse de 12,4 m: sec, des valeurs plus élevées pour ce rapport que celles atteintes dans les présents essais. Ainsi, le rapport augmenterait légèrement avec la vitesse périphérique ; tandis que l'essai n° 6 donne des valeurs plus faibles, diminuant lentement avec l'accroissement de la vitesse. Cette différence est nettement mise en évidence par les courbes (Rayner) de la figure 12.

Dans les essais actuels, on peut noter qu'à la valeur minimum du courant d'excitation, le rapport diminue quand la vitesse périphérique augmente, tandis qu'aux valeurs élevées du courant, le rapport est pratiquement indépendant de la vitesse périphérique.

On en conclut que, pour un enroulement guipé au coton, de profondeur ordinaire, on peut assurer que, dans les limites pratiques des accroissements de température de la surface du pôle, le rapport de la température maximum à la température moyenne n'excède en aucun cas la valeur 1,2,

Digitized by Google

b) *Comparaison du rapport de la température moyenne à la température de la surface.* — Pour l'essai n° 2 de Rayner (fig. 12) ce rapport — pour la même variation de la vitesse périphérique — varie pratiquement dans la même proportion — pour le cas de 0,76 A — que dans la machine mise en essai.

c) *Comparaison du coefficient* K. — L'auteur trouve que les valeurs obtenues pour *K* s'écartent assez fortement de celles déterminées par divers observateurs, notamment Lister, Hankein et Wallis; aussi pense-t-il qu'il serait intéressant de reprendre la détermination de *K* en supprimant le ventilateur sur la machine.

J. D.

Verres protégeant les yeux contre l'action des radiations nuisibles [1].

Cette étude est consacrée à l'examen des propriétés des verres spéciaux que l'on utilise dans les lunettes destinées à protéger les yeux contre l'action des radiations nuisibles, particulièrement contre les rayons infra-rouges.

Quoiqu'il ne soit pas nettement démontré que les rayons infra-rouges émis par les corps incandescents, par exemple par un bain de métal fondu, soient dangereux pour l'œil, il existe cependant le sentiment général que l'œil est fatigué, sinon endommagé de façon définitive, par une exposition prolongée à la chaleur intense qui se dégage des fours contenant du verre fondu. D'ailleurs la quantité d'infra-rouge contenue dans le rayonnement de ces foyers est tellement plus grande que la quantité d'ultra-violet correspondante qu'il n'est pas absurde de conclure que la cataracte des ouvriers verriers est due plutôt à l'infra-rouge qu'à l'ultra-violet auquel on l'attribue généralement [2].

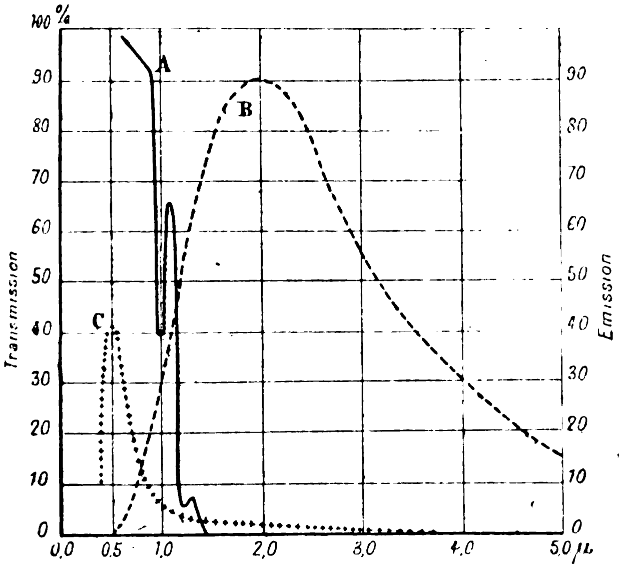


Fig. 1.

A, Courbe de transmission des milieux optiques de l'œil : B, courbe d'émission du corps noir à 1 050° C ; C, courbe de transmission d'une lame de verre plaquée d'or.

On a fabriqué, dans ces dernières années, beaucoup de types de verres ayant une grande absorption : 1° soit dans le violet ; 2° soit dans l'infra-rouge ou 3° à la fois dans l'ultra-violet et l'infra-rouge. Ces verres diffèrent par la quantité et par la couleur de la lumière transmise. Il est souvent utile qu'ils laissent passer beaucoup de lumière tout en étant opaques pour les deux extrémités du spectre ; les verres ayant une coloration neutre ou grise sont les seuls qui ont l'avantage de ne pas changer la couleur des objets.

Absorption par les milieux de l'œil. — Il est intéressant tout d'abord de considérer l'absorption sélective des milieu de l'œil. D'après les recherches d'Aschkinass [1], la courbe de transmission, ne comprenant pas la perte par réflexion à l'entrée (environ 5 pour 100), est représentée en A figure 1.

La profondeur de l'œil de la surface de la cornée à la rétine, sur l'échantillon étudié, était 2,28 cm. Cette courbe A représenterait aussi bien l'absorption d'une couche d'eau d'égale épaisseur.

On peut remarquer qu'aucune radiation de longueur d'onde supérieure à 1,4 μ n'atteint la rétine. D'autre part, à cause de la présence d'eau très opaque à l'infra-rouge, une très faible portion des radiations plus longues que 1,5 μ traverse la cornée (épaisseur 0,6 mm). Il en résulte que 97 pour 100 de l'énergie radiée par un four à 1 000 ou 1 200° est absorbée dans la portion externe de l'œil et c'est cette partie, par suite, qui doit souffrir des radiations infra-rouges.

Au contraire, l'œil est très transparent pour les rayons ultra-violets qui, jusqu'à 0,35 μ, peuvent atteindre la rétine.

L'effet physiologique des deux régions extrêmes du spectre sur l'œil doit donc être, pour ces raisons, très différent.

Étude de diverses sortes de verres. — Diverses espèces ont été étudiées. Par absorption (transmission = 100 — absorption) on entend la réduction totale de l'intensité du faisceau incident, y compris la perte par réflexion sur les deux faces de la lame. Pour le verre ordinaire, la perte par réflexion s'élève à environ 9 pour 100.

1° *Verres ambrés.* — Ces verres sont destinés à absorber l'ultra-violet, ils sont quelquefois vendus sous le nom de « Akopos », « Noviol ».

Ils sont tout à fait opaques dans la région 0,45 à 0,48 μ.

La transmission est d'environ 85 pour 100 dans le spectre visible.

La courbe A de la figure 2 représente la transmission d'une plaque de verre ambré jaune « Noviol » de 2 mm.

L'absorption dans l'infra-rouge est un peu plus grande que celle d'une plaque de verre blanc de même épaisseur qui transmet environ 91 pour 100 dans la région 1,5 μ à 2 μ. (Voir courbe B de la figure 2.) La quantité d'infra-rouge transmise par ce verre ambré est environ 55 pour 100 de la radiation totale d'un four chauffé vers 1 000 à 1 100° C.

2° *Verres de Crookes.* — A la suite de recherches très étendues, quatre espèces de verres ont été proposées par Crookes : a) pour absorber l'infra-rouge ; b) pour absorber l'ultra-violet ; c) pour une faible absorption des rayons lumineux ; d) pour une grande absorption des rayons lumineux (protection contre le soleil, les champs de neige, le reflet du soleil dans l'eau).

La courbe A de la figure 3 représente la transmission d'un verre correspondant aux types a et b, « Sage green glass ». La transmission dans le vert est environ 45 pour 100, tandis que dans l'infra-rouge la transmission maximum est seulement 11 pour 100. Ce verre transmet seulement 5 pour 100 de la radiation infra-rouge émise par un four chauffé de 1 190°.

(1) Coblentz et Emerson. *Technologic Papers of the Bureau of Standards*, n° 96.

(2) *Revue générale de l'Electricité*, 10 mars 1917, t. I p. 375.

(1) Aschkinass. *Ann. der Phys.* (3), 55, p. 401 ; 1895.

Digitized by Google

La courbe B de la figure 3 correspond à un verre du type c. C'est un verre à teinte neutre, fumeuse, qui conserve aux objets leur couleur et a une transmission élevée dans la région visible ; dans l'infra-rouge l'absorption est

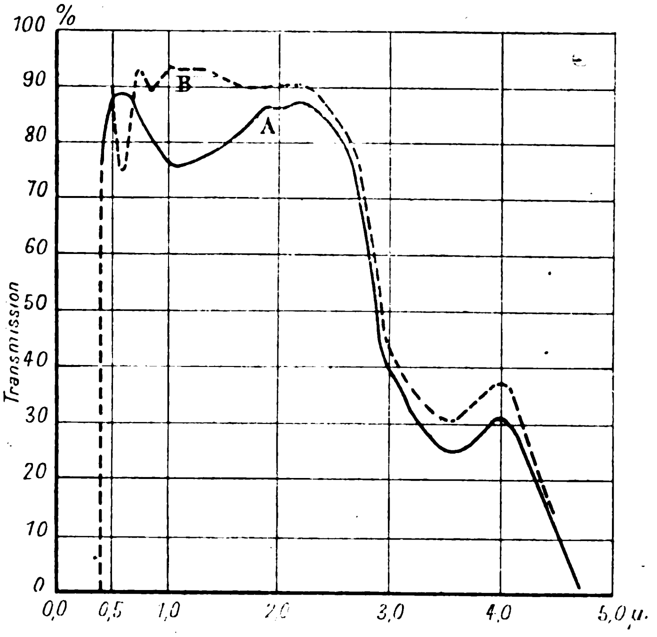


Fig. 2.

A, courbe de transmission d'une plaque de verre ambré « noviol » de 2 mm ; B, courbe de transmission d'une plaque de verre incolore, crown de 2 mm.

un peu plus élevée que celle d'un verre blanc crown ordinaire (courbe B fig. 2.) Il laisse passer environ 54 pour 100 de la radiation infra-rouge d'un four à 1 050° C.

D'autres verres de Crookes ont une grande absorption dans l'infra-rouge, ils sont bleu pâle, vert bleuâtre. En fait, actuellement, un verre qui a un grand pouvoir absorbant dans l'infra-rouge a une faible transmission dans le spectre visible, ou tout au plus présente une bande de transparence dans le bleu ou le vert.

3° *Verres plaqués d'or.* — Les métaux sont les substances les plus opaques pour l'infra-rouge ; d'autre part, l'or est très transparent dans la région 0,5 μ. Cette propriété permet d'éliminer complètement les rayons infra-rouges en recouvrant des verres de lunette en verre blanc d'une mince couche d'or. Le grand pouvoir réflecteur des métaux (60 à 80 pour 100 contre 4 pour 100 pour le verre) oblige à munir ces lunettes d'une sorte de capuchon, qui protège l'œil contre les rayons lumineux venant de derrière la tête qui se réfléchiraient sur la surface arrière du verre pour pénétrer ensuite dans l'œil.

La courbe C de la figure 1 représente la transmission d'un tel verre. Pour 1,5 μ elle est seulement de 2 pour 100 et tombe au-dessous de 1 pour 100 au delà de 2 μ. Ce verre plaqué absorbe 99 pour 100 de la radiation d'un four à 1 050°.

Le verre sur lequel l'or avait été déposé était un verre neutre de Crookes.

4° *Verres colorés.* — Le mémoire donne ensuite la description d'une série de verres colorés, la plupart de la maison Corning ; les uns noirs, ambrés, verts, jaune verdâtre, opaques aux rayons ultra-violets, d'autres noirs très foncés, vert jaunâtre, vert d'herbe et vert bleuâtre opaques aux rayons infra-rouges. Le tableau suivant dans lequel la dernière colonne donne le pourcentage transmis

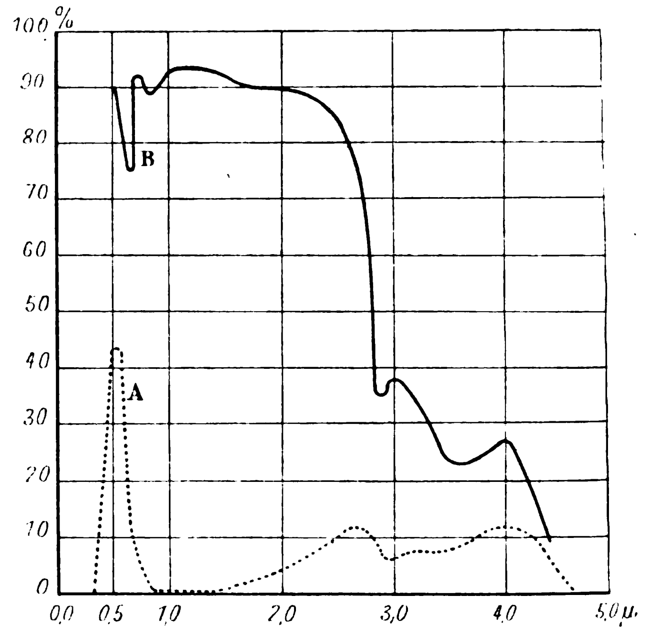


Fig. 3.

A, Courbe de transmission d'une plaque de verre de Crookes (Sage green glass) ; B, courbe de transmission d'un verre neutre de Crookes.

de la radiation totale d'un four à 1 050° se réfère à cette dernière catégorie.

TABLEAU I.

NATURE DU VERRE	ÉPAISSEUR EN MM	TRANSMISSION MAXIMUM DANS LE SPECTRE VISIBLE	INFRA-ROUGE TOTAL TRANSMIS
Verre plaqué d'or		32	0,8 %
Crookes ferreux n° 30 vert d'herbe	1,98	44	4,9
Corning vert bleuâtre :			
G 124 JA	1,50	54	6,4
G 124 HL	1,47	37	38
Verre noir de Schott 444 III	3,6	0,5	18

Il est intéressant de savoir que plusieurs minéraux sont très opaques à l'infra-rouge ; par exemple le béril et le grenat [$Ca^3(FeMg)^3Al^2(SiO^4)^3$] dans la région 1 à 2 μ et que, si l'on pouvait faire un verre contenant ces éléments, il y a des chances qu'il soit complètement opaque dans l'infra-rouge.

M. L.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Étude sur les causes de la corrosion des chaudières à vapeur

De nombreuses analyses de la vapeur des chaudières ont amené l'auteur du présent article à cette conclusion que l'origine des corrosions internes doit être attribuée à l'action de l'oxygène en présence de grandes quantités d'acide carbonique. Or, l'analyse d'une vapeur à haute pression n'est pas une opération facile. On lira donc avec intérêt les méthodes imaginées par l'auteur dans ce but et appliquées notamment à la station centrale du Tage des Compagnies réunies du Gaz et de l'Electricité de Lisbonne.

Recherchant les causes qui pouvaient provoquer les corrosions de nos chaudières [1], je fus amené, à la suite des analyses (des eaux, matières incrustantes, etc.) que j'ai faites, à déduire que ces corrosions ont leur origine principalement dans l'action de l'oxygène, en présence de grandes quantités d'acide carbonique. En conséquence de cette déduction, j'ai entrepris l'étude de la vapeur, sujet du présent travail.

Les méthodes généralement employées pour les analyses des substances solides et liquides, et particulièrement pour les eaux et matières incrustantes, ne peuvent servir pour l'étude des vapeurs. On doit recourir, dans ce cas, aux méthodes employées pour les analyses des gaz. Étant donnée la pression sous laquelle on reçoit la vapeur des chaudières d'une centrale électrique, un dispositif spécial est nécessaire. Si, par exemple, la vapeur est reçue et condensée à l'air libre, la plus grande partie des matières volatiles, contenues dans la vapeur, ne pourrait pas être recueillie. C'est surtout le cas de l'anhydride carbonique dont la solubilité est proportionnelle à la pression (loi d'Henry).

Pour recueillir la vapeur sous pression, j'ai fait construire une bombe en fonte d'une capacité d'un litre environ (1,2 l) et dont le croquis est donné en figure 1. Dans le cours de mes essais, j'ai trouvé nécessaire de pourvoir la bombe d'un filtre se composant d'un tuyau à gaz fermé à l'une de ses extrémités par un fond perforé. Sur ce fond repose une grille en fer qui supporte les couches de matières filtrantes (ouate hydrophile). Le couvercle de la bombe est pourvu de deux robinets : l'un pour l'arrivée de la vapeur, l'autre pour le rétablissement de la pression atmosphérique. Avant de faire communiquer la bombe avec la vapeur, j'y mets une solution déterminée d'hydroxyde de baryum, qui doit absorber les parties volatiles (acide chlorhydrique, acide nitrique, acide carbonique, etc.) de la vapeur. Ces parties volatiles arrivant avec la vapeur dans la bombe se combinent immédiatement avec le réactif, bien entendu dans une quantité proportionnelle à la vapeur transformée en eau condensée. Une disparition des matières volatiles (acides), dans ces conditions, n'est

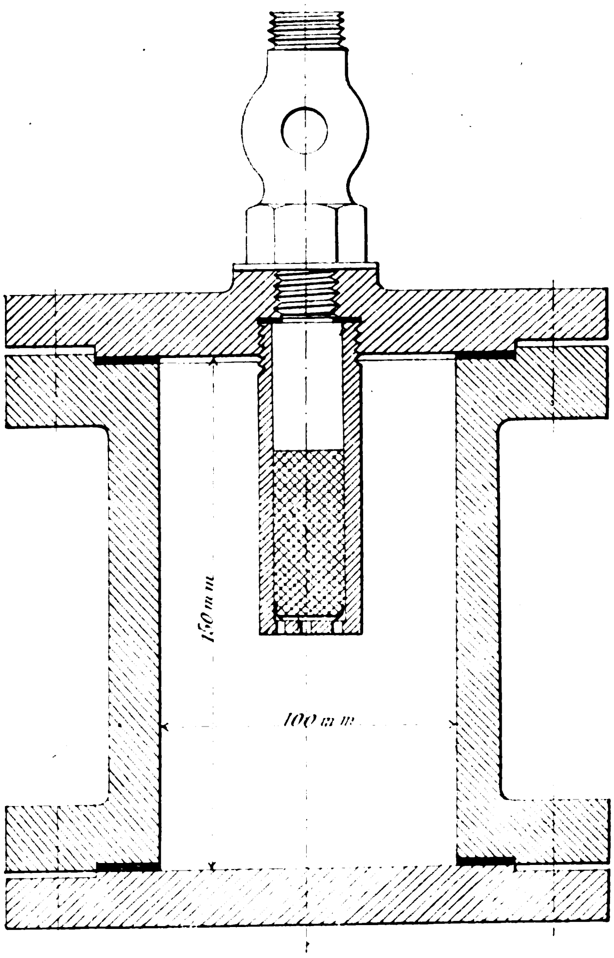


Fig. 1. — Bombe destinée à recueillir la vapeur sous pression nécessaire aux essais.

plus possible. Les essais faits dans la bombe et à l'air libre *sans baryte* donnant toujours une eau de condensa-

[1] De la Centrale électrique du Tage des Compagnies réunies du Gaz et de l'Electricité de Lisbonne.

Digitized by Google

tion alcaline, la présence des acides chlorhydrique et nitrique est totalement exclue; aussi le travail suivant est limité à la recherche de l'acide carbonique. La quantité de la baryte non transformée et restée dans la bombe après la réaction avec la vapeur se détermine par le titrage avec une liqueur normale $\frac{n}{10}$ d'acide sulfurique en présence de phénolphtaléine. La différence donne la quantité d'acide carbonique.

Le prélèvement fut effectué en deux endroits différents :

1° *Après les chaudières Belleville :* La prise pour l'échantillon fut établie sur un tuyau non calorifugé, existant déjà, de 20 mm de diamètre et de 12 m de longueur, qui amenait la vapeur à la sirène de l'usine. Un petit branchement de 10 mm de diamètre et de 2 m de longueur reliait la bombe avec ce tuyau.

2° *Tout près avant la turbine n° 5 de Escher-Wyss :* La prise fut effectuée sur la conduite de vapeur au moyen d'un petit branchement de 10 mm de diamètre et de 2 m de longueur.

Dans le premier cas, nous avons seulement la vapeur des chaudières Belleville.

Dans le deuxième cas, c'est un mélange des chaudières Belleville et Babcock.

I. — Dosage de l'anhydride carbonique dans la vapeur. — *A. — Essais préliminaires. Vapeur prélevée à la sortie des chaudières Belleville.* — Un grand nombre d'essais préliminaires a été nécessaire pour établir la manière de procéder qui permette d'arriver à des conclusions pratiques.

Après avoir constaté le minimum de baryte à employer pour chaque essai, on introduit dans la bombe un excès du réactif (25 cm³ $\frac{n}{10}$ environ). Le titrage (avec 200 cm³ d'eau de condensation) doit être effectué absolument *à chaud immédiatement après le prélèvement de l'échantillon*, pour éviter le contact d'air.

Pour l'orientation du procédé, il faut signaler les trois points suivants :

1° *L'échantillon filtré sur du papier donne toujours une plus grande quantité d'acide carbonique que celui non filtré.* — Il semblerait que les carbonates de la boue contenue dans la vapeur, ou ceux de la baryte, forment des agglomérations qui enrobent des particules d'hydroxyde de baryte. Au fur et à mesure que ces agglomérations des carbonates se dissolvent (par le titrage direct), les particules d'hydroxyde sont mises de nouveau à jour et décèlent leur présence par la recoloration de la solution (phénolphtaléine).

2° *La quantité d'acide carbonique est inversement proportionnelle à la quantité de l'eau obtenue dans la bombe.* — On pourrait admettre que la même quantité de boue apportée avec la vapeur par un à-coup se répartirait dans une plus grande quantité d'eau de condensation, ce qui abaisse naturellement la teneur en acide carbonique.

3° En général, *les résultats se trouvent en relation directe avec la quantité de la boue*, qui forme des combinaisons avec le réactif. Pour éviter cette influence, je fais passer la vapeur par le filtre à coton dont la bombe est pourvue et dont il est question page 775. Plus le filtre sera perfectionné, plus la quantité de boue sera faible et, par conséquent, plus la teneur en acide carbonique sera basse.

Ces trois points sont illustrés ci-dessous par des exemples extraits de 200 essais environ :

TABLEAU I.

CAS	BARYTE $\frac{n}{10}$ employée pour chaque essai en cm³	ALCALINITÉ EXPRIMÉE EN CM³ pour 200 cm³ d'eau de condensation	pour 1 000 cm³ d'eau de condensation	EAU DE CONDENSATION en cm³ obtenue dans la bombe.	$Ba(OH)_2 \frac{n}{10}$ en cm³ employée pour 1 litre d'eau de condensation.	ANHYDRIDE CARB. $(CO)^2 \frac{n}{10}$ en cm³ obtenu dans 1 litre d'eau de condensation.	ANHYDRIDE CARB. en milligrammes contenu dans 1 litre d'eau de condensation.	OBSERVATION
1	30,9	2,9	14,5	520	59,4	44,9	98,78	filtré par papier
	30,9	3,9	19,5	520	59,4	39,9	87,78	non filtré
2	27,0	3,4	17,0	470*	57,7	40,7	89,54	* petite quantité d'eau de condensation.
	27,0	1,6	8,0	715**	37,7	29,7	68,54	** grande quantité d'eau de condensation.
3	27,0	5,0	25,0	570	47,3	22,3	49,06	filtre à coton
	27,0	2,8	14,0	500	54,0	40,0	88,00	sans filtre

Les grands écarts mis à jour dans les essais préliminaires provenaient non seulement des manipulations chimiques quelque peu irrationnelles, mais aussi de l'influence des facteurs physiques inhérents au dispositif défectueux de la prise de vapeur. Tout d'abord, on doit tenir compte de la surface extérieure du tuyau acces-

Digitized by Google

soire de cette prise, servant au prélèvement des échantillons, après les chaudières Belleville. Ce tuyau de 14 m de longueur et de 20 mm de diamètre, placé à l'extérieur de la centrale, présente une surface de refroidissement beaucoup trop grande pour obtenir une condensation constante. La perte de chaleur en résultant provoque des variations excessives dans la température et la pression. Par suite de ces irrégularités, on trouve dans la bombe des quantités très variables d'eau et de boue, qui ne correspondent nullement à la durée du prélèvement de l'échantillon. Le fonctionnement défectueux d'un surchauffeur, qui envoie de la vapeur très humide, vient parfois augmenter les causes de ces irrégularités. Toutes ces fluctuations disparaissent dans les essais définitifs suivants.

B. — Essais définitifs. Vapeur prélevée tout près de l'entrée à la turbine n° 5. — Les conditions physiques entourant les prélèvements des échantillons à l'entrée de la turbine sont ici complètement différentes de celles que nous avons trouvées après les chaudières Belleville.

1° La différence essentielle consiste en premier lieu dans la surface du tuyau accessoire utilisé pour la prise de l'échantillon. Les dimensions sont de beaucoup plus petites (2 m × 10 mm au lieu de 14 m × 20 mm) et la perte de chaleur est par conséquent moindre.

2° La vapeur fournie par les chaudières Babcock, et que nous utilisons ici en grande quantité, est plus surchauffée que celle des chaudières Belleville qui a servi pour les essais préliminaires.

Ces conditions m'ont permis d'obtenir presque toujours la même quantité d'eau de condensation et des résultats logiques et bien ordonnés.

Pour démontrer qu'un équilibre s'établit dans la bombe, j'augmente successivement la durée du prélèvement. On obtient :

Après	1	minute	215 cm³	d'eau de condensation.
Id.	2	Id.	375	Id.
Id.	3	Id.	410	Id.
Id.	4	Id.	465	Id.
Id.	5	Id.	510	Id.
Id.	15	Id.	580	Id.

Après cinq minutes environ, la quantité d'eau de condensation reste sensiblement la même. On arrive à un état à peu près stable, où la température ambiante n'est plus suffisante pour condenser à nouveau la vapeur avec la même intensité qu'au commencement de l'opération. On dirait qu'un équilibre d'un système en deux phases (vapeur saturée et eau) s'établit dans la bombe, où la chaleur transmise par la vapeur surchauffée suffit pour vaporiser les nouvelles quantités d'eau qui se condenseraient. Réellement, la condensation est fonction du temps et est représentée par la courbe de la figure 2 qui résume les essais ci-dessus.

Au début, cette courbe monte rapidement puis admet une asymptote horizontale. Pratiquement ce point arrive déjà après 5 min environ.

Passant aux essais chimiques, je voudrais tout d'abord exposer les facteurs qui, par leur importance pour le procédé, viennent s'ajouter aux cas mentionnés dans les essais préliminaires (p. 776).

a) En supposant que le carbonate de calcium contenu dans la vapeur soit dissocié dans des conditions données

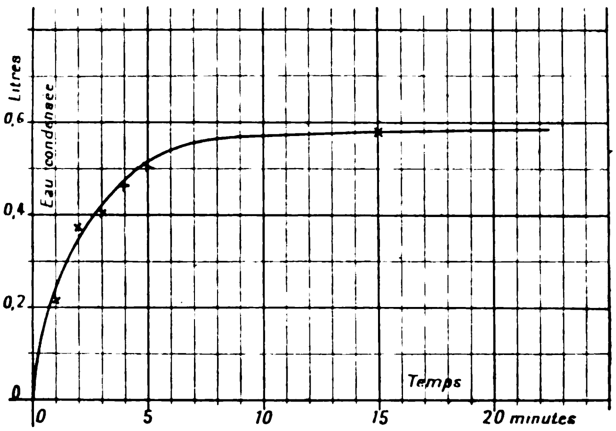


Fig. 2. — Courbe de la condensation en fonction du temps.

de pression et de température d'après la réaction réversible

$$2\,CaCO^3 + 2\,H^2O \rightleftarrows Ca(OH)^2 + Ca(HCO^3)^2,$$

Cette dissociation diminuera proportionnellement à la quantité de baryte employée (¹).

Par conséquent, *avec l'augmentation de baryte* nous recevons dans la solution plus de molécules non dissociées de Ca CO³, moins de Ca (OH)², soit *plus d'acide carbonique.*

Par exemple : la teneur moyenne en acide carbonique dans les essais avec 27,2 $\frac{n}{10}$ cm³ de baryte est de 47,344 mg ;
la teneur moyenne en acide carbonique dans les essais avec 34,0 $\frac{n}{10}$ cm³ de baryte est de 51,612 mg.

b) Suivant que l'on effectue les essais avec le même coton ou avec du coton renouvelé, on obtient un autre résultat. La boue de l'échantillon antérieur restée dans le coton est partiellement dissoute par la vapeur de l'échantillon suivant et augmente successivement la quantité d'acide carbonique des essais postérieurs. Ainsi, dans 10 essais effectués avec la même matière filtrante, j'ai obtenu 47,96 mg pour le premier et 58,74 mg pour le dernier essai. Il résulte de cela que *la matière filtrante ne doit servir qu'une seule fois.*

c) Une certaine corrélation existe entre la teneur en acide carbonique et la durée du prélèvement. Plusieurs essais effectués alternativement pendant 5 et 15 min ont donné 47,564 mg pour la durée de 5 min et 52,228 mg d'acide carbonique pour celle de 15 min, c'est-à-dire *la*

(¹) Loi de Sainte-Claire Deville (Action des masses).

Digitized by Google

plus haute teneur en acide carbonique correspond à la plus longue durée du prélèvement. On doit admettre que c'est la boue contenue dans le filtre qui partiellement dissoute par le courant de vapeur en est la cause.

Travaillant toujours *dans les mêmes conditions* (même durée du prélèvement — 5 min — même quantité de baryte, etc.) les résultats entachés d'une même erreur (même facteur de correction) seront en somme bien coordonnés.

Comme nous l'avons déjà constaté (p. 776, cas 3), la vapeur passée par le filtre à coton de la bombe est moins chargée en acide carbonique que celle n'ayant point subi l'effet du filtre. Dans cette méthode, nous avons un moyen pratique pour déterminer par un procédé très rapide la quantité approximative de la boue apportée au moment donné avec la vapeur :

Soit a la quantité en centimètres cubes d'acide carbonique $\frac{n}{10}$ trouvée dans l'eau sans filtre ;

b, la quantité en centimètres cubes d'acide carbonique $\frac{n}{10}$ trouvée dans l'eau avec filtre.

La différence c multipliée par 5 [1] donne en chiffres ronds la quantité des carbonates (chaux et magnésie) dans la boue en milligrammes par litre ou en grammes par mètre cube de vapeur condensée. Si l'on tient compte des autres composantes (20 pour 100 environ de Fe et Si),on obtiendra la quantité approximative de la boue en multipliant c par 7.

Appliquons par exemple cette formule aux essais suivants, effectués alternativement avec et sans filtre à coton.

Tableau II.

BARYTE $\frac{n}{10}$ en cm³ employée pour chaque essai	ALCALINITÉ EXPRIMÉE EN CM³ pour 200 cm³ d'eau de condensation	ALCALINITÉ EXPRIMÉE EN CM³ pour 1 000 cm³ d'eau de condensation	EAU DE CONDENSATION en cm³ obtenue dans la bombe	$Ba(OH)^2$ $\frac{n}{10}$ en cm³ employée pour 1 l d'eau de condens.	ANHYDRIDE CARB. $(CO)''$ $\frac{n}{10}$ en cm³ obtenu dans 1 l d'eau de condensation	ANHYDRIDE CARB. en milligrammes contenu dans 1 l d'eau de condens.	OBSERVATIONS
30,8	9,1	45,5	455	67,9	22,4	49,28	filtre à coton
	10,9	54,5	380	81,3	26,8	58,96	sans filtre
	11,0	55,0	400	77,2	22,2	48,84	filtre à coton
	9,8	49,0	410	75,3	26,3	57,86	sans filtre
	10,2	51,0	420	73,5	22,5	49,50	filtre à coton
	9,2	46,0	425	72,7	26,7	58,79	sans filtre

La quantité approximative de la boue ($7c$) est, dans ce cas, de $4,2 \times 7 = 29,4$ mg par litre, soit de 29,4 g : m³ de vapeur condensée.

On saisit facilement l'importance de ces essais.

En résumant les essais définitifs effectués avec la vapeur prélevée avant son entrée à la turbine n° 5, nous obtenons — pour les essais de 24 à 27 cm³ $\frac{n}{10}$ de baryte, d'une durée de prélèvement de cinq minutes, — une moyenne de 47,5 mg d'acide carbonique par litre de vapeur condensée ayant traversé le filtre à coton. Cette quantité nécessite encore une petite correction pour les sulfates de la vapeur, avec lesquels la baryte forme ainsi qu'avec l'acide carbonique des composés insolubles. L'acide sulfurique se trouve principalement sous forme de sulfate de calcium, dans la boue et dans les matières incrustantes. En outre, notre eau de la ville étant excessivement pauvre en acide sulfurique, nos résultats sont, par conséquent, très peu influencés par l'action des sulfates. Mettant 1 mg, comme maximum pour cette correction, nous obtenons *une moyenne d'acide carbonique* de 46,5 mg, soit en chiffres ronds de *46 mg par litre.*

Deux mots encore sur le mode opératoire.

Étant données les circonstances de lieu et de temps, je fus obligé de me servir d'un appareil en fer qui subit des altérations par l'action de la vapeur et du réactif. On devrait absolument effectuer ces essais dans une bombe de Berthelot-Mahler, émaillée intérieurement. Cette dernière bombe, à part son inattaquabilité chimique, a encore de grands avantages : c'est son minime poids et la facilité de sa manipulation.

II. — **Dissociation des carbonates**. — La vapeur prélevée *sans baryte* après les chaudières Belleville, de même qu'avant son entrée à la turbine n° 5, possède une *réaction alcaline* (avec phénolphtaléine). L'alcalinité, exprimée en centimètres cubes d'acide $\frac{n}{10}$ employé pour la neutralisation de cette alcalinité, est de 0,75 cm³ pour un litre de la vapeur condensée prélevée avec le filtre à coton, et de 2,5 cm³ pour un litre de la vapeur condensée prélevée sans le filtre à coton.

L'eau d'alimentation des chaudières Belleville ne subissant aucune épuration chimique, la vapeur, même mélangée avec de l'eau provenant de projections, ne devrait pas avoir un caractère alcalin avec de la phtaléine. On ne peut expliquer ce phénomène autrement que par la *dissociation des carbonates*, contenus dans la

[1] 1 cm³ d'une solution normale $\frac{1}{10}$ correspond à 5 gr de carbonate de calcium.

Digitized by Google

vapeur, qui a lieu dans des conditions données de température à la haute pression des chaudières. On doit supposer que le carbonate de chaux se trouvant dans notre vapeur et dans la boue se dissocie d'après l'équation

$$2\,CaCO^3 + 2\,H^2O \rightleftarrows Ca(OH)^2 + Ca(HCO^3)^2$$

et probablement encore plus loin jusqu'à

$$Ca(HCO^3)^2 \rightleftarrows Ca(OH)^2 + 2\,CO^2.$$

Et ce sont les OH ions d'hydroxyde de calcium qui se révèlent par l'indicateur phénolphatéline.

III. — **Conclusions**. — L'action corrosive de l'acide carbonique sur le fer est très notable. On s'en assure en traitant du fer poli avec de l'eau (sans air) contenant de l'acide carbonique. Après quelques heures, il se développe une certaine quantité d'hydrogène et on obtient une quantité équivalente de bicarbonate de fer (TREADWELL. *Chimie analytique*, 1911, t. I, p. 113).

La teneur moyenne d'acide carbonique dans notre vapeur traversant le coton est, comme nous l'avons déjà vu, de 46 mg par litre, quantité arrivant après son action corrosive sur les tôles des chaudières. Notre eau de la ville contenant 70 mg environ d'acide carbonique demi-combiné (provenant de la composition des bicarbonates), 24 mg environ (70 — 46) ont servi pour attaquer les tôles [1] des chaudières.

Bien entendu, tenant compte des pertes de vapeur et d'eau (purges), les chiffres donnés ne sont qu'approximatifs. Entrant dans les appareils d'utilisation avec cette teneur d'acide carbonique libre, la vapeur porte encore ses effets destructifs sur les aubes des turbines etc., ce que je montrerai irréfutablement dans une étude ultérieure, faite sur la turbine même.

On saisit facilement l'importance de la pratique de ces essais qui, par leur caractère général et la facilité de leur exécution, devraient être introduits dans toute centrale thermique. Les caractères chimiques de la vapeur (quantité de chlorures, d'acide carbonique) donnent une idée de la relation existant entre le fonctionnement des chaudières, d'une part, et des appareils d'utilisation, d'autre part :

1° Une grande quantité de chlorures [1] nous démontre l'existence de fortes projections d'eau des chaudières, soit un mauvais fonctionnement.

2° De grandes quantités d'acide carbonique [2] et de boue nous orientent exactement sur les dépôts, qui vont ensuite obstruer les appareils d'utilisation.

3° A part le contrôle chimique, ces mêmes essais peuvent nous fournir un *contrôle physique* de la vapeur. Plus la vapeur sera surchauffée, moindre sera la quantité d'eau obtenue dans la bombe. On pourrait, de cette façon, par des essais systématiques tenant compte de la température et de la pression (données par des thermomètres et manomètres des machines de la centrale), évaluer le caractère physique, soit le degré de surchauffage de la vapeur.

Je clos mon étude par l'observation suivante. Malgré les pertes et les déboires que l'industrie des centrales thermiques supporte du fait des corrosions, cette question continue à être presque absolument négligée. Les quelques et combien insuffisantes notions que nous avons sur le mécanisme de la vapeur et les causes des corrosions, sont plutôt le fruit de recherches de laboratoire sans connexion avec une exploitation usinière quelconque, et se distinguent par leur caractère spéculatif.

Pour apporter dans la mesure de mes moyens un correctif à cet état de choses et pensant que des recherches méthodiques au sein d'une usine même pourraient verser quelque lumière sur cette question, j'ai entrepris et vais continuer la présente étude.

Ch. CHOROWER.

[1] Dans le cours des manipulations du présent travail, j'ai eu souvent l'occasion de recevoir dans le filtre à coton de grandes quantités d'hydroxyde de fer sous forme floconneuse, preuve de cette corrosion.

[1] Dosage rapide par une liqueur décinormale de nitrate d'argent dans un échantillon prélevé dans la bombe *sans baryte*.

[2] En employant l'épuration chimique préalable, l'acide carbonique, qui proviendrait des hydrocarbonates se trouvant dans l'eau, reste combiné avec la chaux comme précipité dans le filtre de l'épurateur et dans la chaudière par un petit excès du réactif. Dans ce cas, on ne doit trouver que de petites quantités d'acide carbonique.

Obstruction des grilles d'une usine hydraulique du Rhône à la suite d'une crue

Nous donnons ci-dessous de curieuses photographies montrant les effets d'une crue du Rhône sur les grilles de protection des turbines de l'usine génératrice de Bellegarde de la Société des Forces hydrauliques du Rhône, qui nous ont été communiquées par un administrateur de cette société.

Au cours d'une crue, la vanne d'entrée du tunnel alimentaire de la station génératrice de la Société des Forces hydrauliques du Rhône à Bellegarde a été mise hors d'état de fonctionner. Le sable et les graviers, entraînés par les hautes eaux, pénétrèrent dans le bassin d'alimentation de l'usine et obstruèrent la vanne de purge. Les apports de matières entraînées furent si considérables que le bassin s'emplit partiellement de graviers.

Digitized by Google

L'aspiration des turbines provoqua de véritables émulsions en amont des grilles qui soulevèrent les pierres jusqu'à près de 8 m de hauteur. Sous la pression de l'eau, elles s'encastrèrent entre les barreaux dans un ordre parfait, les petites venant se coincer entre les grandes et formant un panneau presque étanche. Il est même surprenant que les grilles aient pu résister à la pression de l'eau sur ce tablier compact.

Après un court arrêt pour nettoyage, le fonctionnement normal de la station génératrice put être repris.

L'une des photographies ci-jointes donne la vue d'un panneau de grille ayant 8 m de hauteur sur 4 de largeur et montre les conséquences curieuses de ce colmatage accidentel.

Il a fallu un concours de circonstances absolument exceptionnelles pour qu'un semblable envahissement de graviers pût se produire.

Il est intéressant de rappeler à ce propos que le Rhône charrie à sa sortie de Suisse des quantités considérables d'alluvions formées de limon, sable et gravier apportées en majeure partie par l'Arve.

Des relevés effectués avec soin ont permis d'estimer ces apports à un chiffre voisin d'un million de mètres cubes par an (1 270 000 m^3 en 1910, année de grandes crues) non répartis il est vrai d'une manière uniforme au cours de l'année, mais localisés sur des journées de hautes eaux dans lesquelles le débit du Rhône dépasse souvent 800 m^3 : sec à Bellegarde.

Revues, analyses et informations

Sur les isolateurs de ligne.

La question si importante des isolateurs de lignes à très haute tension et surtout des isolateurs à suspension, continue à faire l'objet de nombreuses recherches en Amérique. L'idée commence à se répandre que la porosité de la matière n'est pas la plus grande cause des détériorations d'isolateurs et que leur source principale est la série de contractions et de dilatations successives subies par la tige de fer et le ciment d'assemblage, sous l'influence des variations de température et d'état hygrométrique de l'air. Certains techniciens déclarent la porcelaine, telle qu'on la fabrique actuellement, impropre au service qu'on lui demande et souhaitent qu'on puisse bientôt la remplacer par le quartz pur fondu.

Nous résumons ici deux mémoires publiés récemment sur ce sujet [1].

Il y a peu de temps encore, les ingénieurs exploitants spécifiaient ainsi leurs exigences au sujet des isolateurs de ligne :

1° Il ne doit pas s'amorcer d'arc à l'isolateur sous la tension normale, même s'il est sali et mouillé ;

2° Sous une surtension à fréquence normale, l'isolateur doit amorcer un arc et non se perforer ;

3° Le trajet suivi par les courants de fuite superficiels doit être assez long pour que ces courants de fuite ne deviennent pas excessifs (ceci pour éviter la brûlure des poteaux et tiges d'isolateurs en bois) ;

4° L'isolateur doit être mécaniquement assez robuste pour les efforts qu'il doit supporter.

Des isolateurs remplissant ces conditions ont été construits par grandes quantités et mis en service. Mais on s'est aperçu qu'après deux ou trois ans de service, ces isolateurs commençaient à se détruire au taux de 10 à 40 pour 100 par an, sans que la cause parût être d'ordre climatérique ou électrique. On a imaginé alors de très ingénieuses méthodes permettant de découvrir les isolateurs qui étaient près de succomber et on n'a cherché qu'à pouvoir les retirer sans trouble au lieu de les voir claquer en service.

Mais un autre fait fort surprenant a alors été découvert : si on place dans un magasin une certaine quantité d'isolateurs après qu'ils ont subi avec succès les essais du fabricant, et si on les examine de nouveau après deux ans, on trouve qu'une forte proportion d'entre eux succombe sous des épreuves moins dures que celles qu'ils ont déjà subies après leur fabrication. Pour découvrir la cause de ce fait, des techniciens américains ont fait de longues recherches sur la porcelaine et le ciment des isolateurs, en s'aidant du microscope ordinaire, du microscope polarisant (du type employé en pétrographie) et du megger (ohmmètre de grande sensibilité). Ils ont fait les constatations suivantes :

1° Des isolateurs parfaitement sains, ayant subi avec succès toutes sortes d'essais après leur fabrication, se détériorent avec une rapidité inquiétante, même sans être en service. On cite les deux exemples suivants : des isolateurs furent emmagasinés dans un dépôt, après avoir tous subi des essais de perforation à l'oscillateur et des essais d'amorçage d'arc à 60 p : sec ; deux ans plus tard, 14 pour 100 d'entre eux se perforaient sous une tension à 50 p : sec inférieure à celle de l'amorçage. Second exemple : plusieurs centaines d'isolateurs, s'étant trouvés en trop lors de la construction d'une ligne, restèrent emballés dans des caisses ouvertes pendant quatre ans. Au bout de ce temps, des essais au megger montrèrent que le taux pour 100 d'éléments détériorés était à peu près le même pour les isolateurs en service et les isolateurs restés au repos, le taux était de 5 pour 100 environ.

La rapidité de détérioration est parfois très remarquable. Voici un exemple se rapportant à des isolateurs en service. Un pylône d'ancrage portant 120 éléments d'isolateurs à suspension avait été visité au megger pour l'enlèvement des isolateurs défectueux. On jugea intéressant de refaire l'essai quatre jours plus tard et on eut la surprise de constater que cinq éléments de plus étaient devenus impropres à l'usage. Le temps avait été très chaud dans l'intervalle.

2° Il est certain qu'il se produit, à l'intérieur du chapeau métallique, dans un isolateur à suspension, et entre les cloches, dans un isolateur rigide, un phénomène qui cause

[1] La dilatation considérée comme cause de dégâts dans les isolateurs à suspension ; J.-A. Brundige. — Les isolateurs actuels ; W.-D. Peaslee. — *P. A. I. E. E.*, mai 1917, t. XXXVI, p. 391-400, 3600 mots, 1 fig. et p. 401-407, 2 000 mots, 13 fig.

Digitized by Google

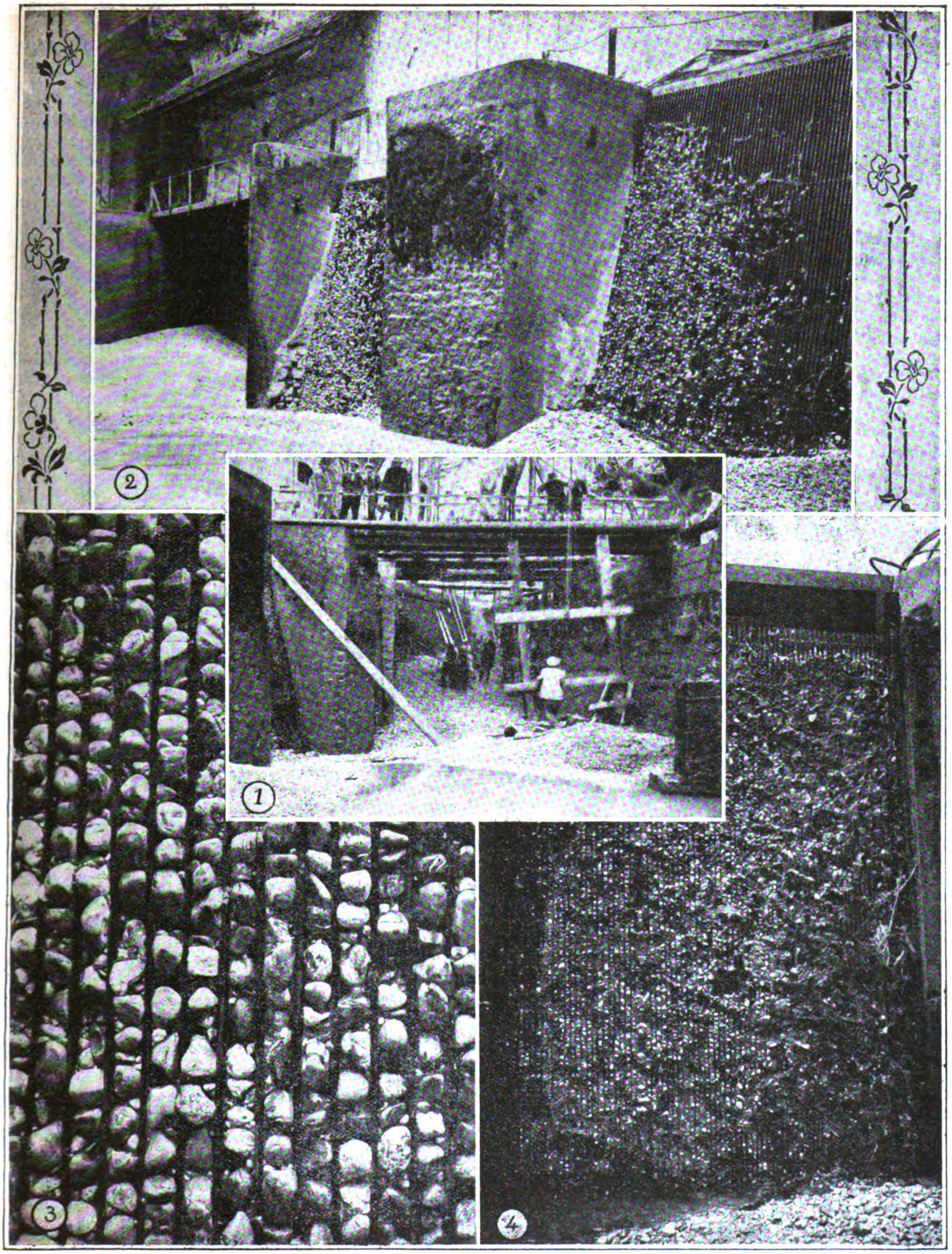


Fig. 1. Bassin de mise en charge des turbines. Vue prise d'amont. — Fig. 2. Grilles de protection des turbines.
Fig. 3. Détail d'une grille envahie par les graviers. — Fig. 4. Vue d'une grille.

Digitized by Google

la détérioration en service ou hors service, quoiqu'il ne soit pas impossible que les essais électriques eux-mêmes aient une part dans la cause de cette détérioration.

3° Il paraît probable que la détérioration rapide de certains isolateurs est due à des tensions électriques se combinant avec d'autres efforts.

Les résultats des recherches paraissent montrer que les causes de détérioration les plus importantes sont celles-ci :

1° Les efforts mécaniques produits, sous l'influence des changements de température, par les différences de coefficients de dilatation du métal, du ciment et de la porcelaine ; efforts mécaniques dus à la dilatation par congélation de l'humidité du ciment, et aux changements de volume du ciment selon sa teneur en humidité ; efforts mécaniques dus à une mauvaise conduite de la cuisson et du refroidissement de la porcelaine.

2° Concentrations de flux électrique dues à un mauvais dessin des isolateurs et à des défauts de la porcelaine. Les ondes instantanées ont alors pour effet de soumettre la porcelaine à des efforts excessifs.

3° Concentration du flux électrique due à ce que la porcelaine est nécessairement constituée de deux matières ou plus dont les propriétés physiques sont profondément différentes, l'une isotrope et les autres anisotropes, comme le montrent des photographies de vues microscopiques (en lumière naturelle ou polarisée) que reproduit l'un des mémoires. Or on sait que le pouvoir inducteur spécifique d'un milieu anisotrope n'est pas le même dans toutes les directions, mais varie suivant l'angle qui existe entre l'axe principal optique et la direction du champ électrique. Dans la plupart des isolateurs, il se forme pendant la cuisson des lignes d'écoulement le long desquelles les cristaux anisotropes se rangent de telle sorte que la capacité inductive spécifique, le long de ces lignes, est beaucoup plus grande que dans les autres régions, d'où il résulte des concentrations de flux le long de ces lignes.

4° Efforts mécaniques dus aux différences qui existent entre les coefficients de dilatation des différentes matières qui constituent la porcelaine, ce qui fait naître une surface de séparation entre les cristaux.

La première cause est probablement la plus importante surtout pour les isolateurs à suspension munis de chapeaux métalliques. En enlevant ces chapeaux sans endommager la porcelaine, sur des isolateurs trouvés défectueux en service ou hors de service, on constate l'existence de fines craquelures sur la porcelaine et le ciment.

Il faudrait donc : 1° trouver un ciment assez élastique pour absorber les dilatations et contractions des pièces de l'isolateur sous l'influence des changements de température ; 2° améliorer le dessin de l'isolateur de façon à éviter les concentrations de flux électrique et la mise en série des diélectriques de capacités inductives différentes ; 3° fabriquer l'isolateur en une substance non cristalline et ne contenant qu'un seul élément, ou que des éléments de mêmes propriétés électriques et thermiques.

Le quartz fondu est la matière idéale pour les isolateurs, son seul défaut réside dans les difficultés de sa fabrication. Son coefficient de dilatation n'est que 0,000 000 59 (un cinquième environ de celui de la porcelaine); aussi une pièce en quartz fondu incandescent peut-elle être jetée dans un seau d'eau sans subir de modification. La rigidité diélectrique du quartz est très élevée, sa résistance mécanique et son élasticité sont assez grandes pour l'objet en vue. Il supporte indéfiniment l'action des tensions à haute fréquence comme celles que donne l'arc Poulsen et résiste mieux qu'aucune autre matière à l'action des éléments.

Ses défauts sont sa tendance à s'évaporer avant d'être assez fluide pour le moulage et d'exploser en fondant, formant alors une substance laiteuse remplie de petites cavités et inutilisable pour les isolateurs. On a trouvé moyen de remédier à ces inconvénients et il ne reste plus qu'à pouvoir préparer cette matière dans l'industrie et à un prix abordable.

P. L.

Le réglage de la turbine à deux vapeurs système Brown-Boveri-Parsons (1).

Dans certaines industries, on emploie des machines à piston sans condenseur dont la marche est intermittente. Les machines d'extraction de mines, les marteaux-pilons, les trains de laminoires sont dans ce cas, et fournissent de grandes quantités de vapeur d'échappement qu'on laissait perdre autrefois. Aujourd'hui, il n'en est plus de même. Cette vapeur d'échappement est recueillie et utilisée dans des turbines à basse pression et détendue en produisant un travail mécanique utile jusqu'à la pression du condenseur. Pour obtenir une marche régulière des turbines, on intercale entre la machine à piston et la turbine à basse pression un accumulateur de vapeur qui peut être soit du type à volume constant, soit du type à cloche. Il peut, cependant, arriver que, l'arrêt de la machine alternative se prolongeant, il soit nécessaire d'alimenter la turbine par de la vapeur vive. On peut alors procéder de deux façons, soit employer un réducteur de pression qui ramène la vapeur de la pression des chaudières à la pression de marche de la turbine, soit, ce qui est une solution plus rationnelle, munir la turbine d'une partie à haute pression qu'on alimentera directement, et dans laquelle la vapeur se détendra jusqu'à la pression ordinaire de la vapeur d'échappement des machines alternatives; elle est ensuite utilisée dans la partie basse pression de la turbine où elle se détend jusqu'à la pression du condenseur.

Les turbines de ce genre sont dites turbines à deux vapeurs et peuvent donc fonctionner soit avec de la vapeur d'échappement seule, soit simultanément avec la vapeur d'échappement et de la vapeur haute pression, soit avec de la vapeur haute pression seule. La figure 1 montre une coupe schématique d'une telle turbine système Brown, Boveri-Parsons, où la partie haute pression est composée d'une roue à action et la partie à basse pression d'un aubage à réaction.

Le réglage des turbines à deux vapeurs est assez délicat, car il doit satisfaire aux deux conditions suivantes :

1° Utiliser toute la vapeur d'échappement disponible dans l'accumulateur ;

2° Réduire autant que possible les variations de la vitesse au passage du service à vapeur d'échappement au service à vapeur vive ou inversement.

Nous allons décrire sommairement le régulateur à huile utilisé par Brown, Boveri et Cie.

La vapeur à haute pression arrive dans la turbine par le tuyau A (fig. 2) et la vapeur d'échappement par la conduite B.

Les soupapes d'admission haute pression E et basse

(1) *Revue B. B. C.*, publiée par la Société anonyme Brown, Boveri et Cie à Baden (Suisse), janvier 1916, t. III, p. 6-11. 2 800 mots, 4 fig.

pression F sont commandées respectivement par les pistons des servo-moteurs C et D. Ces pistons sont soumis, d'une part, à la pression d'un ressort, d'autre part, à la pression de l'huile de la conduite de réglage. Un régulateur de pression G est placé entre les régulateurs des deux soupapes d'admission. Le régulateur de pression se compose d'une soupape de réglage actionnée par membrane élastique H sur laquelle agit de haut en bas la pression de la vapeur d'échappement et qui règle ainsi le débit d'huile en fonction de cette pression.

Mode de fonctionnement du réglage. — Les dispositifs de réglage sont de deux sortes suivant que l'accumulateur de réglage est du type à volume constant ou à cloche.

Dispositif et fonctionnement du réglage pour l'accumulateur a volume constant. — La figure 3 montre le schéma de l'installation.

La soupape d'admission à haute pression E est actionnée par le piston du servo-moteur C, tandis que la soupape d'admission basse pression F est mue par le piston du servo-moteur D. Les deux servo-moteurs sont montés en série sur la conduite d'huile et le ressort du servo-moteur D est moins tendu que celui du servo-moteur C, de façon que l'huile soulève d'abord le piston D avant de soulever le piston C. La

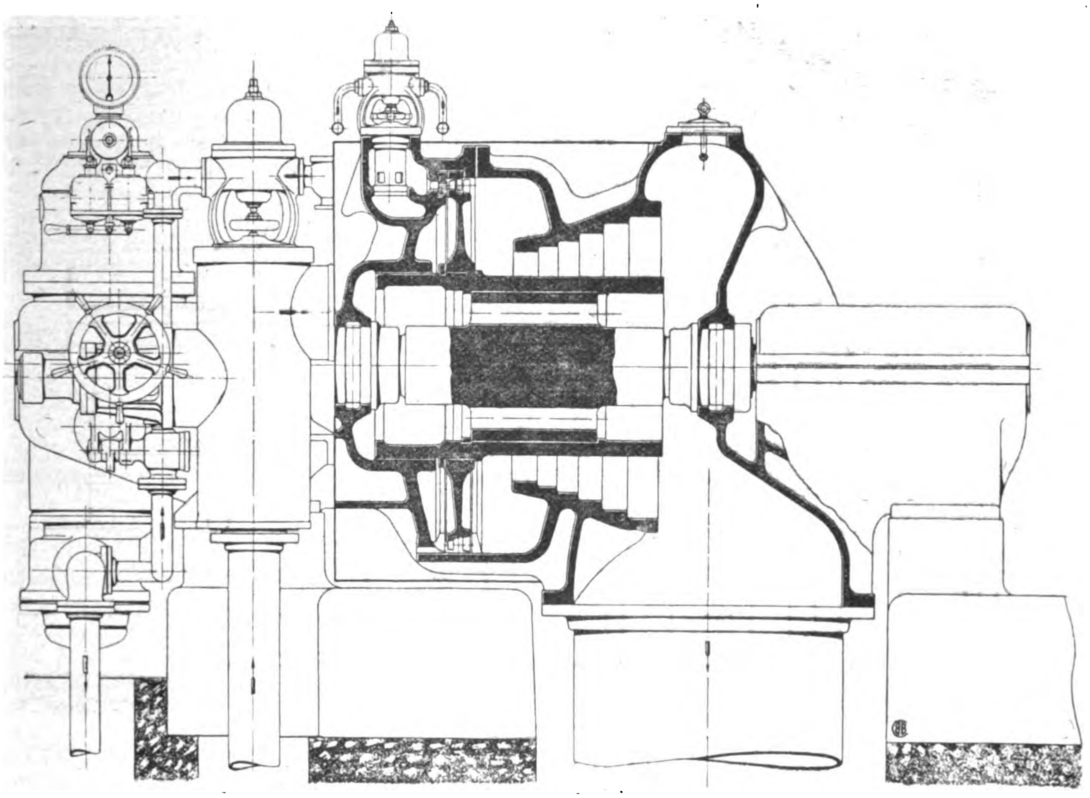


Fig. 1. — Coupe schématique d'une turbine à deux vapeurs, système Brown, Boveri-Parsons.

membrane H est soumise, par l'intermédiaire de la conduite J, à la pression de la vapeur d'échappement arrivant par B, et commande la soupape G du régulateur de pression. L'arbre de la turbine actionne le régulateur de vitesse R et la pompe à huile K par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'une roue dentée ; la pression de l'huile est fonction directe de la charge de la turbine.

Supposons que la pression de la vapeur d'échappement diminue, la vitesse diminue également, la pression de l'huile augmente et la soupape F s'ouvre davantage. Mais, comme la pression dans l'accumulateur est tombée, l'augmentation d'ouverture de la soupape F n'aura aucun effet, et il faut que la soupape d'admission haute pression F s'ouvre à son tour pour permettre à la turbine de fournir l'effort qui lui est demandé. Mais alors que va-t-il se passer ? La soupape d'admission basse pression F est ouverte en grand et l'accumulateur est vide, tandis que la soupape d'admission haute pression E est également ouverte et laisse passer dans la turbine la vapeur nécessaire à son alimentation. Il en résulte que la pression à l'entrée des aubages à réaction étant un peu plus faible que la pression atmosphérique, il va se produire un appel d'air par la conduite d'alimentation basse pression et l'accumulateur de vapeur et le vide diminue au condenseur, d'où rendement déplorable de la turbine.

C'est pour remédier à cet état de choses que le constructeur a placé, dans la conduite d'huile de réglage entre les servo-moteurs haute et basse pression, le régulateur de pression dont nous avons parlé plus haut. La pression en B n'étant plus suffisante pour équilibrer la membrane élas-

Digitized by Google

tique H, celle-ci se soulève sous l'action du ressort et entraîne dans son mouvement la soupape G, il en résulte un étranglement du passage de l'huile et, par suite, une diminution de la pression de l'huile sous le piston D, celui-ci, poussé par son ressort, s'abaisse et ferme la soupape F. Ce mouvement a un autre résultat : le piston D en s'abaissant masque l'ouverture M par où l'huile s'échappe vers l'extérieur, ce qui provoque une augmentation de la pression de l'huile, d'abord dans la conduite et, ensuite, sous le piston C du servo-moteur à haute pression. Celui-ci soulèvera la soupape E d'admission de vapeur à haute pression et la suppression de l'arrivée de vapeur d'échappement sera compensée en partie avant que le régulateur de vitesse ait eu le temps d'intervenir, ce dernier agira cependant pour parachever le réglage. On obtient ainsi, lors du passage de la marche mixte à la marche à vapeur à haute pression seule, une variation de vitesse qui oscille entre 0,5 à 1 pour 100.

Pour terminer cette étude, voyons comment s'opère le réglage dans les trois cas de fonctionnement qui peuvent se présenter.

1° *L'admission de vapeur d'échappement est seule ouverte.* — Dans ce cas, tant que la quantité de vapeur d'échappement est suffisante, le régulateur de pression n'étrangle

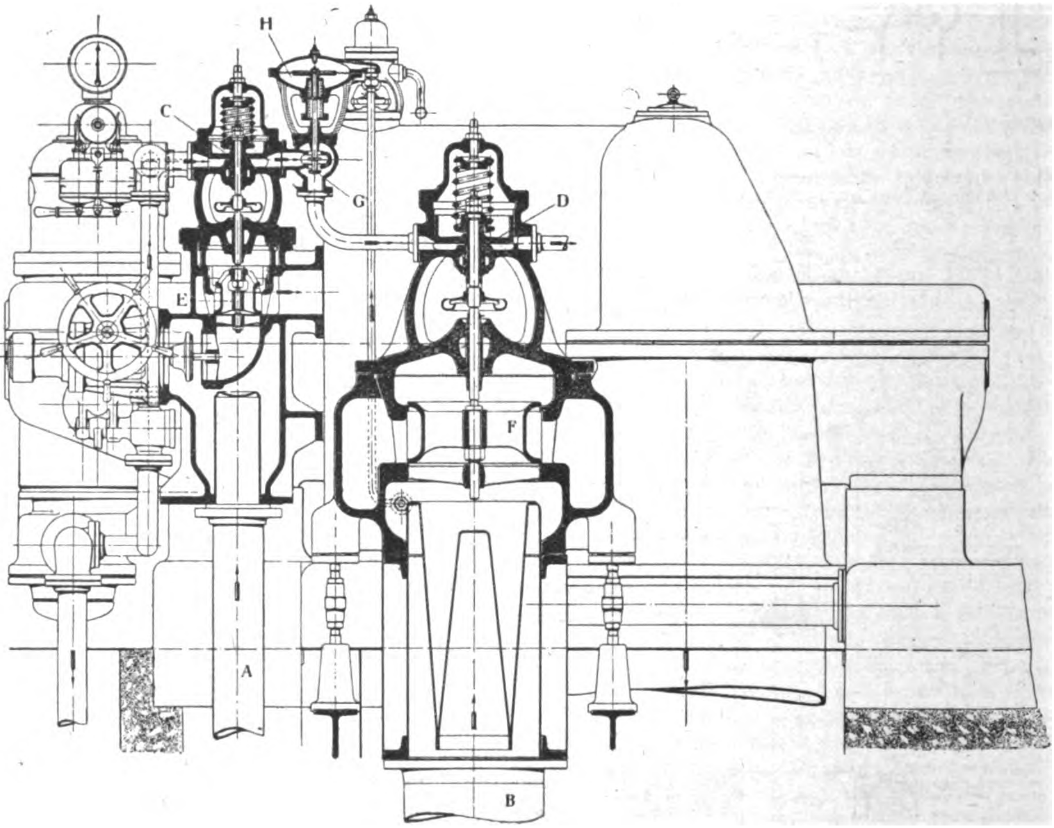


Fig. 2. — Coupe schématique du réglage des parties haute et basse pression d'une turbine à deux vapeurs, système Brown, Boveri-Parsons.

pas le débit de l'huile, l'action du ressort du piston G prédomine et la soupape E est maintenue fermée. Le régulateur de vitesse (non représenté sur les figures) agit seul sur la soupape d'admission à basse pression.

2° *La turbine fonctionne avec les deux sortes de vapeur.* — Si la pression et la quantité de vapeur d'échappement diminuent, la soupape G se lève et étrangle le passage de l'huile, la soupape F se ferme et lamine la vapeur d'échappement, tandis que la soupape E s'ouvre sous l'action de l'augmentation de la pression de l'huile. Les opérations inverses se produisent si la quantité et la pression de la vapeur d'échappement augmentent.

3° *La turbine fonctionne avec de la vapeur vive seule.* — Si la vapeur d'échappement vient à manquer, la soupape G du régulateur de pression se ferme complètement, la soupape d'admission de vapeur à basse pression F se ferme également et le régulateur de vitesse n'agit plus que sur l'admission haute pression.

Les turbines à deux vapeurs possèdent, comme les turbines ordinaires, des soupapes additionnelles d'admission haute pression commandées par pression d'huile et qui ont pour but de maintenir la vitesse constante en cas de variation de charge brusque.

Dispositif et fonctionnement du réglage pour l'accumulateur à cloche. — La pression de la vapeur d'échappement étant constante, on ne peut songer à employer le dispositif de commande décrit ci-dessus pour actionner la soupape G

Digitized by Google

du régulateur de pression. Il faut, dans le cas présent, que la position de la soupape G soit fonction de la hauteur de

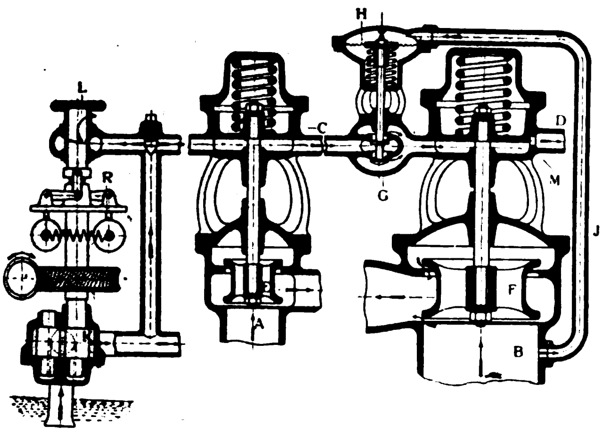


Fig. 3. — Schéma du réglage d'une turbine à deux vapeurs dans le cas du fonctionnement avec accumulateur de vapeur à volume constant.

la cloche. La figure 4 indique le schéma du dispositif adopté. Il n'est, d'ailleurs, utile de faire agir la soupape G

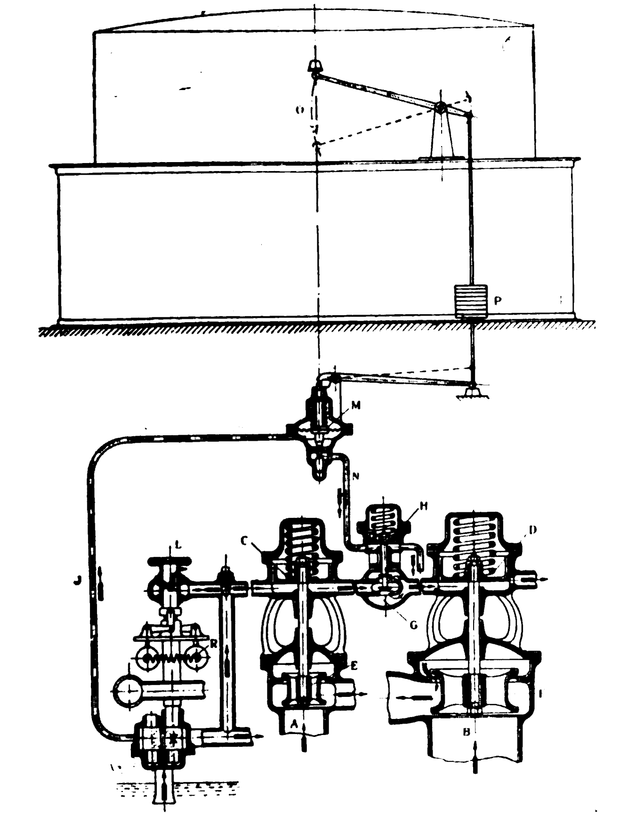


Fig. 4. — Schéma du réglage d'une turbine à deux vapeurs dans le cas du fonctionnement avec accumulateur de vapeur à cloche (pression constante).

que lorsque la cloche est presque vide, c'est-à-dire très basse, ce qui permet d'utiliser presque complètement toute la vapeur de la cloche. Comme il est indiqué sur la figure, on place, à côté de l'accumulateur O, une soupape dite soupape-relais M, qui est actionnée par la cloche au moyen d'une tringlerie. La soupape-relais M est intercalée dans la conduite d'huile J N qui relie la pompe à huile K au régulateur de pression G commandé par le piston H.

Tant que le levier n'a pas atteint la position marquée en pointillé sur la figure 4, la soupape-relais n'agit pas et la vapeur basse pression pénètre dans la turbine sans être laminée; mais, dès que la position marquée en pointillé est atteinte, la pression d'huile diminue sous l'action de la soupape-relais M, le régulateur G se ferme, le piston D descend et l'admission à basse pression est interrompue par la soupape F. D'un autre côté, comme il a été dit plus haut, la soupape d'admission E à haute pression s'ouvre en grand et la turbine fonctionne uniquement à la vapeur vive, le régulateur ordinaire agissant seul sur la soupape d'admission haute pression pour maintenir la vitesse existante quelle que soit la charge. Ce système de réglage à distance agit avec une rapidité telle qu'il est impossible de vider complètement l'accumulateur et d'y créer la moindre dépression.

Les turbines à deux vapeurs possèdent un régulateur de sécurité à action rapide sur leur partie à haute pression, tandis que la partie basse pression est munie d'un casse-vide qui entre en action si la soupape basse pression coince et si la turbine cherche à s'emballer. Le casse-vide entre en action en même temps que le régulateur de sécurité de la partie haute pression et leur action simultanée pare absolument à tout danger d'emballement.

H. C.

Les bandages de roues de tramways, leur fabrication et leur entretien (1).

L'acier employé pour la fabrication des bandages de roues peut être soit de l'acier Bessemer, soit de l'acier Martin acide, coulé en lingots absolument exempts de soufflures. Le lingot, ayant été convenablement réchauffé, est forgé à la presse et coupé en lopins carrés de dimensions et de poids déterminés. Ces lopins sont forgés au pilon, d'abord transformés en octogones, puis finalement en galettes que l'on perce au centre. L'anneau obtenu est encore dégrossi jusqu'à ce qu'il ait une dimension suffisante pour passer au laminoir à bandages, après un nouveau réchauffage.

Le calibrage précis du diamètre intérieur du bandage est d'une très grande importance, car il est absolument essentiel que la contraction d'un millième du diamètre du moyeu de la roue ne dépasse pas les tolérances fixées. Les calibres employés à cet effet devront être constitués par un acier spécial de très grande dureté et devront être comparés fréquemment à un étalon.

Un appareil a été établi pour l'enregistrement de la valeur exacte de la dilatation ou de la contraction des bandages lorsque la température varie. Ayant déterminé la contraction nécessaire et la température à laquelle doit être porté le bandage pour obtenir cette contraction, il convient de ne pas dépasser cette température, car au-dessus de la température de sécurité de 420° l'acier subit des transformations produisant un effet analogue à la trempe.

(1) Arthur NORTHON. *The Tramway and Railway World*, 12 juillet 1917, t. XLII, n° 2, p. 20-30, 8000 mots, 19 fig.

Digitized by Google

Les bandages, ayant été amenés sur le laminoir à bandages au diamètre intérieur désiré, sont chauffés au gaz sur un appareil spécial permettant de les porter exactement à la température convenable et comprenant des dispositifs de sécurité évitant de dépasser la température de 420°.

Les bandages sont alors frettés sur les moyeux déjà emmanchés dans leur essieu et préalablement tournés exactement au diamètre fixé. Ce procédé permet d'obtenir une concentricité parfaite de la roue et de l'essieu. La figure 1 représente la mise en place des bandages telle qu'elle s'effectue dans les ateliers des Sheffield Corporation Tramways. Le refroidissement est obtenu au moyen d'un jet d'eau à main. Ce procédé a l'inconvénient de produire une mauvaise répartition du refroidissement, et l'auteur estime qu'il est préférable de laisser le refroidissement s'opérer lentement à l'air. Lorsqu'il y a impossibilité, il convient alors de faire le refroidissement à l'eau au moyen d'un tuyau circulaire perforé. Ce dispositif est représenté sur la figure 1.

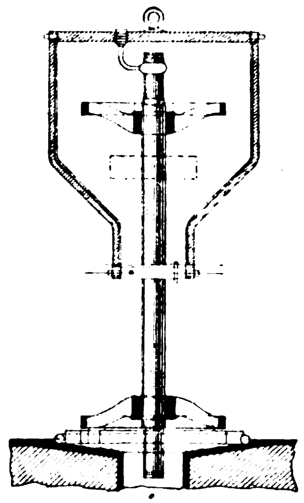


Fig. 1. — Mise en place des bandages réchauffés sur les moyeux au moyen de l'appareil des Sheffield Corporation Tramways.

Le débit peut d'ailleurs en être réglé au moyen d'un robinet à main permettant de régler la vitesse du refroidissement.

Pour le démontage des bandages usés, on utilise le même appareil que pour le réchauffage avant mise en place, la durée de l'opération est de sept minutes.

Il existe également un autre procédé de fixation de bandages sur les moyeux au moyen de rivets. Ce système qui nécessite la perforation de trous dans le bandage est peu recommandable, chaque trou formant un point faible, particulièrement lorsque le bandage est usé.

L'usure des bandages en service doit être soigneusement examinée et enregistrée, et les causes observées peuvent être rectifiées de façon à obtenir une usure moindre.

Il convient également d'examiner l'usure du profil du bandage. En réduisant l'usure latérale on évitera les déraillements ainsi que le jeu produisant un mouvement de lacet.

Les causes produisant une usure rapide des bandages sont les suivantes :

1° Voies très accidentées ;
2° Voies en rues étroites et à courbes de faible rayon ;
3° Lignes à voie étroite ;
4° Lignes à voie simple avec boucles ;
5° Usure des voies ;
6° État des châssis.

Dans les courbes de faible rayon, il est recommandé d'arroser les voies avec de l'eau, cet arrosage constitue une lubrification très avantageuse pour l'entretien des bandages.

A Huddersfield, dans le but d'éviter l'usure des rails, les voitures ont été munies d'essieux différentiels [1].

L'usure des bandages a également été diminuée par ce procédé.

Les bandages sont généralement maintenus en service jusqu'à ce que l'usure atteigne 19 à 25 mm.

L'auteur termine son étude par l'exposé des conditions d'essai de dureté, de traction et de choc.

P. G.

(1) Wilkinson. *The Tramway and Railway World*, mai 1916.

Notes pratiques

Œillets en verre pour installations temporaires [1]. — Ces œillets peuvent facilement être fixés sur un mur ou sur un support quelconque; ils sont particulièrement utiles dans les installations temporaires à basse tension (essais, etc.). Ils sont fabriqués par la Moore Pusch Pin Cy, à Philadelphie. — P. V.

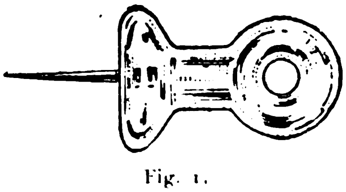


Fig. 1.

(1) *Electrical World*, 14 juillet 1917, t. LXX, p. 91, 1 fig.

Canne pour remplacer les fusibles haute tension [2]. — Elle se compose d'un bâton en chêne d'environ 3 cm de diamètre et de 2 m de longueur pourvu d'une douille métallique et d'une gaine pour tenir le fusible. La douille est fixée à une baguette d'érable, traité spécialement, de 1,30 cm de diamètre, qui peut glisser dans des pinces entourant le bâton, de sorte que la douille peut être aisément fermée ou ouverte, dans le cas où on désire retirer le fusible de la gaine. Cet appareil est en usage sur un circuit à 13000 v. — P. V.

Fig. 1.

(2) *Electrical World*, 21 juillet 1917, t. LXX, p. 114, 1 fig.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Comment réaliser l'économie maximum de charbon ?

Nous traversons actuellement une grave crise de combustible, cette crise persistera certainement après la guerre ; il importe donc de prendre immédiatement les mesures nécessaires pour parer aussi bien à la situation actuelle qu'à la situation future. Beaucoup d'opinions, la plupart en désaccord, avaient été émises à ce sujet, et, naturellement, un grand nombre de solutions plus ou moins fausses avaient été proposées. L'auteur de l'article ci-dessous met la question au point et étudie les véritables moyens de procéder à l'économie maximum de charbon en se basant sur des chiffres relevés dans l'industrie.

Toute énergie, mal ou incomplètement utilisée, donc perdue, constitue un gaspillage; or, tout gaspillage conduit à un appauvrissement sans profit de nos ressources et à une augmentation de tous les prix en général. Chercher à réduire au minimum l'énergie nécessaire à l'obtention d'un résultat donné est donc un problème intéressant qui doit retenir l'attention.

Nous laisserons de côté les forces naturelles, comme l'eau et le vent, dont l'usage ne saurait tarir la source et auxquelles il faut, par suite, donner leur développement maximum, et certains générateurs d'énergie comme le pétrole, l'essence, l'alcool, dont l'emploi est relativement restreint, pour ne considérer aujourd'hui que le grand réservoir minier où nous puisons sans compter cet élément si répandu de l'énergie qu'est le charbon.

Le pouvoir calorifique de la houille est utilisé dans des conditions variées, mais plus souvent mauvaises que bonnes, et le fait est d'autant plus regrettable que si, à l'heure actuelle, la question du charbon est grave, elle le restera pendant longtemps encore au lendemain de la guerre.

Aucune initiative sérieuse n'a été prise en France pour économiser le charbon, car il ne faut pas confondre : restriction avec économie. Nous voyons chaque jour les cheminées de nos usines répandre dans l'air d'épais nuages de fumée qui représentent des tonnes de charbon perdu, sans que les industriels responsables, mais d'une négligence bien française, daignent se soucier de l'ordonnance du 22 juin 1898 sur la fumivorité, ni des conseils pratiques donnés par le Congrès des Ingénieurs à Londres en 1913, congrès qui a cependant établi les règles propres à assurer une combustion complète.

Nos grandes compagnies de chemins de fer ne sont pas moins prodigues; le fraisil des boîtes à fumée, quand il n'est pas simplement abandonné, est cédé gratuitement ou à peu près à ceux qui veulent bien en débarrasser les dépôts, alors qu'on pourrait en faire des agglomérés dont la qualité serait égale à celle des briquettes qui l'ont produit. Et qu'on ne vienne pas dire que c'est là une utopie : les chemins de fer italiens qui appliquent cette méthode réalisent ainsi une économie mensuelle de 2 500 t de charbon !

Mais, en dehors de ces pertes qu'il faut à tout prix éviter, on peut encore réaliser des économies importantes en se servant, pour le chauffage, l'éclairage ou la force motrice, de l'intermédiaire le plus rationnel parmi ceux qui sont d'une application courante : le gaz, la vapeur, l'électricité; il peut y avoir intérêt, en effet, à se chauffer au gaz au lieu d'utiliser le charbon lui-même, à recourir à l'énergie électrique, même produite par la vapeur, au lieu d'avoir des machines à vapeur commandant directement les ateliers, etc. C'est là le problème que je me propose d'essayer de résoudre dans les lignes qui vont suivre en examinant successivement les trois principaux usages du charbon : le *chauffage domestique*, l'*éclairage* et la *production de force motrice*.

I. — Consommation de charbon par unité d'énergie utilisable.

— Suivant l'usage qui est fait de l'énergie produite, nous prendrons comme unité la calorie (kilogramme), la bougie-heure ou le cheval-heure.

Chauffage domestique. — Tout, dans cette première application, se résume à obtenir la calorie utilisable, c'est-à-dire *dégagée*, avec le minimum de consommation de charbon. Laissons momentanément de côté le rendement des appareils d'utilisation et supposons tout d'abord que ce rendement soit de 100 pour 100.

La *houille* a un pouvoir calorifique qui varie de 7 500 calories pour les qualités maigres, à 8 500 pour l'anthracite. Nous admettrons le chiffre moyen de *8000 calories* qui est un peu élevé pour les charbons utilisés à la fabrication du gaz et faible pour les anthracites de foyer domestique. La *calorie-charbon* est donc obtenue avec 0,125 g de charbon.

Le *gaz* donne en moyenne 5 000 calories par mètre cube; or, avec de bon charbon, on obtient 300 m³ de gaz et 720 kg de coke par tonne distillée, mais à l'heure actuelle le rendement dépasse rarement 275 m³ et avec les pertes dans les conduites, il ne faut se baser

Digitized by Google

que sur 250 m³ rendus chez l'abonné; en outre, comme le tiers au moins du coke théoriquement recueilli est absorbé pour le chauffage des fours, on n'en recueille pratiquement que 500 kg et c'est là un chiffre maximum qu'atteignent seules les grandes usines (la moyenne est plus près de 350 kg). Or, ce coke a un pouvoir calorifique de 6 000 calories environ; si on recueille en coke la moitié du poids de la houille distillée, on peut donc admettre que le nombre de calories passant dans le gaz par la distillation est, par kilogramme, de 8 000 — 3 000 = 5 000; cela revient à dire que, déduction faite du coke encore utilisable, 1 kg de charbon distillé ne correspond en somme qu'à $\frac{5\,000}{8\,000} = 0{,}625$ kg de charbon brûlé. Par suite, 1 m³ de gaz est obtenu avec $\frac{625}{250} = 2{,}5$ kg de charbon réellement brûlé. Comme ce gaz a un pouvoir calorifique de 5 000 calories, la *calorie-gaz* est obtenue avec $\frac{2\,500}{5\,000} = 0{,}500$ g de charbon.

En *électricité*, on peut admettre que le kilowatt-heure est obtenu normalement avec 1,500 kg de charbon; mais ceci n'est possible qu'avec des unités déjà importantes; et à l'heure actuelle, avec les charbons de qualité inférieure qu'il nous faut brûler, ce chiffre est faible, la réalité étant plutôt voisine de 2 kg.

Nous savons que 1 kw-h équivaut à

$$\frac{1\,000\,\text{w} \times 3\,600}{9{,}81 \times 424} = 865 \text{ calories}$$

(424 kg étant l'équivalent mécanique de la calorie). La *calorie-électrique* est donc obtenue en conservant le chiffre de 2 000 g de charbon par kilowatt-heure avec $\frac{2\,000}{865} = 2{,}3$ g de charbon.

Voyons maintenant comment le rendement des divers appareils d'utilisation, et cette utilisation elle-même vont influer sur les résultats pratiques.

On admet généralement les rendements moyens suivants :

Cheminée ordinaire	10	pour 100
Id. Fondet	20	Id.
Poêle cuisinière	20	Id.
Poêle à charbon	50	Id.
Chauffage central	60	Id.
Poêle à gaz rayonnant	70	Id.
Poêle électrique	10	Id.

Nous basant alors sur les valeurs précédemment données pour ce que nous avons appelé la calorie-charbon, la calorie-gaz et les rendements ci-dessus, nous pourrons établir le tableau suivant qui donne la quantité de charbon nécessaire pour obtenir pratiquement la calorie suivant les divers procédés d'utilisation d'usage courant d'où il résulte que :

Le chauffage central est donc le mode de chauffage le plus économique au point de vue de la consommation de charbon et le chauffage au gaz arrive seulement après la cheminée Fondet.

Tableau I.

Systèmes	Chauffage central	Poêle à charbon	Cheminée Fondet	Poêle à gaz	Cheminée ordinaire	Poêle électrique
Quantité de charbon nécessaire en grammes pour obtenir 1 calorie.	0,208	0,250	0,625	0,714	1,25	2,3

Ceci pourra paraître paradoxal à ceux qui ont lu les articles publiés il y a six ou huit mois par quelques grands journaux de la presse quotidienne dans le but de démontrer qu'il y avait avantage à se chauffer au gaz, articles bourrés de chiffres impressionnants... qui n'ont d'ailleurs impressionné que les ignorants. Un de leurs auteurs, qui précisait que ses chiffres étaient extraits des notes « qu'il avait prises quand il était secrétaire général des travailleurs du gaz », M. Lajarrige, conseiller municipal de la Ville de Paris et député, allait même jusqu'à conclure « que le développement de la consommation du gaz, au détriment de celle du charbon de terre réduirait de plus d'un cinquième nos importations! » Et c'était alors l'époque où un ministre vigilant et certainement moins convaincu, édictait la restriction du gaz. La théorie de M. Lajarrige mérite que l'on en dise deux mots, ne serait-ce que pour en démontrer l'inexactitude et en même temps le danger de traiter des questions aussi techniques quand on n'y est pas préparé. Cette inexactitude résultait du simple fait que l'auteur admettait, probablement pour les besoins de sa démonstration, que le charbon était toujours brûlé dans des cheminées ordinaires à rendement de 10 pour 100 alors que le coke était utilisé dans des appareils ayant un rendement très élevé! Mais je vais pousser plus loin la démonstration.

Prenons une houille à 7 000 (¹) calories par kilogramme; admettons un rendement chez l'abonné de 250 m³ à la tonne d'un gaz donnant pratiquement 3 500 calories par mètre cube brûlé; enfin conservons pour le coke le pouvoir calorifique de 6 000 calories par kilogramme et une production nette (chauffage des fours déduit) de 500 kg de coke par tonne de houille distillée; ce sont les chiffres classiques des grandes usines.

Supposons, ce qui est rationnel, que l'on utilise le charbon ou le coke dans des appareils de chauffage appropriés ayant même rendement K; le nombre de calories que l'on pourra obtenir par tonne de houille s'établira ainsi :

Utilisation directe du charbon : ... $K \times 7\,000\,000$ cal.

Transformation en gaz :

250 m³ de gaz à 3 500 cal. ... 875 000 calories
500 kg de coke à 6 000 cal. ... $K \times 3\,000\,000$ calories
Soit $875\,000 + K \times 3\,000\,000$ calories

(¹) Chiffres adoptés par M. Lajarrige.

Pour qu'il y ait plus d'avantage à transformer le charbon en gaz au point de vue de l'utilisation des calories, il faut que

$$875\,000 + K \times 3\,000\,000 \geqq K \times 7\,000\,000.$$

D'où

$$K \leqq 0{,}22.$$

Ce qui revient à dire *qu'il faudrait utiliser des foyers ayant un rendement inférieur à 22 pour 100, soit de vulgaires cheminées; avec une simple cheminée Fondet l'avantage est déjà nul et, si on utilise des poêles, même mauvais, il disparaît complètement!*

Que reste-t-il des belles théories de M. Lajarrige? Pas même un peu de gaz de plus!

Eclairage. — Nous retrouvons ici les deux éternels concurrents : gaz et électricité. Or, nous avons montré précédemment qu'en tenant compte des calories restant emmagasinées dans le coke réellement recueilli, on pouvait admettre que le mètre cube de gaz correspondait à 2,5 kg de charbon réellement brûlé; nous avons d'autre part admis que le kilowatt-heure était actuellement produit avec 2 kg de charbon.

Un bec Auer droit consomme 1,10 litre à 1,25 litre de gaz, un bec renversé 0,8 litre par bougie-heure.

Une lampe à filament métallique ordinaire consomme 1,2 w par bougie-heure; la lampe intensive dite un demi-watt qui tend de plus en plus, et avec juste raison d'ailleurs, à supplanter l'arc ne paraît pas dépasser réellement le demi-watt par bougie.

On peut dès lors établir le tableau suivant qui indique en grammes la quantité de charbon nécessaire pour obtenir la bougie-heure :

Tableau II.

Systèmes	Lampe électrique demi-watt	Bec de gaz renversé	Lampe filament métallique ordinaire	Bec Auer droit
Charbon en grammes par bougie-heure.	1 g	2 g	2,4 g	2,75 g à 3,12 g

Au point de vue strict de l'économie maximum de charbon, il y a donc intérêt à utiliser les lampes électriques intensives.

Force motrice. — Il est extrêmement difficile de comparer la consommation correspondante en charbon des divers moteurs à gaz, électriques et à vapeur, car il faudrait pouvoir tenir compte d'un élément qui nous échappe complètement et dont l'importance est cependant capitale : c'est l'*utilisation* de la force motrice produite.

Le moteur électrique, en effet, dont la consommation est très sensiblement proportionnelle au travail qu'on lui demande de fournir, est incontestablement avantagé, alors qu'un moteur à gaz pauvre tournant à vide brûlera une quantité de charbon pouvant atteindre moitié de celle qu'il absorbe en pleine charge. Il en résulte que des moteurs semblables, dont la puissance est mal utilisée, consomment en réalité par cheval-heure réellement produit deux à quatre fois plus de charbon que les chiffres indiqués par les constructeurs ou obtenus aux essais en charge. C'est d'ailleurs dans ce fait, dont les industriels commencent à se rendre de mieux en mieux compte, qu'est dû l'énorme développement de l'électrification des usines, qui trouvent avantage à acheter du courant à de grosses centrales même thermiques.

Il faut donc faire des hypothèses, et nous avons établi celles-ci en nous basant sur des chiffres relevés dans divers ateliers et dont l'utilisation réelle de la force motrice a pu être déterminée assez approximativement.

Il en résulte que, pour les moteurs à gaz de ville, la consommation réelle *moyenne* par cheval-heure varie de 800 à 1 000 litres et qu'avec des moteurs à gaz pauvre il faut compter sur 1,800 kg de combustible; quant aux machines à vapeur de puissance ne dépassant pas 50 à 60 ch que nous devons envisager ici, la consommation pratique de charbon ne descend pas, par cheval-heure réellement produit, au-dessous de 2,500 kg et peut, dans certains types de locomobiles, aller bien au delà.

En conservant ces chiffres et admettant pour les moteurs électriques un rendement moyen de 0,8 (qui est un peu faible mais tient compte de la marche à vide), on peut résumer dans le tableau ci-dessous les consommations de charbon correspondant au cheval-heure obtenu avec les divers systèmes :

Tableau III.

Systèmes	Gaz pauvre	Moteur électrique	Moteur à gaz	Machine à vapeur
Consommation de charbon en kilogrammes par cheval-heure.	1,800 kg	1,840 kg	2 kg à 2,500 kg	2,500 kg

Le gaz pauvre paraît donc conserver un léger avantage; en réalité, le moteur électrique lui est supérieur quand l'électrification de l'usine est bien comprise, car seul il permet de supprimer les longues transmissions qui absorbent une notable partie de la force produite. L'économie ainsi réalisée peut, en effet, même dans des ateliers bien installés, atteindre 20 pour 100.

II. — Prix de revient de l'unité d'énergie. — Mais il ne suffit pas de dire : il faut adopter le chauffage central, il faut s'éclairer à l'électricité, il faut électrifier nos ateliers en achetant l'énergie à une grosse centrale; c'est là le meilleur moyen de réaliser l'économie de charbon maximum, il est vrai, mais le client considérera toujours avant tout : l'*économie* tout court. Il est donc intéressant de compléter ce qui précède par

Digitized by Google

l'examen des prix de revient et de voir comment vont se classer à nouveau les divers systèmes dans chaque cas.

Ici, malheureusement, une nouvelle difficulté se présente; les prix actuels n'ayant aucune stabilité, il nous faudra adopter les bases d'avant-guerre; il en résultera à cause de l'introduction d'éléments secondaires (frais de fabrication ou de production, de distribution, etc.) que les résultats ne seront pas aussi rigoureux. Ils seront cependant assez exacts pour ne pas fausser le classement.

Le charbon domestique valait en moyenne 60 fr la tonne rendu en cave; l'anthracite pour chauffage central et poêles à feu continu coûtait une dizaine de francs de plus. Le gaz valait de 0,20 à 0,30 fr le mètre cube pour l'éclairage et 0,20 fr pour la force motrice selon l'importance des villes, l'électricité pour l'éclairage 0,70 le kilowatt-heure et pour la force motrice industrielle de 0,15 fr à 0,25 fr. Dès lors, on peut indiquer les chiffres comparatifs ci-dessous pour chacun des tableaux donnés plus haut.

Chauffage. — Il suffit d'appliquer le prix de 0,6 ou 0,7 fr le kilogramme de charbon aux quantités nécessaires indiquées pour obtenir une calorie avec du chauffage central, une cheminée, etc., qui utilisent directement le combustible. Pour le gaz, nous avons vu que le rendement des fourneaux est en moyenne de 70 pour 100 et que le gaz donne 5000 calories au mètre cube, pratiquement on utilise donc 3500 calories par mètre cube brûlé, ce qui représente: 0,283 litre par calorie. Quant au chauffage électrique, nous avons montré qu'une calorie correspond, rendement des appareils d'utilisation compris, à $\frac{1000}{865} = 1,15$ w-h, et nous supposerons que l'énergie nécessaire est achetée au prix de la force notrice; le tableau des prix de revient s'établit alors ainsi:

Tableau IV.

Systèmes	Chauffage central	Poêle à charbon	Cheminée Fondet	Poêle à gaz 0,20 le m³	Poêle à gaz 0,30 le m³	Cheminée ordinaire	Poêle électrique 0,30 le kw-h	Poêle électrique 0,30 le kw-h
Prix de revient en *centimes* de la calorie.	0,00145	0,00175	0,00375	0,0056	0,0085	0,00875	0,023	0,035

Le chauffage central reste le mode de chauffage le plus économique et le classement n'a pas changé. Le consommateur peut donc réaliser l'économie maximum de charbon tout en défendant l'intérêt de son portemonnaie.

Eclairage. — Le tableau pour l'éclairage sera le suivant, basé sur les chiffres donnés plus haut:

Tableau V.

Systèmes	Bec renversé gaz à 0,20 fr	Bec Auer gaz à 0,20 fr	Bec renversé gaz à 0,30 fr	Bec Auer gaz à 0,30 fr	Lampe électrique demi-watt	Lampe électrique 1 watt
Prix de revient en centimes de la bougie-heure.	0,016	0,022 à 0,025	0,024	0,033 à 0,037	0,035	0,07

Ici le gaz a incontestablement l'avantage, et cet avantage est surtout prononcé avec le bec renversé aujourd'hui très répandu. Pour qu'il y ait équivalence, il faudrait, étant donné que ce bec consomme 0,8 litre par bougie, que l'on fasse usage exclusivement de lampes intensives dites demi-watt et que l'électricité fût à un prix E tel que G étant le prix du gaz on ait

$$0,8 \times E = 0,5\ G.$$

D'où

$$\frac{G}{E} = \frac{0,8}{0,5} = 1,6$$

c'est-à-dire que le prix du kilowatt-heure devrait au plus être égal à 1,6 fois le prix du mètre cube de gaz. Avec le prix de gaz d'avant-guerre de 0,20 fr à 0,30 fr cela conduisait à un prix de kilowatt-heure variant de 0,32 à 0,48 fr que l'on ne trouvait pas dans les distributions alimentées par les centrales thermiques. Mais à l'heure actuelle, les prix de gaz ont subi partout des relèvements fort sensibles qui ont amené le prix du mètre cube entre 0,40 et 0,60 fr alors que les prix du kilowatt-heure n'ont guère passé que de 0,70 à 0,80 fr et même n'ont subi souvent aucune augmentation encore dans les grands centres: comme les valeurs correspondant à 0,40 fr et 0,60 fr multipliées par le coefficient 1,6 donnent respectivement 0,64 fr et 0,96 fr, on voit que l'électricité peut alors reprendre l'avantage.

Mais il est certain que cet avantage est faible et insuffisant pour amener la clientèle à changer ses habitudes.

Force motrice. — Le tout-venant pour machine à vapeur valait 20 fr la tonne, et les grains d'Anzin pour gaz pauvre 30 fr; en outre, il faut ici tenir compte de l'intérêt du capital immobilisé et de l'amortissement des installations qui varient énormément suivant celui des quatre systèmes de production de force motrice que l'on considère.

Digitized by Google

Avec le gaz pauvre le cheval installé pour des puissances comme celles considérées d'une cinquantaine de chevaux revenait de 300 à 400 fr : ch ; l'intérêt à 10 pour 100, l'entretien et l'amortissement estimés également 10 pour 100, représentaient donc 380 fr : ch; comme l'utilisation annuelle à pleine charge ne dépasse généralement pas 2 000 h, il y a donc lieu d'ajouter par cheval-heure $\frac{80}{2\,000} = 0{,}04$ fr. En outre, un moteur à gaz pauvre exige la surveillance d'un mécanicien pendant 4 à 5 h par jour (surveillance proprement dite, entretien, etc.), qui représentaient, à raison d'un salaire de 1 fr l'heure, 4 fr au minimum, soit 1 200 fr par an ou $\frac{1\,200}{2\,000 \times 50} = 0{,}012$ fr : ch-h. Au total, il y a donc lieu d'ajouter à la valeur du combustible une somme de : $0{,}04 + 0{,}012 = 0{,}052$ fr.

Avec le moteur à gaz de ville les frais d'installation s'abaissent à 250 fr ou 300 fr d'où pour intérêts et amortissements par cheval-heure : 0,03 fr seulement ; la surveillance est beaucoup moins grande et peut être estimée à 0,01 fr, d'où un total de frais supplémentaires de 0,04 fr : ch-h.

Le moteur électrique conduit à des frais de premier établissement qui, même si l'on tient compte des canalisations, ne s'élèvent pas à plus de 200 fr avec des moteurs de 20 à 25 ch et 250 fr avec des moteurs d'une dizaine de chevaux. La surveillance et l'entretien sont négligeables. Il n'y a donc à tenir compte que de 20 pour 100 pour intérêts et amortissement ce qui, toujours avec les 2 000 h d'utilisation adoptées plus haut, conduit par cheval-heure au maximum à : 0,025 fr.

Pour une machine à vapeur, il faut compter sur 500 fr par cheval installé dans les conditions les plus favorables (avec une demi-fixe par exemple), d'où pour intérêts et amortissements : 0,05 fr : ch-h. Il faut un chauffeur payé 3 000 fr par an (avant la guerre, toujours), d'où, de ce fait : 0,015 fr : ch-h et au total 0,065 fr.

Dès lors le tableau des prix de revient du cheval-heure se dresse comme le montre le tableau VI.

Si l'utilisation baisse, la valeur des frais fixes par cheval-heure (intérêts, amortissement, surveillance, etc.) croît rapidement ; nous avons tablé sur une utilisation annuelle de 2 000 h alors que des ateliers de mécanique par exemple, ne dépassent pas 1 000 h et que nombre de petites industries n'arrivent qu'à 700 à 800 h.

Si l'on examine seulement le cas d'une utilisation annuelle de 1 000 h, on constate que les prix de revient du cheval-heure se classent toujours de la même façon, mais que le moteur électrique concurrence sérieusement la vapeur et qu'il lui est même supérieur si l'on tient compte de la possibilité déjà mentionnée de supprimer les longues transmissions, ce qui procure une économie d'énergie de 15 à 20 pour 100.

TABLEAU VI.

SYSTÈMES	GAZ PAUVRE	VAPEUR	MOTEUR électrique courant à 0,15 fr le k-wh	GAZ DE VILLE	MOTEUR électrique courant à 0,25 fr le k-wh
	fr	fr	fr	fr	fr
Valeur du combustible, du gaz ou du courant par cheval-heure.........	0,054	0,05	0,138	0,16-0,20	0,23
Intérêts, amortissement, conduite par cheval-heure......	0,052	0,065	0,025	0,04	0,025
TOTAL.......	0,106	0,115	0,163	0,20-0,24	0,255

En tout cas, l'intérêt de l'économie du combustible marche ici de pair avec l'intérêt de l'industriel.

Conclusion. — Elle ressort assez nettement de tout ce qui précède pour qu'il suffise de résumer les données précédentes.

Pour le chauffage : le chauffage central est recommandable et, à défaut, le chauffage par poêles et salamandres qui ne conduit qu'à un surcroît de dépense peu important. On doit tendre à supprimer l'usage des cheminées ordinaires ou même du type Fondet ainsi que le chauffage au gaz par radiateurs qui constituent un véritable gaspillage. Seule la cuisine au gaz doit être préférée à cause du mauvais rendement de nos poêles cuisinières. Au point de vue prix de revient, l'intérêt du consommateur est sauvegardé.

Pour l'éclairage : pour économiser du charbon, il faut s'éclairer à l'électricité, mais pour défendre sa bourse, il faut avoir recours au gaz.

Pour la force motrice : gaz pauvre et électricité permettent d'obtenir l'énergie avec une dépense en charbon sensiblement équivalente ; le gaz pauvre en revanche donne le cheval-heure à un prix un peu plus avantageux. Toutefois, si l'on pouvait mettre en balance la commodité du moteur électrique en face de l'aléa de marche et surtout de mise en route du moteur à gaz pauvre, il n'y aurait plus aucune hésitation.

En résumé, en dehors du chauffage, on peut dire que l'électricité, même produite par des usines thermiques, permet de réaliser l'économie maximum de charbon et si le prix de revient n'est pas toujours le plus avantageux, la différence est faible et largement compensée par certains avantages qu'on ne peut malheureusement chiffrer. Développons donc sans hésitation les applications de l'électricité.

Ach. DELAMARRE.

OF THE UNIVERSITY OF

Digitized by Google

Assemblées générales

Compagnie Provinciale des Eaux, du Gaz et de l'Electricité.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 28 SEPTEMBRE 1917.

Ce troisième exercice de guerre laisse encore apparaître quelques bénéfices malgré la hausse des prix du charbon et des tarifs de main-d'œuvre, ce qui prouve que le relèvement des affaires de la Société se fera facilement dès que les circonstances le permettront.

La mise en rapport prochaine des stations électriques de Charolles et des Sables-d'Olonne y contribuera.

Par suite de la prolongation des hostilités, le Conseil a jugé qu'il convenait de ne plus continuer à différer les amortissements nécessaires, et le bilan ci-après tient compte de ces amortissements; les amortissements en retard, ainsi que ceux de l'exercice courant, ont été prélevés sur le report de 1916 et sur les produits nets de 1916-1917.

De plus, il a été décidé que les bénéfices sociaux seraient dorénavant calculés en faisant tous les amortissements industriels avant l'établissement des bénéfices nets.

Sur le solde créditeur de l'exercice précédent à fin mars 1916 de 364 467 fr, il a été prélevé 120000 fr pour amortissements sur premier établissement et 190768 fr pour amortissements sur installations en location.

Le solde du compte profits et pertes de 73842 fr a été reporté à nouveau.

BILAN AU 31 MARS 1917.

Actif.

	fr
Premier établissement	3 679 969,91
Outillage, matériel, mobilier	55 736,55
Appareils en location	1 034 784,33
Titres en portefeuille	20 000 »
Caisses et banques	325 467,61
Magasins et stocks	298 824,26
Débiteurs divers	184 779,76
Impôts recouvrables	16 038,35
Comptes d'ordre	251 863,74
Obligations non émises	137 500 »
	6 004 964,51

Passif.

	fr
Capital actions	2 500 000 »
Obligations :	
1re série	1 200 000 »
2e série	900 000 »
Prime sur actions	120 000 »
Réserve légale	153 766,46
Fonds de prévoyance	153 766,46
Amortissements :	
Sur installations en location	517 981,84
Sur premier établissement	265 360,77
Créditeurs divers	39 163,72
Coupons restant à payer	81 083,02
Comptes de profits et pertes	73 842,24
	6 004 964,51

Compagnie générale électrique de Nancy.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 23 OCTOBRE 1917.

Les bénéfices de l'exercice 1916-1917, ressortant du bilan au 30 juin 1917 que nous reproduisons ci-dessous, s'élèvent, après amortissements, à 1 281 487 fr.

L'assemblée générale a décidé la répartition d'un dividende de 80 fr nets d'impôts par action nouvelle ou ancienne.

L'assemblée a également donné mandat au Conseil d'administration d'étudier la question du rachat des parts de fondateurs, conformément aux statuts.

BILAN AU 31 JUIN 1917.

Actif.

	fr
Terrains :	
Nancy	454 286,66
Frouard	250 000 »
Nanterre	78 000 »
Constructions générales :	
Nancy	1 730 695,14
Frouard	352 431,21
Nanterre	91 005,85
Outillage, modèles et mobilier :	
Nancy	1 293 227,54
Frouard	17 320,70
Nanterre	15 520,10
Matériel et machines-outils :	
Nancy	2 211 324,60
Frouard	476 217,18
Nanterre	170 697,68
Frais de premier établissement	237 758,92
Consignations pour cautionnements	47 045,20
Titres en portefeuille	4 220 775 »
Matières premières, approvisionnements, machines et appareils en fabrication	4 304 702,10
Caisse et banquiers	270 496,41
Clients et débiteurs divers	2 066 689,16
	18 308 703,45

Passif.

	fr
Capital actions	4 000 000 »
Réserve légale	546 869,58
Réserve spéciale	2 761 762,07
Amortissements	5 139 000,28
Obligations	480 000 »
Intérêts d'obligations et dividendes des exercices antérieurs non encaissés et obligations non remboursées au 30 juin 1917	67 970 »
Comptes courants créditeurs	4 031 614,20
Profits et pertes. Bénéfice de l'exercice	1 281 487,32
	18 308 703,45

Erratum du numéro du 3 novembre 1917.

Page 720, colonne 2. Le bilan au 31 décembre 1916, qui figure à la suite de l'assemblée générale extraordinaire de la Compagnie pour la fabrication des Compteurs, n'est pas celui de cette Compagnie, mais il aurait dû figurer dans le rapport de la Société Pyrénéenne d'Energie électrique où il manque. (Voir *R. G. E.*, n° 17 du 27 octobre, p. 679, colonne 2.)

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

La propriété industrielle et la guerre

Modifications apportées par la guerre aux lois et conventions relatives à la propriété industrielle.

Le but de cette étude est de donner un tableau succinct, mais néanmoins complet, du régime imposé par les nécessités de la guerre à la propriété industrielle. Celle-ci a apporté, en cette matière, des perturbations dont les effets se feront longtemps sentir. Tant au point de vue national que dans les rapports internationaux, des mesures spéciales ont été prises qu'il importe pour les industriels de connaître. L'auteur a cherché à les résumer et à en faire ressortir les caractéristiques essentielles.

La guerre que nous subissons a rendu nécessaire, dans la plupart des pays belligérants et neutres et spécialement en France, une législation spéciale de guerre réglant la situation de la propriété industrielle pour la durée des hostilités et, dans une certaine mesure, pour la période qui suivra. Elle a, d'autre part, mis en question l'existence des Conventions internationales et motivé des mesures particulières en vue de leur application. On retrouve, d'ailleurs, dans les lois temporaires promulguées dans les divers pays, la trace de l'influence exercée par ces Conventions qui lient à la fois les belligérants et les neutres. On est d'accord d'admettre aujourd'hui que, pour cette raison même, elles subsistent, mais qu'elles demeurent paralysées pour la durée des hostilités dans une mesure variable, dans leurs applications.

La législation française de guerre sur la Propriété industrielle comprend, à l'heure actuelle : 1° le décret du 14 août 1914 pris en vertu des pouvoirs conférés au gouvernement par la loi du 5 août 1914, suspendant les délais en matière de brevets d'invention, de dessins et modèles et de marques. 2° Le décret du 27 septembre 1914, relatif à l'interdiction des relations commerciales avec l'Allemagne et l'Autriche-Hongrie. L'article 5 de ce décret prévoyait la promulgation d'un décret spécial visant les brevets et les marques de fabrique intéressant les ressortissants des empires d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie. Ce décret n'a jamais été rendu et la question a été solutionnée par la loi du 27 mai 1915. 3° La loi du 27 mai 1915 établissant des règles temporaires en matière de propriété industrielle, notamment en ce qui concerne les brevets d'invention appartenant aux ressortissants des empires d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie. 4° La loi du 12 avril 1916 relative aux inventions intéressant la défense nationale.

Nous allons passer en revue brièvement les principales dispositions de cette législation spéciale au point de vue des brevets, des dessins et modèles et des marques.

I. — Brevets.

I. — SUSPENSION DES DÉLAIS ET DES DÉCHÉANCES. — a) *Législation interne.* — Aux termes de l'article 32 de la loi de 1844, modifiée par la loi du 7 avril 1902, le défaut de paiement des annuités dans les délais impartis par la loi, entraîne la déchéance irrémédiable des droits du breveté. Cette sanction est suspendue par l'article premier du décret du 14 août 1914, à partir du 1er août 1914 inclusivement jusqu'à une date qui sera fixée par décret à la cessation des hostilités. Il s'ensuit que, pendant toute la durée des hostilités, les titulaires de brevets qui, au 1er août 1914, se trouvaient en règle pour le paiement de leurs annuités, sont assurés de conserver leurs droits, cela sans avoir à se préoccuper d'effectuer de versements d'annuités. Les délais pour le paiement des annuités recommenceront à courir à partir de la date qui sera fixée par le décret à intervenir, toute la période des hostilités étant, à ce point de vue, considérée comme inexistante. Des mesures seront alors vraisemblablement prises pour régler les conditions du payement des annuités dues par la période de guerre.

En présence du texte général du décret, on doit décider, d'autre part, que la suspension des délais de paiement s'applique non seulement aux délais relatifs au paiement de l'annuité elle-même, mais à ceux dans lesquels l'annuité peut, au cas de retard, être acquittée avec paiement des taxes supplémentaires prévues par la loi du 7 avril 1902.

Le paragraphe 2 du même article spécifie que la suspension s'applique au versement à effectuer « lors de toute demande de brevet ou de certificat d'addition », ce par dérogation à l'article 7 de la loi de 1844 qui subordonne la recevabilité de la demande de brevet à la justification du versement préalable de la taxe de première année. Il s'ensuit qu'à l'heure actuelle, et tant que la mesure ne sera pas rapportée par le décret qui doit être rendu à la cessation des hostilités, il est loisible à tout

Digitized by Google

inventeur de prendre un brevet, sans verser aucune taxe. Mais le versement n'est que suspendu et le paiement des taxes reprendra son cours lorsque la mesure suspensive de paiements aura été rapportée.

D'autre part, les brevets déposés sans paiement de taxes ne sont pas délivrés ; le dépôt a simplement pour effet de réserver les droits de l'inventeur en empêchant l'invention de tomber dans le domaine public.

La loi de 1844 (art. 32, § 2) impose au breveté l'obligation à peine de déchéance, s'il ne justifie pas de causes de son inaction d'exploiter son invention par fabrication, dans un délai de deux ans à partir de la délivrance, délai porté à trois ans à partir de la demande, par application aux Français (loi du 1^er^ juillet 1906) des dispositions de la Convention d'Union. L'article 2 du décret du 14 août 1914 affranchit les brevets de cette obligation d'exploiter et admet ainsi que l'état de guerre est une cause suffisante de l'inaction du breveté.

Cette suspension d'exploitation doit avoir lieu pendant « le même temps que celui prévu pour la suspension des délais de paiement ».

A la date fixée pour la reprise de la « vie normale » des brevets, le breveté se retrouvera à ce point de vue dans l'état même où il était le 1^er^ août 1914.

La suspension des délais s'applique également aux délais impartis par la loi du 13 avril 1908 aux titulaires de certificats de garantie qui leur ont été délivrés comme participants à une exposition organisée en France avec l'autorisation ou le patronage de l'administration, pour réclamer la protection de leurs découvertes par la prise d'un brevet conformément aux dispositions de la loi de 1844.

b) *Législation internationale.* — La loi du 27 mai 1915 établissant des règles temporaires en matière de propriété industrielle dispose dans son article 7 que les délais de priorité prévus par l'article 4, modifiés dans la Convention d'Union de 1883, sont suspendus à partir du 1^er^ août 1914, pour la durée des hostilités et jusqu'à une date qui sera fixée par décret.

Ces dispositions ne peuvent, aux termes du deuxième alinéa du même article, être revendiquées que par les ressortissants de l'Union dont le pays a accordé ou accordera le même avantage aux Français ou protégés français.

C'est là le pendant en matière internationale des dispositions résultant, au point de vue national, du décret du 14 août 1914, avec toutefois cette différence que le principe de la réciprocité est, cette fois, posé.

c) *Législations étrangères.* — La plupart des pays étrangers ont, sous des formes variables, pris des dispositions analogues suspendant les délais et les déchéances en matière de propriété industrielle. Nous ne pouvons, même en nous limitant à une simple énumération, insister ici sur cette législation qui comporte, dans certains pays, un très grand nombre de documents. Les personnes que cette question intéresserait spécialement pour certains pays, trouveront les principaux textes promulgués dans le journal « La Propriété industrielle » de Berne, organe de l'Union internationale de la Propriété industrielle.

Il importe de ne pas oublier, et le décret du 14 août 1914 a cru devoir le rappeler, que toutes les dispositions prises, si elles évitent aux intéressés d'encourir des déchéances, ne sauraient les relever des déchéances encourues. Celles-ci restent nécessairement acquises.

d) *Clause de réciprocité.* — Le décret du 14 août 1914 ne subordonnait à aucune clause de réciprocité le bénéfice des dispositions qu'il édictait.

Le décret du 27 septembre 1914, relatif à l'interdiction des relations commerciales avec les sujets et ressortissants des empires d'Allemagne et d'Autriche, ne tranche pas davantage la question. Il renvoie toutefois (art. 5) à un décret spécial qui devait statuer sur des brevets d'invention et des marques intéressant les sujets de ces pays. Ce décret n'a jamais été rendu. C'est une loi, la loi du 27 mai 1915, qui a comblé la lacune, en spécifiant dans son article 5 que les dispositions du décret du 14 août 1914 ne pouvaient bénéficier aux sujets des pays étrangers qu'autant que ces pays, avaient concédé ou concéderaient, par réciprocité, des avantages équivalents aux Français et aux protégés français.

e) *Rétroactivité.* — La question se pose de savoir si cet article 5 de la loi du 27 mai 1915 a un effet rétroactif. Le rapporteur de la loi au Sénat, sur une observation de M. Boivin-Champeaux, semble avoir exclu tout caractère rétroactif pour cette disposition. Dans le silence du texte, il semble que cette opinion du rapporteur doive être accueillie. Il s'ensuit que les ressortissants de pays n'ayant pas encore accordé, au jour de la promulgation de la loi du 27 mai, des avantages équivalents aux Français devaient, à dater de cette loi, acquitter les paiements et observer les délais dont le décret du 14 août affranchissait tous les intéressés sans distinction, mais qu'ils ne pouvaient être réputés déchus pour avoir jusque-là profité des avantages concédés par ce décret.

f) *Algérie et colonies.* — Le décret du 14 août 1914 (art. 4) et la loi du 27 mai 1915 s'appliquent à l'Algérie. La loi de 1915 prévoit des décrets spéciaux pour l'application des règles qu'elle édicte aux colonies autres que la Guadeloupe et la Martinique et aux pays de protectorat. Il n'en a pas été rendu.

II. — Situation faite aux brevets français appartenant aux sujets et ressortissants des empires d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie. — Les droits dérivant de l'invention ou de la création sont des droits privés qui, en principe, ne sauraient être atteints par la guerre dans leur existence même. D'autre part, la France, en ce qui concerne la protection de ces droits, est liée par des Conventions internationales auxquelles sont participantes, non seulement les nations belligérantes, mais des nations neutres. Il était donc nécessaire, tout en prenant les mesures exigées par les circonstances, d'éviter de porter atteinte aux principes essentiels de la Convention internationale de 1883, régis-

sant, dans les relations avec les pays signataires, la propriété industrielle (voir Exposé des motifs de la loi de 1915).

a) *Maintien des droits acquis. Possibilité d'en acquérir de nouveaux.* — La loi de 1915 pose en principe le respect de la propriété industrielle. Les droits acquis doivent pouvoir être conservés et ceux qui naîtront recevoir protection. Il est, toutefois, légitime que ces droits soient paralysés entre les mains de leurs titulaires, sujets ennemis, pendant la durée des hostilités, pour éviter que ceux-ci n'en tirent des ressources et des profits utiles pour la guerre.

A la première idée se rattache la suspension des délais de priorité, édictée par l'article 7, et la faculté donnée aux ressortissants des pays ennemis, à charge de réciprocité, d'accomplir en France les formalités nécessaires à la conservation de leurs droits, et l'autorisation donnée aux Français, en dépit du décret du 27 septembre 1915, d'agir de même en pays ennemis (art. 6, § 1er).

A la seconde, la suspension de la délivrance des brevets demandés par les sujets et ressortissants des empires d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie (art. 6, § 2); l'interdiction d'exploitation des inventions appartenant aux sujets ou ressortissants des pays ennemis (art. 1 à 4).

Aux termes de l'article 6, en effet, les Français ou ressortissants français peuvent, en pays ennemi, soit directement, soit par mandataires, remplir toutes formalités et exécuter toutes obligations en vue de la conservation et de l'obtention des droits de propriété industrielle. Ce droit, toutefois, ne leur appartient, ainsi que nous l'indiquerons plus loin, que sous les restrictions indiquées par l'article 3 de la loi du 12 avril 1916. Les mêmes droits sont reconnus par le même article 6 aux sujets ennemis, *sous condition de complète réciprocité.*

La prise des brevets en France, par les sujets ennemis, reste donc possible, mais la délivrance des brevets et certificats d'addition demandés est suspendue.

b) *Interdiction d'exploitation* — Il eût été, par contre, contraire aux intérêts immédiats de la défense nationale, de permettre à nos ennemis de continuer à tirer parti en France de leurs inventions, aussi la loi du 27 mai dispose-t-elle que (art. 1er), jusqu'à une date qui sera ultérieurement fixée par décret, l'exploitation en France de toute invention brevetée par des sujets ou ressortissants des empires d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie est et demeure interdite. Cette interdiction a pour point de départ le 4 août en ce qui concerne les Allemands et le 13 août en ce qui concerne les Austro-Hongrois.

A l'inverse des dispositions qui précèdent, qui sont communes à tous les ennemis de la France, l'interdiction d'exploitation ne vise que les Allemands et les Austro-Hongrois et leurs ressortissants; on doit en conclure que l'exploitation des brevets appartenant à des sujets d'autres nations en guerre contre la France reste libre pour ceux-ci.

Il est vrai qu'au point de vue économique cette exception est sans intérêt.

L'interdiction d'exploitation ne s'applique pas seulement aux titulaires de brevets, mais elle atteint également tous ceux qui, en leur lieu et place et pour leur compte, effectueraient des actes d'exploitation.

Deux exceptions, toutefois, sont prévues; l'une vise les Français, alliés ou neutres, ayant acquis des droits sur ces brevets; l'autre les inventions dont l'exploitation peut être utile à la défense nationale.

c) *Cas de Français titulaires de droits sur des brevets pris par des ennemis.* — Il eût été, en effet, contraire aux intérêts de nos nationaux et injuste de les dépouiller des droits qu'ils avaient légitimement acquis, par contrat, sur les brevets appartenant à des Allemands ou à des Austro-Hongrois. La loi du 27 mai respecte leurs droits, mais à une double condition, c'est : 1° qu'il soit établi que les contrats de cession ou de concession de droits avaient été réellement établis avant la déclaration de la guerre et 2° que l'exécution pécuniaire des obligations contractées en échange, au profit des sujets des empires ennemis, demeurera supprimée pendant toute la durée des hostilités.

Cette exécution est interdite comme contraire à l'ordre public (art. 2).

Y a-t-il lieu, du moins, à un versement conservatoire des sommes qui pourraient être dues par application de ces conventions ou à déclaration? La question paraît avoir été envisagée, mais finalement la loi est restée muette (1) et on doit en conclure qu'aucune formalité, même de déclaration, n'est imposée aux intéressés.

d) *Cas des inventions intéressant la défense nationale.* — L'application stricte des règles précédentes eût conduit à admettre que les brevets appartenant à des ennemis et pour lesquels aucun contrat d'exploitation n'était intervenu avant le commencement des hostilités devaient rester inexploités, quelle que fût l'invention à laquelle ils se rapportaient, même si cette invention apparaissait comme de première utilité pour la défense nationale. C'eût été là une conséquence vraiment inadmissible. Aussi la loi de 1915 a-t-elle organisé, pour cette catégorie d'inventions, un système de licence obligatoire au profit, soit de l'Etat, soit même de particuliers.

L'exploitation de ces inventions, « présentant un intérêt public » ou « reconnues d'utilité publique » (art. 3), est confiée au service d'Etat intéressé par arrêté concerté d'accord entre le ministre du Commerce, le ministre des Finances et le ministre intéressé (art. 4) si l'exploitation doit être concédée à un particulier, et par particulier il faut entendre non seulement un individu, mais une société commerciale, et même une personne morale comme une collectivité ; il est statué par décret rendu sur la proposition du ministre du Commerce, un cahier des charges annexé fixe les conditions de cette exploitation.

Toutefois, afin de sauvegarder les droits des inventeurs ennemis et de prévenir tout abus, la loi dispose

(1) Voir rapport Landry. *Journal officiel,* 1er avril 1915.

Digitized by Google

au même article 4 que les décrets ou arrêtés ne peuvent être pris qu'après avis d'une Commission nombreuse, trop nombreuse même, présidée par un Conseiller d'État [1].

Le transfert de la concession d'exploitation à un tiers est nul et de nul effet s'il n'est pas autorisé sous la forme ci-dessus indiquée.

On peut se demander, dans le cas où la concession d'exploitation serait accordée à un particulier, *moyennant redevance*, à qui devrait profiter cette redevance ? Est-ce à l'inventeur ou à l'État français ?

La loi est muette sur ce point. Tout ce que l'on peut dire, c'est que, si le mode de paiement et l'attribution de la redevance ne sont pas réglés par le cahier des charges annexé au décret, la redevance ne pourra être versée au titulaire du brevet ; peut-être pourrait-elle l'être aux mains du séquestre, s'il en existe un ; il serait plus prudent, ce semble, de la verser à la Caisse des Dépôts et Consignations, où elle resterait à la disposition de qui il appartiendrait.

e) *Exceptions aux règles précédentes.* — L'article 8 indique que certains sujets des empires d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie pourront, soit à raison de leur origine ou de leurs liens de famille, soit à raison de services qu'ils ont rendus à la France, être exceptés des dispositions qui précèdent. Il semble que cette exception vise les Alsaciens-Lorrains, les Tchèques et Polonais qui ne peuvent être assimilés aux Allemands et Austro-Hongrois, puis les Danois de Sleswig, les Roumains de Transylvanie, etc...

La loi prévoit d'ailleurs, pour déterminer les conditions de cette exception, un décret et ajoute que l'exception sera prononcée dans chaque cas particulier, par une ordonnance du Tribunal civil (*sic*) rendue sur réquisitoire du Ministère public. Aucun décret n'a, du moins à notre connaissance, été rendu jusqu'ici sur la matière.

III. — Situation faite aux brevets français appartenant a des Français ou a des non ressortissants de pays ennemis. — a) *La loi du 12 avril 1916.* — La loi de 1915 autorise, nous venons de le voir, sous certaines conditions, l'exploitation en France de brevets appartenant aux Allemands ou Austro-Hongrois, lorsque cette exploitation est utile à l'intérêt général. Dans le silence des textes, l'exploitation de brevets appartenant à d'autres qu'aux sujets ennemis restait impossible sans accord préalable avec leurs propriétaires. La loi de 1844, en effet, ne contient aucune disposition permettant, dans un cas quelconque, l'exploitation d'un brevet par un tiers, même par l'État, sans l'assentiment du propriétaire.

Les auteurs sont, en général, d'accord pour penser que les brevets, et par suite leur exploitation, pouvaient être l'objet d'expropriation pour cause d'utilité publique, mais aucune procédure n'était organisée par la loi et l'expropriation des brevets restait une possibilité toute théorique. La loi du 12 avril 1916 est venue combler cette lacune.

Peut-être aurait-on pu, le cas échéant, songer à appliquer la loi de 1877 sur les réquisitions, et essayer de faire rentrer les brevets, parmi les *objets* ou *services* dont la fourniture par voie de réquisition est visée à l'article 5 de cette loi, ou encore de mettre à profit l'article 58 nouveau, incorporé à la loi de 1877 par la loi du 23 juillet 1911 sur les *Réquisitions relatives aux établissements industriels.* C'eût été, ce semble, dans les deux cas, étendre assez audacieusement le champ déjà si vaste de la loi sur les réquisitions.

Quoi qu'il en soit, la question ne se pose plus depuis la loi du 12 avril 1916.

b) *Économie générale de la loi du 12 avril 1916. Son caractère temporaire.* — Le projet à l'origine avait pour but unique de donner à l'État un droit de licence obligatoire sur les inventions intéressant la défense nationale, et, dans la pensée de ses promoteurs, les règles édictées devaient survivre à la guerre et avoir ainsi un caractère définitif. D'autres dispositions furent successivement ajoutées, dispositions relatives au droit pour certains représentants de l'administration de prendre connaissance de tous les brevets déposés, à l'interdiction de la divulgation ou de l'exploitation de certaines inventions, à l'interdiction du dépôt à l'étranger, sans autorisation spéciale, de brevets se rapportant à certains genres d'inventions. Ces modifications, ces atteintes profondes, il faut le reconnaître, portées au droit absolu des inventeurs, ont conduit à changer le caractère de la loi qui est devenue une loi de guerre, de caractère temporaire, applicable pendant les hostilités et jusqu'à une date qui sera déterminée par décret à la cessation des hostilités.

c) *Portée de la loi.* — La loi du 12 avril 1916 a un caractère très général, elle s'applique (art. 1er) *à toute invention intéressant la défense nationale et faisant l'objet de demandes de brevets ou de brevets délivrés.*

Elle donne le droit au ministre de la Guerre ou de la Marine, moyennant une juste indemnité à payer aux inventeurs, à leurs ayants droit, ou licenciés exclusifs, d'exproprier ou de faire exploiter, dans les ateliers de l'État, soit pour le compte de l'État, dans les ateliers de l'industrie privée, les inventions dont il s'agit (art. 1er).

Le paiement d'une juste indemnité à l'inventeur, prévu dès le premier article de la loi, indique que celle-ci, qui ne vise, dans aucun de ses articles, la loi du 27 mai 1915, laisse en dehors de ses prévisions les brevets appartenant aux Allemands et Austro-Hongrois,

[1] La Commission comprend un Conseiller d'Etat, président ; deux représentants du ministère du Commerce, un représentant du ministère de la Justice, un représentant du ministère de la Guerre, un représentant du ministère de la Marine, un représentant du ministère des Affaires étrangères, trois membres choisis parmi les membres du Comité consultatif des Arts et Manufactures, de la Commission technique de l'Office national de la Propriété industrielle, du tribunal de Commerce de la Seine, de la Chambre de Commerce de Paris ; quatre membres représentants de syndicats professionnels patronaux et ouvriers. Le directeur de l'Office national de la Propriété industrielle est rapporteur général de la Commission avec voix délibérative.

Digitized by Google

pour lesquels la loi du 27 mai établit un régime spécial; mais on doit admettre que, sauf cette exception, la loi du 12 avril 1916 est applicable, en ce qui concerne l'expropriation ou la licence obligatoire, aussi bien aux étrangers qu'aux Français.

d) *Examen des brevets déposés.* — Le droit d'exploitation ou d'expropriation s'étendant aussi bien aux brevets demandés qu'aux brevets délivrés, il était nécessaire que la loi investît le gouvernement du droit de prendre connaissance à titre confidentiel de toutes les demandes déposées. C'est ce que décide l'article premier qui autorise les ministres de la Guerre et de la Marine, ainsi que le ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Inventions intéressant la Défense nationale (au moment du vote de la loi, les inventions étaient rattachées au ministère de l'Instruction publique) à faire prendre connaissance à l'Office national de la Propriété industrielle de toutes les demandes de brevets déposées.

e) *Procédure. Dépossession de l'inventeur. Indemnité.* — C'est par décret qu'est prononcée la dépossession absolue et définitive, ou partielle, ou temporaire, de l'inventeur sur son brevet.

Le décret est rendu sur avis conforme d'une Commission beaucoup moins nombreuse que celle de la loi du 27 mai 1915, et partant susceptible de décisions beaucoup plus rapides, tout en donnant à l'intéressé toutes garanties. Elle se compose d'un Conseiller d'État, président et d'un représentant de chacun des ministères suivants : Commerce, Guerre, Marine, Instruction publique, les trois derniers ne disposant que d'une seule voix.

Il semble d'ailleurs qu'en pratique, les décisions de la Commission doivent être très rares, les industriels, en présence du texte de la loi, n'ayant aucun intérêt à provoquer par leur résistance l'application de la procédure de la loi de 1916. L'acquisition de la licence par l'État (l'expropriation totale de l'invention n'apparaissant que comme une mesure très exceptionnelle) paraît au moins, en ce qui concerne le principe, devoir, dans presque tous les cas, se régler à l'amiable.

Quant à l'indemnité à payer à l'inventeur, elle se fixe de gré à gré, ou, en cas d'impossibilité d'accord, par un arbitrage. Le collège arbitral comprend trois arbitres désignés, l'un par le ministre ou les ministres intéressés, le deuxième par l'inventeur et le troisième par les deux autres, ou, à défaut d'entente, par le premier président de la Cour de Paris. Ce dernier arbitre est donc, *non un tiers* arbitre, chargé de départager les deux autres, mais *un troisième arbitre* complétant le tribunal arbitral et délibérant avec les deux premiers.

Ce tribunal arbitral statue, dans les conditions et délais précisés au texte (art. 2) et sans appel sur le montant de l'indemnité à attribuer à l'inventeur, et ainsi que sur les modalités de son paiement. Sa décision n'est susceptible de recours que devant la Cour de Cassation pour vice de forme. Les frais de l'arbitrage sont supportés par l'État.

b) *Sursis à la délivrance ou à la publication.* — S'il s'agit d'une invention dont le brevet n'est pas encore délivré, le décret prononçant l'expropriation ou l'exploitation au profit de l'État peut décider (art. 1er et 4) qu'il sera sursis à la publication du brevet, cette disposition, qui a pour but d'assurer, le cas échéant, le secret de l'invention, se justifie d'elle-même.

g) *Interdiction de divulgation et d'exploitation de certaines inventions.* — Sans qu'il soit nécessaire pour l'État d'acquérir la propriété ou la licence d'exploitation du brevet, lorsque la divulgation d'une invention paraît, en raison de l'état de guerre, susceptible de présenter des dangers ou des inconvénients, le ministre du Commerce a le droit, sur avis de la Commission prévue à l'article premier, d'interdire toute divulgation ou toute exploitation de l'invention. Cette interdiction de divulgation n'existait pas dans le projet primitif du gouvernement ; elle y a été introduite par la Commission du Commerce et de l'Industrie de la Chambre des Députés; le Sénat y a ajouté l'interdiction d'exploitation. L'exploitation, en effet, comporte, par elle-même, des risques de divulgation. Laisser à l'inventeur la liberté d'exploitation, c'était, dans bien des cas, rendre illusoire l'interdiction de divulgation qu'on entendait lui imposer

La loi ne définit pas les inventions qui peuvent être ainsi frappées de l'interdiction de divulgation et d'exploitation ; en fait, il semble que le triage s'opère par les divers services des ministères de la Guerre ou de la Marine, auxquels les brevets susceptibles de les intéresser sont communiqués confidentiellement, et que la Commission n'ait à se prononcer que sur les brevets pour lesquels l'interdiction paraît s'imposer.

L'interdiction doit être notifiée à l'inventeur ou à son mandataire en ce qui concerne les brevets non encore délivrés, dans le délai de trois mois à dater du dépôt de la demande; pour les demandes en cours au moment de la promulgation de la loi, le délai imparti était de trois mois à dater de cette promulgation.

La délivrance et la publication du brevet demeurent alors suspendues, aucune copie officielle de la demande déposée et des pièces jointes n'est plus délivrée, à moins qu'il ne soit formé de justifications reconnues suffisantes de la destination de la copie demandée.

h) *Interdiction de dépôts de demandes de brevets à l'étranger.* — Lorsque la demande de brevets a fait l'objet, soit d'un décret d'expropriation ou d'exploitation ou d'une décision d'interdiction de divulgation ou d'exploitation, il demeure par cela même interdit à son auteur, s'il est Français ou étranger admis à domicile, de déposer à l'étranger, soit directement, soit par mandataire, une demande de brevet correspondante (art. 3 § 1er). Il ne peut le faire qu'en vertu d'une décision spéciale du ministre du Commerce prise sur avis conforme de la Commission prévue de l'article premier. La décision du ministre du Commerce doit intervenir dans le délai de trois mois de la date de la requête présentée à cet effet.

i) *Interdiction de dépôt de demandes de brevets à l'étranger pour certains genres d'inventions.* — Le même article 3 prononce une autre interdiction à l'encontre des Français et des étrangers domiciliés. Elle leur interdit, d'une

Digitized by Google

façon absolue, de déposer à l'étranger des demandes de brevets pour les inventions se rattachant à des sujets énumérés ([1]) ou de divulguer ou exploiter à l'étranger une invention relative à un objet de cette sorte.

Comme pour les inventions visées aux articles 1er et 2, il est loisible aux intéressés de faire lever cette interdiction par requête adressée au ministre du Commerce. Le ministre statue sur avis conforme de la Commission.

k) *Personnes atteintes par la prohibition. — Sanctions.* — La prohibition ne s'applique qu'aux Français et aux étrangers domiciliés. La sanction aux interdictions édictées par la loi est l'application aux délinquants des peines de l'espionnage, sanction assurément bien sévère et que le rapporteur de la loi a peut-être à tort considérée comme ne pouvant frapper que les Français ou les étrangers domiciliés. On ne voit pas en quoi les peines sur l'espionnage n'auraient pu être appliquées, pour infraction à notre loi aux étrangers alors qu'elles leur sont appliquées pour les faits d'espionnage proprement dits. Il eût été, en tout cas, désirable de ne pas limiter les prohibitions aux Français et aux étrangers domiciliés, et, si on ne croyait pas devoir appliquer en cas d'infraction les peines de l'espionnage à tous les étrangers, d'assortir la loi de sanctions pouvant atteindre toute personne résidant en France; on aurait pu fort bien concevoir, en effet, que la loi édictât elle-même des peines pour réprimer des faits qu'elle entendait prohiber ([2]).

Il est à remarquer que, si la prohibition vise le dépôt effectué directement ou par mandataire, elle n'atteint pas le mandataire en tant qu'il agit en cette qualité, et que le mandataire français ou étranger domicilié, en déposant un brevet pour une invention rentrant dans la catégorie des inventions prohibées, ne commet pas, en ce qui le concerne, une infraction punissable. Le texte a été modifié sur ce point par la Commission du Sénat, celle-ci relevant qu'il arrivait souvent que des étrangers chargeassent des représentants français du soin de prendre leurs brevets non seulement en France, mais dans les pays étrangers, a estimé qu'il ne convenait pas de priver les mandataires d'agir en pays étrangers, comme mandataires d'étrangers. Il y a là, toutefois, il faut le reconnaître, quelque chose d'un peu étrange dans le fait de permettre à un Français ou étranger domicilié, de faire, comme mandataire d'étrangers, des actes que la loi prohibe comme contraires à l'intérêt national, s'ils sont faits pour ou au nom de Français ou d'étrangers domiciliés.

l) *Absence de droit d'indemnité.* — Les prohibitions que la loi autorise à prononcer, à l'encontre de certains inventeurs (interdiction de divulgation ou d'exploitation) ou qu'elle édicte dans son texte même (interdiction de dépôt de demandes de brevets à l'étranger pour certaines catégories d'inventions) sont susceptibles d'être pour ceux-ci une cause de gêne et de préjudice. Cependant la loi ne leur reconnaît aucun droit à indemnité.

Il n'a pas semblé au législateur que le sacrifice temporaire qui leur était ainsi demandé excédât, « ce que, dans une période de guerre où les intérêts de tous les inventeurs se trouvent plus ou moins atteints, les nécessités de la défense nationale peuvent exiger d'une certaine catégorie d'individus » (rapport de la Commission du Sénat).

Dans la seconde discussion devant la Haute Assemblée, le ministre de l'Instruction publique, tout en regrettant que le préjudice supporté par l'inventeur ne lui conférât pas un droit légal à une certaine indemnité, insistait sur la quasi impossibilité de la fixer raisonnablement sans exposer l'État à être « la dupe d'intrigants qui répéteraient sous une forme un peu différente la même invention, et prétendraient chaque fois à une indemnité » (*Journal officiel*, 18 mars 1876, p. 168). On ne peut que s'associer aux regrets du ministre tout en reconnaissant, avec lui, qu'il n'était guère possible d'en décider autrement. Signalons toutefois qu'il a été indiqué par le rapporteur de la loi devant la Chambre des Députés, que le ministre du Commerce pourrait, dans des cas paraissant spécialement dignes d'intérêt, accorder des primes d'encouragement ou des subventions aux inventeurs lésés. Il est permis de penser que ceux-ci feront bien de ne pas fonder trop d'espoir sur cette manne officielle.

m) *Durée des brevets frappés de prohibition, de divulgation ou d'exploitation.* — Les brevets frappés de prohibition, de divulgation ou d'exploitation ne sont pas, du fait de l'état actuel de la législation, prolongés dans leur durée. Ce serait là cependant, semble-t-il, une équitable réparation du préjudice subi par les brevetés du fait de l'entrave apportée au libre exercice de leurs droits. Lors de la discussion de la loi de 1916, le ministre du Commerce a semblé promettre que cette prolongation interviendrait dans l'avenir; il eût été facile d'introduire une disposition de prolongation dans la loi elle-même. Cela n'a pas été fait, et on peut se demander, maintenant, si le Parlement trouvera jamais le loisir de reprendre et de faire aboutir cette intéressante question.

IV. — Droits de l'État sur les brevets pris par ses fonctionnaires. — La mobilisation a fait entrer dans les cadres de l'armée, à des titres divers, un grand nombre d'ingénieurs, de savants et d'industriels.

Les services ainsi « dilatés » ont eu à étudier maintes questions nouvelles; des problèmes nombreux ont surgi,

([1]) Est interdit le dépôt de brevets ayant trait à la marine ou la navigation, l'aérostation ou l'aviation, l'armement, l'artillerie ou au génie militaire, à la télégraphie ou à la téléphonie, aux poudres ou aux explosifs, aux matières asphyxiantes ou inflammables et finalement à tout objet susceptible d'intéresser l'armée ou la marine de guerre. Il faut avouer que, si, dans sa première partie, l'énumération revêt une certaine précision, le dernier membre de phrase « et généralement tout objet susceptible d'intéresser l'armée ou la marine de guerre » rend bien difficile la discrimination entre les inventions pour lesquelles il est licite de déposer un brevet en pays étranger, et celles dont le dépôt doit être considéré comme délictueux.

([2]) Les peines prononcées par la loi du 18 avril 1886 sur l'espionnage sont : 1 à 5 ans de prison et 500 à 3000 fr d'amende si la divulgation ou publication a lieu par une personne autre qu'un fonctionnaire public, agent ou préposé; et 2 à 5 ans et 1000 à 5000 fr d'amende dans le second cas où la divulgation est le fait d'un fonctionnaire ou préposé. La loi du 12 avril 1916 prévoit expressément, comme déjà d'ailleurs la loi de 1886, l'application possible des circonstances atténuantes.

Digitized by Google

et le nombre des inventions, principalement des inventions ayant trait à la défense nationale, a été considérable. A maintes reprises s'est posée la question de savoir à qui appartenait l'invention ainsi réalisée, dans les services de l'État ou à côté, par la collaboration plus ou moins directe de ces services.

Elle a été résolue par l'application, en général très libérale, de la circulaire de l'Administration de la Guerre du 15 mai 1909 sur « les mesures à prendre pour sauvegarder les droits du département de la Guerre en matière de propriété industrielle », qui elle-même n'est guère que le résumé de la jurisprudence sur la propriété des inventions faites par les collaborateurs ou ouvriers d'un patron.

Rappelons brièvement à ce propos qu'il est de jurisprudence que, lorsqu'une invention est faite par un ouvrier ou collaborateur, sur l'ordre de son patron, qui lui a été donné pour tâche de s'appliquer à résoudre un problème industriel déterminé, elle appartient au patron. Si, au contraire, l'invention est étrangère à la tâche ou aux occupations de l'ouvrier, elle reste sa propriété. Si enfin, tout en ayant été faite spontanément, elle a été provoquée par le rôle dévolu à l'ouvrier dans l'usine, si elle a été aidée, facilitée par les moyens d'exécution que l'ouvrier a eus à sa disposition, on doit admettre qu'il y a, à un degré variable, suivant les cas d'espèces, copropriété de l'invention.

Par application de ces principes, il est admis par l'administration militaire, que l'invention faite par un militaire ou un fonctionnaire dans son service, appartient à l'État; que, si l'invention est provoquée ou suggérée en quelque sorte par la nature des occupations du fonctionnaire, qui trouve dans son service même des facilités pour la réaliser, il y a copropriété, mais que l'État, sans revendiquer expressément tous les droits découlant de cette copropriété, autorise la prise de brevet par l'inventeur, à charge pour celui-ci de s'engager à ne pas l'opposer à l'État. Enfin, si l'invention est étrangère à la fonction du militaire, celui-ci en conserve tout naturellement la propriété.

Il va de soi que les brevets pris par des militaires ou des fonctionnaires, restent, comme tous les autres, en ce qui concerne leur divulgation ou leur exploitation, assujetis aux règles posées par la loi du 12 avril 1916.

II. — Dessins et modèles.

Le décret du 14 août 1914 (art 3 § 2) a suspendu, à partir du 1[er] août inclusivement, les délais pendant lesquels il est loisible au déposant de maintenir son dépôt, soit avec publicité, soit sous la forme secrète.

De même sont suspendus (art. 3 § 1[er]) les délais impartis aux titulaires de certificats de garantie délivrés pour des modèles exposés dans des expositions organisées avec l'autorisation de l'Administration ou sous son patronage pour s'assurer la protection de ces dessins par application de la loi du 24 juillet 1909.

Les autres dispositions de la loi du 14 juillet 1909 subsistent sans modification. Il s'ensuit que le titulaire d'un dépôt secret qui veut agir en justice en vertu de ce dépôt doit requérir la publicité de ce dépôt et payer les taxes correspondantes, etc.

Les délais de priorité de la Convention de 1883 sont suspendus également en matière de dessins et modèles (art. 7, loi de 1915).

III. — Marques de fabrique.

Les dispositions indiquées plus haut dans la loi du 28 mai 1915 en ce qui concerne l'interdiction d'exploitation ou de transfert de brevets appartenant aux ressortissants d'Allemagne et d'Autriche-Hongrie, s'appliquent aux marques.

La propriété de leurs marques leur est conservée, mais les obligations pécuniaires résultant de transferts, mêmes antérieurs au début des hostilités, sont suspendues.

Par contre, la loi ne prévoit pas pour les marques d'exception à l'interdiction d'exploitation prononcée par l'article premier; c'est avec raison, car, si on peut et doit admettre qu'il peut être nécessaire pour la défense nationale de mettre en œuvre une invention couverte par un brevet appartenant à un Allemand par exemple, on ne peut concevoir aucune utilité, au contraire même, à présenter au public une marchandise fabriquée en France, mais revêtue d'une marque d'un Allemand. A l'encontre de ce qui a lieu pour une invention, l'usage d'une marque n'est jamais nécessaire.

Les délais de priorité de la Convention de 1883, ici encore, sont suspendus comme nous l'avons indiqué plus haut pour les brevets et les dessins et modèles.

André TAILLEFER,
Avocat à la Cour de Paris, ancien élève de l'École polytechnique, membre de la Commission technique de l'Office national de la Propriété industrielle.

Législation, jurisprudence, réglementation

Loi portant modification et codification de la loi du 2 avril 1914 sur la garantie des cautionnements des ouvriers et employés.

Le « Journal officiel » du 20 octobre 1917 publie, p. 8277, le texte des dispositions qui formeront les articles 32 *a* et 32 *f* du livre premier du Code du Travail et de la Prévoyance sociale, et qui sont relatives à la garantie des cautionnements des ouvriers et employés. Ces dispositions ont été promulguées, sous forme de loi, par le président de la République, le 18 octobre 1917. Nous ne les publierons pas, mais nous avons tenu à les signaler à nos lecteurs dont elle intéressera un certain nombre.

Digitized by Google

Décret fixant le nombre et les attributions des sections du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre.

Le « Journal officiel » du 8 octobre 1917, publie, p. 7960, le décret suivant pris en date du 7 octobre 1917 :

ARTICLE PREMIER. — Le nombre des sections du Comité interministériel institué par le décret du 18 mai 1916 est ramené de six à cinq ; elles sont présidées et leurs attributions sont fixées conformément aux indications ci-après :

Section I. — Questions législatives, juridiques et d'ordre général. — Président : le ministre d'Etat, président du Comité.

Section II. — Reconstitution des voies de communication et moyens de transport, mines. Reconstitution des moyens d'habitation et reconstruction des immeubles. — Président : le ministre des Travaux publics et des Transports

Section III. — Organisation du retour des populations. Ravitaillement. Réorganisation des administrations et services des départements et des communes. Plans d'alignement et de nivellement des villes et villages. Hygiène. — Président : le ministre de l'Intérieur.

Section IV. — Restauration économique agricole. — Président : le ministre de l'Agriculture.

Section V. — Restauration économique industrielle. — Président : le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.

Les conditions d'organisation et de fonctionnement du Comité sont maintenues pour le surplus.

ART. 2. — Le président du Conseil, ministre de la Guerre, est chargé de l'exécution du présent décret.

Ce décret est suivi d'un second décret qui nomme M. Louis Barthou, le ministre du Travail et de la Prévoyance sociale et le ministre du Ravitaillement général comme membres du Comité interministériel pour aider à la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre institué par le décret du 18 mai 1916.

Les autres taxes assimilées aux contributions directes continueront d'être perçues comme par le passé.

La constatation des dommages de guerre (1).

Une loi relative à la constatation de l'état des lieux susceptible de donner ouverture à la réparation des dommages de guerre a été promulguée le 5 juillet 1917 (voir *R. G. E.* du 8 septembre 1917, t II, p 409). D'après cette loi, tout prétendant au droit à la réparation des dommages visés à l'article 12 de la loi de finances du 12 décembre 1914 pourra demander qu'il soit procédé, contradictoirement avec les représentants de l'État, à la visite des résidences ou immeubles leur appartenant, en vue de dresser un état descriptif et détaillé des lieux endommagés ou détruits. Le préfet nommera un expert, le sinistré en indiquera un autre, chacune des deux parties payera son expert. Pour éviter que des agents d'affaires peu scrupuleux se substituant aux experts n'exploitent les sinistrés et leur fassent payer des vacations exagérées, MM. Noël, Charpentier et Deguise demandent à la Chambre d'adopter la proposition de résolution suivante :

La Chambre invite le gouvernement, en procédant par voie de règlement, à établir comme corollaire à la loi du 5 juillet 1917 sur les constatations des dommages de guerre, un tarif spécial de vacations, variables, si besoin est, suivant les catégories de dommages à constater, à fixer les frais de voyage des experts, à répartir la charge suivant les circonstances, à confier au juge de paix, en cas de difficulté, l'arbitrage de la taxe.

(1) Proposition de résolution concernant la constatation des dommages de guerre présentée par MM. Noël, Charpentier et Deguise, députés. *Journal officiel* du 23 septembre 1917. Documents parlementaires de la Chambre, annexe 3 714, p. 1 162.

ERRATUM DES NUMÉROS 13 ET 15. T. II, 29 SEPTEMBRE ET 13 OCTOBRE 1917

Nous signalons à nos lecteurs les erreurs suivantes qui se sont glissées dans l'article de M. H. Vogt. « Sur le calcul symbolique et ses applications à l'intégration des équations différentielles de l'électrotechnique. »

Numéro 13 du 29 septembre :

Page 483, 1re colonne, ligne 9, lire : $\frac{df}{dx}$ et $\frac{d^m f}{dx_m}$, au lieu de $\frac{Df}{Dx}$ et $\frac{D_m f}{Dx^m}$

Page 484, 1re colonne, ligne 11, lire : $f(D) = 1 + \frac{D}{1!} + \frac{D^2}{2!} + \frac{D^3}{3!} + \ldots$, au lieu de $f(D) = 1 + \frac{D}{1!} + \frac{D}{2!} + \frac{D}{3!} + \ldots$

Page 484, 1re colonne, ligne 7 par en bas, lire : $\Delta^2 u_p = \Delta^1 u_{p+1} - \Delta^1 u_p$, au lieu de : $\Delta^{2'} u_p = \Delta^1 x_{p+1} - \Delta^1 u_p$.

Page 490, 2e colonne, 20e ligne, lire : $\frac{f_1(D)}{f_2(D)} = \frac{a_0 D^n + a_1 D^{n-1} + \ldots + a_{n-1} D + a_n}{b_0 D^p + b_1 D^{p-1} + \ldots + b_{p-1} D + b^p}$.

au lieu de : $\frac{f_1(D)}{f_2(D)} = \frac{a_0 D^n + a_1 D^{n-1} + \ldots + a_{n-1} D + a_n}{b_0 D^p} + b_1 D^{p-1} + \ldots + b_{p-1} D + b^u$.

Page 490, 2e colonne, 25e ligne, lire : $f_2(D) = b_0(D - r_1)^{p_1}(D - r_2)^{p_2} \ldots$, au lieu de : $f_2(D) = b_0(D - r)^{p_1}(D - r_2) \ldots$

Page 491, 1re colonne, dernière ligne, lire : $D^{-1}u = \int_{x_0}^{x} u\,dx - \int_{x_0}^{x} u'(x - x_0)\,dx$,

au lieu de : $D^{-1}u = \int_{x_0}^{x} u\,dx - \int_{x_0}^{x} u'(dx - x_0)x$.

Numéro 15 du 13 octobre :

Page 564, 2e colonne, ligne 16, lire : $f_1(\rho + D) - f_2(\rho + D)\, f_3(D)$, au lieu de : $f_1(D) - f_2(D)\, f_3(D)$.

Page 567, 1re colonne, ligne 12, par en bas, lire : $L\frac{dI}{dt} + RI = E$, au lieu de $L\frac{dI}{dt} + EI = E$.

Page 567, 1re colonne, ligne 10 par en bas, lire : $I = (R + LD)^{-1}E$, au lieu de : $I = (L + RD)^{-1}E$.

Page 568, 2e colonne, ligne 1, lire : par, au lieu de : pour.

Page 569, 1re colonne, ligne 15, lire : $(f_1 g_2 - f_2 g_1)\, z = f_1 u_2 - f_2 u_1$, au lieu de : $(f_1 g_2 - f_2 g_1)\, z = g_1 u_2 - f_2 u_1$.

Page 569, 2e colonne, ligne 29, lire : $E = U$, $E' = 0$. au lieu de : $E' = U$, $R' = 0$.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

Directeur : J. **BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re Année. Tome II. — N° 21. 24 Novembre 1917.

Chronique. — Le labourage électrique dans la région de Meaux. — L'état d'esprit de nos nouveaux alliés. — The Faraday Society. — Société française de Physique, p. 801 et 802.

Section scientifique et technique. — Du calcul des canalisations électriques, par A. Curchod, p. 803. — Revues, analyses et informations : Conductibilité électrique du mica, p. 806; Un nouveau photomètre sphérique pour lampes à incandescence, p. 807; Perturbations du champ affectant la commutation des moteurs et génératrices, p. 809; Force contre-électromotrice dans les soupapes à aluminium, p. 811; L'échauffement de l'induit dans les moteurs de traction, p. 812; Une méthode nouvelle d'inscription graphique en physiologie, p. 814.

Section industrielle. — Les appareils de téléphonie privée à intercommunication directe à boutons automatiques, par F. Hamès, p. 815. — La spécialisation industrielle des ingénieurs, par E. Piernet, p. 819. — Revues, analyses et informations : Pertes dans les générateurs de vapeur, p. 822 ; Les usines génératrices et le réseau de la Montana Power Co, p. 824; Installation de huit postes d'abonnés associés sur la même ligne téléphonique, p. 828; Etat actuel de la technique de l'imprégnation des poteaux en bois, p. 829.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Compagnie française des Câbles télégraphiques, p. 831; Société des Forces motrices du Refrain, p. 831. — Revues, analyses et informations : Sur la nécessité d'identifier la nationalité des commerçants et de l'origine des produits vendus, p. 832 ; Les salaires et les dividendes dans l'industrie électrique allemande, p. 833 ; Les exportations d'Allemagne en Suisse, p. 834.

Section de législation. — La loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques, par C. Tochon, p. 835. — Législation, jurisprudence, règlementation : Décret portant règlement d'administration publique rendu pour l'exécution de la loi du 15 juin 1906 et fixant les conditions de l'exploitation en régie des distributions d'énergie électrique par les communes ou les syndicats de communes.

Le labourage électrique dans la région de Meaux. — Dans l'étude que je publiais ici, il y a quelques mois (¹), sur le *Labourage électrique*, je signalais les efforts couronnés de succès de l'Omnium français d'électricité, qui est parvenu à grouper, dans la région de Meaux, un certain nombre d'agriculteurs et à former une coopérative de labourage électrique. Il faut en féliciter sans réserves son actif administrateur-délégué M. Bligny et le sympathique directeur de la Société générale agricole M. Petit, grâce auquel l'idée a pu prendre une forme tangible.

C'est en effet un matériel de la Société de Constructions électriques du Nord et de l'Est (Jeumont) qui est mis en œuvre. Il comprend deux treuils pesant chacun 18 t, montés sur un châssis automobile et actionnés par un moteur triphasé de 80/100 ch à 750 v ; ils se déplacent le long de deux fourrières opposées du champ à labourer et la charrue, du type dit « balance » à six socs, construction Fowler, est tirée alternativement par l'un ou l'autre treuil. Le courant est amené jusque dans le champ sous 15 000 v par une ligne aérienne provisoire partant de la canalisation principale qui passe à proximité ; deux postes de transformation sur roues abaissent alors la tension à 750 v et un câble souple protégé par une gaine métallique relie chaque poste à son treuil, de façon à éviter le déplacement des cabines.

La cinquième Commission de l'Union des Syndicats (applications agricoles de l'électricité) a estimé qu'une occasion unique — étant donnée la proximité de Paris — s'offrait d'examiner les résultats pratiques du labourage électrique et son dévoué président M. Eschwege nous donnait rendez-vous mercredi 14 courant à 13 h. 1/4 à la porte de Pantin ; étaient présents : MM. Eschwege, président ; Baux, Bligny, Cahen, Delamarre, Drouin, de France, Jacquemin, Schwarberg, Sée, de Traz, Tribot-Laspière, membres de la Commission, auxquels s'étaient joints quelques invités : MM. Blondin, Carrière, Castanier, Daguerre, Deflassieux, Duval, de Folin, Lévy-Salvador et Savart. Des autos, très aimablement mises à la disposition de la Commission par plusieurs de ses membres nous emmenaient rapidement dans la plaine comprise entre Barcy et Chambry, tout à côté du fameux plateau de Varreddes qui fut un des centres principaux de la bataille de la Marne. Les tombes ren-

(¹) Voir la *R. G. E.*, du 5 mai 1917, t. 1, p. 691-700.

Digitized by Google

contrées tout le long de la route, à partir de Peuchard, jalonnaient d'ailleurs tristement la ligne de combat. C'est sur ce terrain où les Allemands ne sont venus qu'en prisonniers que nous avons pu constater que la question du labourage électrique est vraiment sortie, en France, de la période des tâtonnements pour devenir une véritable application pratique sur laquelle l'agriculture peut fonder de réels espoirs.

Est-ce à dire que le problème est entièrement résolu et qu'il n'y a plus rien à faire, à améliorer, à mettre au point même ? Non certes ; le labourage électrique soulève un assez grand nombre de questions et ce sera précisément l'un des résultats les plus heureux de cette visite — qu'il faudrait souhaiter voir se renouveler, car les conditions de travail des treuils changent constamment — que les échanges de vues qu'elle a suscités entre praticiens se plaçant à des points de vue très différents, échanges de vues qui conduiront certainement à la solution de certaines de ces difficultés que je signalais en terminant mon article du mois de mai dernier et qui sont d'autant plus délicates qu'elles ne sont pas toutes d'ordre technique.

Je me propose d'ailleurs d'y revenir prochainement en étudiant plus en détail les chantiers de labourage électrique de MM. Bligny et Petit.

L'état d'esprit de nos nouveaux alliés. — Nous estimons intéressant de mettre sous les yeux de nos lecteurs le passage suivant d'une lettre d'affaires que vient de nous adresser un professeur américain :

J'ai eu le grand privilège et le grand plaisir de visiter de nombreux établissements industriels et laboratoires scientifiques de France et j'ai acquis ainsi, de première main, la connaissance du peuple français et de l'esprit français. Je ne puis trouver les mots qui conviendraient pour exprimer ma haute estime du peuple français et mon admiration pour son courage, son patriotisme et ses splendides dons naturels. J'aime le peuple français et la nation française et je leur adresse cette faible expression de mon estime en même temps que mes meilleurs souhaits pour leur triomphe rapide sur les viles forces qui ont tenté de les détruire.

Ajoutons que, depuis le début de la guerre et dès la fin de 1914, nombreuses sont les lettres émanant de professeurs ou d'ingénieurs américains dans lesquelles nos correspondants qui, parfois, nous écrivaient pour la première fois, exprimaient leurs sentiments d'admiration pour la résistance de nos soldats et leur désir de les voir sortir victorieux de la grande lutte. Ces manifestations nous montrent que, s'il existe encore aux États-Unis des germanophiles, l'élite intellectuelle de la grande démocratie américaine est et a toujours été de tout cœur avec nous. Nous sommes certain d'être l'interprète de tous nos lecteurs de France et des pays alliés en lui adresant publiquement tous nos remerciements.

The Faraday Society. — La dernière réunion de cette société, qui a eu lieu le 7 novembre dans les locaux de la Royal Society of Arts, de Londres, a été consacrée à l'étude et à la discussion de l'importante question : « La pyrométrie et les pyromètres » ; cette réunion était présidée par Sir Richard Glazebrook, membre de la Royal Society.

Les mémoires et rapports suivants y ont été lus et discutés :

La production des hautes températures et leur mesure, par E.-F. Northrup ;

La normalisation de la pyrométrie, par Ezer Griffiths et F.-H. Schofield, du National Physical Laboratory ;

Les avantages de la mise en terre de la soudure froide d'un couple thermo-électrique comme moyen de la maintenir à une température constante, par R.-S. Whipple ;

Le contrôle automatique des mesures des hautes températures, par Richard-P. Brown ;

La pyrométrie appliquée au durcissement des aciers « grande vitesse », par le professeur J.-O. Arnold, membre de la Royal Society ;

La pyrométrie optique dans la métallurgie des métaux autres que le fer, par le professeur F.-G. Donnan, membre de la Royal Society ;

La détermination de la température des métaux fondus au moyen des pyromètres optiques, par Casmo Johns ;

La pyrométrie et la sidérurgie, par W.-H. Hatfield ;

La détermination de la température de l'acier fondu, par A. Mc Cance ;

La mesure des hautes températures au moyen des matières céramiques, par H. Walkin ;

Sur les pyromètres thermo-électriques, par C.-R. Darling.

La discussion était complétée par une exposition d'appareils pyrométriques à laquelle avaient pris part de nombreux constructeurs.

Société française de Physique. — L'ordre du jour de la dernière séance, du vendredi 15 novembre, appelait la présentation d'une note de M. René Dubrisay, répétiteur à l'École polytechnique, sur une *méthode physique d'essai des huiles de graissage*.

Cette méthode n'exige comme matériel qu'une pipette de verre à bec recourbé. De plus, le mode opératoire est bien simple : on mesure la durée de l'écoulement d'un certain volume de l'huile essayée par l'extrémité de la pipette plongée dans l'eau jusqu'à un niveau déterminé. Les résultats d'essais faits sur cinq échantillons d'huiles diverses ont montré que l'on obtient ainsi les viscosités relatives de ces huiles avec une exactitude aussi grande que celles que donnent des méthodes plus compliquées. En opérant avec de l'eau plus ou moins chaude dans laquelle on laisse la pipette un temps suffisant pour que l'huile prenne la température de l'eau, on détermine aisément la variation de la viscosité avec la température, détermination qui présente un intérêt pratique par suite de la grandeur de cette variation.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Du calcul des canalisations électriques

Cette note a pour but d'indiquer une méthode permettant de calculer rapidement, et avec une approximation suffisante dans la pratique, la section des conducteurs en cuivre, à l'aide de diagrammes qui représentent les variations de cette section avec l'intensité du courant qui parcourt le conducteur. Les électriciens qui voudront s'exercer à lire ces diagrammes, lecture qui ne présente d'ailleurs aucune difficulté, y trouveront tous les renseignements utiles sans aucun autre calcul préalable que celui qui consiste à déterminer l'intensité du courant, mis en jeu dans l'installation considérée.

La question qui se pose, dès qu'il s'agit d'étudier ou de réaliser une installation électrique, est celle de la section à admettre pour le conducteur. Or cette section est intimement liée à l'intensité du courant qui parcourt ce conducteur :

1° Par la loi d'Ohm qui permet de calculer la section pour une chute de tension et une intensité du courant données ;

2° Par la loi qui fixe l'échauffement du conducteur pour une intensité du courant déterminée.

La relation entre la section et l'intensité du courant, déduite de la loi d'Ohm est facile à établir. Des expression (1) et (2) de la loi d'Ohm

$$(1) \qquad I = \frac{e}{R},$$

et

$$(2) \qquad R = \rho \frac{2l}{s},$$

on déduit

$$s = \frac{2\rho l}{e} I,$$

où

s est la section ; ρ, la résistivité du métal employé comme conducteur ; l, la distance du point de départ au point d'arrivée ; e la chute de tension donnée ; I, l'intensité du courant.

Si l'on admet, que le conducteur est en cuivre de résistivité 1,6 microhm-centimètre, que la distance est donnée en mètres, la chute de tension en volts et l'intensité du courant en ampères, on a pour la section en millimètres carrés,

$$(3) \qquad s = \frac{2 \times 1{,}6 \times l \times 100}{e \times 10^4} \times I = \frac{2 \times 1{,}6 \times l}{e \times 10^2} \times I.$$

En ce qui concerne l'échauffement du conducteur, il n'est plus si facile d'établir une relation rigoureuse entre sa section et l'intensité du courant qui le parcourt : certes ces deux éléments sont intimement liés, mais l'élévation de la température du conducteur dépend d'autres facteurs très variables d'une installation à l'autre, en particulier des conditions de rayonnement de la chaleur, de la température du milieu ambiant, du temps pendant lequel le conducteur est en service dans des conditions fixes et déterminées ; aussi est-on obligé de se contenter de données empiriques et d'admettre comme relation entre la section du conducteur et l'intensité du courant des valeurs approximatives résultant de l'expérience. Le rapport de l'intensité du courant qui parcourt un conducteur à sa section est la *densité du courant* pour laquelle on a fixé une valeur moyenne correspondant à une élévation de température du conducteur de 15° à 20° C, valeur qu'il est préférable de ne pas dépasser. Comme chacun le sait et comme il est d'ailleurs aisé de le comprendre, la densité de courant admissible diminue lorsque la section augmente : la surface de refroidissement d'un conducteur de faible section (ou sa surface extérieure) est en effet *relativement* plus grande que celle d'un conducteur de section plus élevée ; l'échauffement du premier conducteur sera donc moins sensible, pour la même intensité du courant par millimètre carré, que celui du conducteur de section plus forte.

Revenant au calcul des canalisations électriques, il est nécessaire, après avoir calculé la section s d'après la formule (3), de vérifier si cette section ainsi obtenue n'est pas trop faible au point de vue de l'échauffement. Ces considérations obligent pratiquement à recourir fréquemment à l'emploi d'un formulaire, tant pour vérifier l'exactitude de la formule (3), surtout au point de vue des unités employées, que pour contrôler la densité de courant admissible ; il nous semble que l'établissement de diagrammes du genre de ceux figurés en (I) et (II) peut éviter l'embarras dans lequel se trouve souvent l'électricien chargé d'effectuer rapidement le calcul de la section d'un conducteur dans des conditions déterminées. Les diagrammes (I et II) qui ne diffèrent que par les échelles adoptées ont été établis de la façon suivante :

1° Deux courbes donnant les variations des sections

Digitized by Google

admissibles avec les intensités de courant, l'une pour les fils et câbles isolés et l'autre pour les conducteurs nus (il est bien évident, en effet, que, dans le premier cas, l'élévation de température pour la même densité de courant sera plus rapide que dans le second).

2° Cinq courbes représentant la variation de la section s en fonction de l'intensité du courant I, d'après la relation (3), pour diverses valeurs de e, c'est-à-dire de la chute de tension admise, sur une longueur de 10 m, en entendant par longueur la longueur *simple* de la ligne.

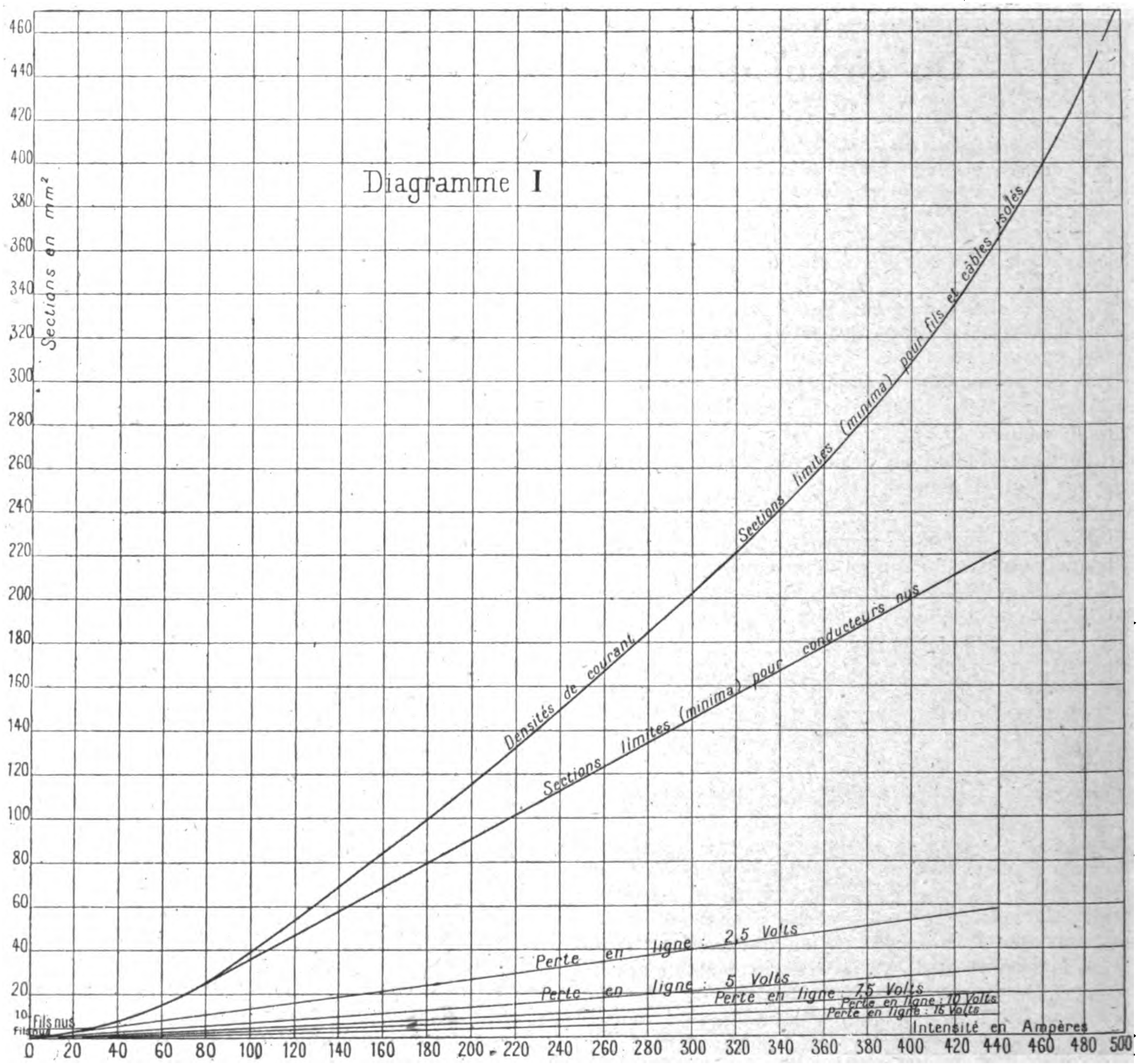


Diagramme I. — Courbes représentant les variations des sections à adopter suivant les intensités du courant : 1° en ne tenant compte que de l'échauffement du conducteur (conducteur isolé, conducteur nu) ; 2° en ne tenant compte que de la perte en ligne admise (2,5 v, 5 v, 7,5 v, 10 v, 15 v).

Ces diagrammes évitent tout calcul compliqué : si l'on a, par exemple, à établir une ligne de longueur l en mètres (longueur simple) dans laquelle l'intensité du courant sera I et la chute de tension admise de 2,5 v ou 5 v, etc., on lit la section s correspondant à l'intensité I pour la chute de tension que l'on s'est fixée. Il suffit de multiplier la section s lue par $\frac{l}{10}$, si le résultat obtenu s' est inférieur à la section s_1 qui est donnée pour l'intensité I sur la courbe des densités de courant, c'est cette dernière valeur s_1 qu'il faut admettre ; si, au contraire, s' est supérieur à s_1, c'est la section s' que l'on adoptera.

Ces diagrammes s'appliquent aussi bien aux grandes qu'aux petites installations et semblent pouvoir rendre des services, notamment dans le calcul des lignes qui

Digitized by Google

comportent des circuits dérivés. Soit, par exemple, les circuits représentés en figure 3. Après avoir déterminé les intensités du courant i_1, i_2, i_3, nécessaires pour l'alimentation des appareils placés en M, N, P, et les intensités

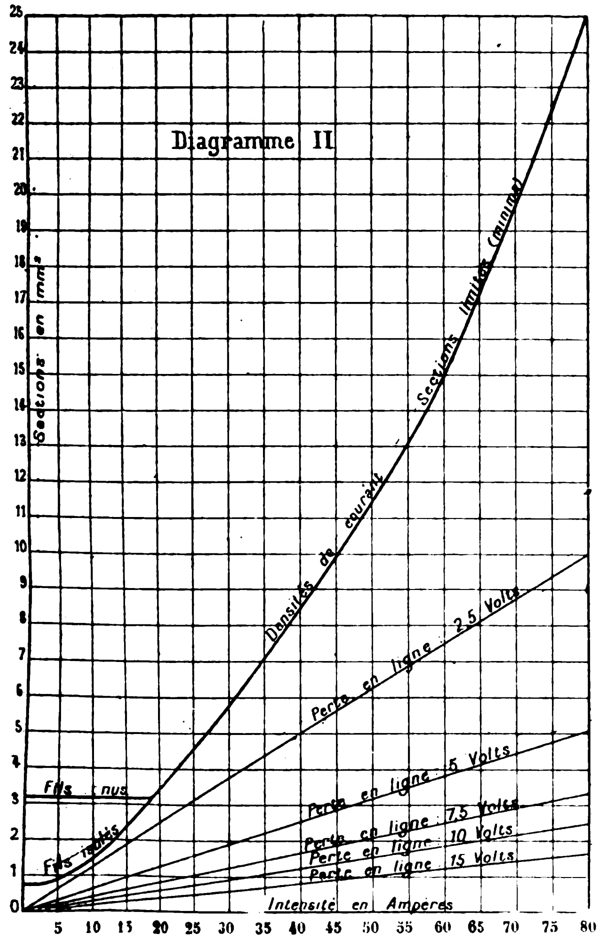


Diagramme II. — Courbes identiques à celles du diagramme I, mais pour de faibles intensités du courant seulement (échelle plus grande et moins étendue que la précédente).

I_1, I_2, I_3 résultant du calcul précédent, ainsi que les longueurs

$$OA = L_1 \quad AB = L_2 \quad BC = L_3$$
$$AM = l_1 \quad BN = l_2 \quad CP = l_3,$$

il suffit de se fixer les chutes de tension que l'on peut admettre en A, B, C et dans les circuits dérivés AM, BN, CP; considérant chaque portion de ligne OA, AB, BC, ... isolément, les diagrammes permettront d'établir de suite la section du conducteur pour chacune de ces portions de lignes.

S'il s'agit d'une distribution à courant alternatif, les résultats obtenus avec les courbes ci-dessus sont encore valables si l'on peut négliger les phénomènes d'induction et de capacité. Il suffit de déterminer l'intensité du courant, calculée comme pour le courant continu, si le courant est monophasé et dans chaque phase, si le courant est biphasé ou triphasé, en tenant compte du facteur de puissance, bien entendu, s'il y a lieu. Dans le cas du courant triphasé, il y aura, néanmoins, une correction à faire sur la section obtenue pour une chute de tension donnée. Soit s' la section correspondant à une intensité donnée et calculée pour la longueur de ligne considérée; la section qu'il faudrait adopter pour le courant triphasé devait être la moitié de s', soit $\frac{s'}{2}$. Si cette valeur $\frac{s'}{2}$ est supérieure à la section donnée d'après la courbe des densités de courant, pour l'intensité envisagée, il faudra l'admettre, si elle est inférieure, comme

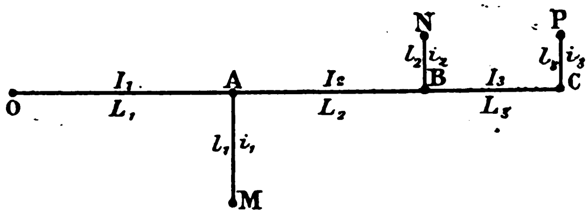


Fig. 3. — O, source (ou point de départ). A, B, C, points de dérivation. M, N, P, point d'utilisations.

dans le cas du courant continu, c'est la section minimum indiquée que l'on adoptera. Autrement dit, dans le cas du courant triphasé, la correction ne porte que sur les courbes établies d'après la loi d'Ohm.

Il est à noter que les courbes des sections minima admissibles sont établies, pour les faibles sections, en tenant compte non de la densité du courant, mais de la résistance mécanique du conducteur. Le diamètre d'un fil isolé ne doit pas être pratiquement inférieur à 0,9 mm et celui d'un fil nu à 2 mm.

Les courbes de ces sections minima sont purement empiriques, basées sur les valeurs indiquées par l'Union des Syndicats de l'Electricité comme densités de courant admissibles; mais, tandis que ces indications, sous forme de tableau, conduisent à des variations brusques de la densité de courant, la courbe en représente une variation continue qui semble devoir être plus conforme à la réalité si l'on admet une élévation de température sensiblement constante, toutes les autres conditions restant d'ailleurs également les mêmes.

Adr. CURCHOD.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Conductibilité électrique du mica [1].

Nous avons déjà publié dans le n° 8 du t. I de la « R. G. E. », 24 février 1917, p. 283 une étude de M. Edouard Branly sur la conductibilité de l'air et du mica. Nous analysons ci-dessous une nouvelle communication de M. Edouard Branly sur la conductibilité électrique du mica faite à l'Académie des Sciences le 8 octobre 1917.

Jusqu'à présent, on n'a pas encore élucidé le mécanisme de fonctionnement des détecteurs de télégraphie sans fil et on est toujours dans l'incertitude quand il s'agit de choisir les deux substances conductrices et l'isolant qui les sépare.

Dès 1891, M. Edouard Branly avait rejeté l'hypothèse d'une adhérence passagère des particules conductrices, hypothèse qui avait conduit à adopter les termes de cohérer et décohérer, et avait émis l'idée que le phénomène était dû à une modification physique des couches minces isolantes qui les rend conductrices et que cette modification persiste quelque temps par une sorte de force coercitive [2].

Il avait ajouté plus tard [3] que l'isolant interposé entre les particules conductrices devient conducteur par l'action passagère d'un courant de haut potentiel, et que les divers phénomènes observés caractérisent la conductibilité de l'isolant.

Une vérification expérimentale de ces hypothèses est assez pénible vu la petitesse de l'espace isolant. M. Edouard Branly est cependant parvenu à réaliser un dispositif qui, à la sensibilité près, se comporte comme un détecteur de télégraphie sans fil, en opérant sur des couches isolantes variées placées entre deux disques conducteurs et qui étaient à la fois assez minces pour devenir conductrices sous l'action d'un courant électrique et assez épaisses pour pouvoir être mesurées directement en fractions de millimètre.

L'appareil ainsi réalisé amené à une faible conductibilité, était, comme les détecteurs de télégraphie sans fil, sensible à la fois aux chocs et aux courants induits développés dans le circuit dont il faisait partie par les décharges électriques produites à distance. Les effets obtenus étaient fonction de la nature et de l'épaisseur de l'isolant et de sa conductibilité.

Non satisfait de ces résultats, et voulant pouvoir répondre à toutes les objections, l'auteur a repris ses essais en vue d'obtenir une démonstration plus complète de la conductibilité des diélectriques en couches minces.

Parmi les objections qu'on pouvait faire aux premières expériences de l'auteur, les deux suivantes en particulier n'étaient pas sans valeur, et il était nécessaire de pouvoir y répondre.

1° Si aux pôles de la source dont le courant surmonte la résistance d'un isolant la différence de potentiel est petite, le rapprochement des armatures du condensateur constitué par les disques n'est-il cependant pas tel que la force électrique devient assez importante pour provoquer à travers l'isolant une décharge disruptive ?

2° Dans un laboratoire, il y a toujours en suspension des poussières métalliques extrêmement fines qui peuvent se disposer sur la feuille isolante au moment où on la place sur le disque que va soulever le piston de la pompe; et il est à craindre que la pression mécanique qu'on exerce pour assurer un bon contact entre l'isolant et les disques n'engage certains grains métalliques dans l'épaisseur de l'isolant, ce qui constituerait un cohéreur entre les disques.

Les expériences de M. Edouard Branly pour combattre ces objections ont porté sur du mica dont la résistance aux courants faibles paraissait insurmontable. Les résultats des expériences de l'auteur peuvent se résumer comme il suit :

Une feuille de mica de trois millièmes de millimètre d'épaisseur environ, non percée, fut placée entre deux disques métalliques plans. Au bout d'un temps très court, sa résistance électrique à un courant continu put être amenée à une valeur négligeable alors que la force électromotrice de la source appliquée initialement aux deux disques était inférieure à quatre millièmes de volt et que la pression mécanique, appliquée aux deux disques pour assurer leur contact avec l'isolant, n'atteignait pas un centimètre de mercure.

Description sommaire du dispositif expérimental employé. — La description complète des appareils utilisés par M. Edouard Branly a été donnée dans « les Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences 1915, t. CLXI, p. 159 ; 1916, t. CLXIII, p. 943 et dans la « Revue générale de l'Électricité » du 24 février 1917, t. I, p. 283. Nous dirons simplement que les disques et la feuille de mica placée entre eux étaient serrés entre la base supérieure du piston vertical d'une pompe à gaz comprimé et une plate-forme horizontale qui forme un plafond mobile poussé verticalement le long des guides. La pression est exercée sur le piston au moyen de poids centrés placés sur la plate-forme.

La pression du gaz qui pousse le piston et la pression des poids doivent être égales pour une position donnée de la plate-forme légèrement soulevée.

Un manomètre à air libre à mercure mesure la pression ; un deuxième manomètre, plus sensible, à bibromure d'éthylène est monté en parallèle avec le manomètre à mercure et permet de suivre et de régler la vitesse de montée du piston.

Le circuit est composé : 1° d'une source à courant continu (élément Daniel, pile thermo-électrique à éléments bismuth-argent, etc) ; 2° d'un condensateur à lame de mica, dont les armatures sont composées de deux disques métalliques variés, de 32 mm de diamètre, et dont les surfaces, polies optiquement sont parfaitement planes ; 3° d'un galvanomètre à cadre mobile de résistance intérieure de 500 ohms et produisant une déviation de 1,45 mm sur une règle graduée placée à 1,20 m du miroir pour un courant de 1/10 de microampère.

Le mica employé a été, en particulier, du mica du Bengale d'épaisseur sensiblement uniforme quelquefois inférieure à trois millièmes de millimètre et de surface dépassant 20 cm².

L'auteur a remarqué que, dans certaines conditions, les feuilles de mica suffisamment minces devenaient toutes conductrices.

[1] Edouard Branly, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 8 octobre 1917, t. CLXV, p. 450-455, 2 000 mots.

[2] Edouard Branly, *Bulletin des séances de la Société française de Physique*, avril 1891.

[3] Edouard Branly, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* 1894, t. CXVIII, p. 348.

Digitized by Google

Marche d'une expérience de conductibilité. — Si les deux disques métalliques sont de diamètres différents, on place le plus petit sur le cercle intérieur en ébonite d'une suspension à la Cardan qui surmonte le piston mobile de la pompe : la feuille de mica est posée sur ce disque. On encastre le second disque dans une monture en ébonite centrée sur la plate-forme horizontale en aluminium que poussera le piston dans son mouvement ascendant. On rapproche les disques en ouvrant légèrement le réservoir à gaz comprimé et on ferme aussitôt ; le gaz sorti du réservoir se répand dans le détendeur et va de là aux manomètres et au corps de pompe où plonge le piston. Un robinet à pointeau, placé à la sortie du détendeur, permet de régler le débit du gaz moteur d'après les indications du manomètre à bibromure d'éthylène. On applique sans choc le disque inférieur surmonté du mica contre le disque supérieur et, en le poussant doucement, on soulève la plate-forme.

Variations de la conductibilité. — Les résultats obtenus par M. Édouard Branly peuvent se résumer comme il suit :

1° Une feuille de mica d'une épaisseur voisine de 3 millièmes de millimètre laisse passer le courant d'un seul élément thermo-électrique dont la force électromotrice est de 4 millièmes de volt. La conductibilité a lieu, dès que le contact de la feuille et des disques a été établi, lorsque la plate-forme libre de toute surcharge est légèrement soulevée. Le courant qui se produit n'est pas un courant de charge de condensateur car il va en augmentant et est persistant.

Parfois, la conductibilité est immédiate et complète ; d'autres fois, elle est progressive, sans oscillations et définitive en quelques secondes ; enfin, avant d'être persistante, elle peut présenter des oscillations lentes.

Il peut même arriver que la résistance du mica devienne négligeable, mais, en abaissant convenablement la pression, on arrive à des conductibilités moindres, c'est dans ces conditions qu'un léger choc, ou une faible décharge oscillante produisent des variations brusques de conductibilité comme dans les détecteurs à contacts imparfaits.

Si aucune action, choc ou décharge, n'intervient, la conductibilité du mica reste fixe pendant plusieurs heures et est la même pour les deux sens du courant.

2° Si l'épaisseur de la feuille de mica est égale ou supérieure à 4 millièmes de millimètre, il faut, pour obtenir la conductibilité du mica, atteindre des pressions plus élevées et employer des forces électromotrices qui, parfois, doivent être au moins égales à 1 v. La conductibilité s'établit dans ce cas lentement, par saccades et avec des oscillations très étendues de la déviation ; elle croît beaucoup plus vite que proportionnellement à la force électromotrice et ne peut être obtenue avec des forces électromotrices faibles qu'à la condition d'avoir été amorcée préalablement par une force électromotrice élevée. Les chocs et les décharges électriques à distance produisent toujours le même effet qu'avec les lames de 3 millièmes de millimètre d'épaisseur.

Les lames de mica dépolies sur les deux faces ont montré une conductibilité plus grande que les feuilles ordinaires.

Examen des feuilles de mica. — L'examen très approfondi des feuilles de mica étant nécessaire, l'auteur a procédé à ce contrôle de la façon suivante :

Après avoir choisi dans la feuille de mica, destinée à l'expérience de conductibilité, la région la plus pure, il l'a circonscrite par une circonférence en couleur débordant le disque sur lequel la feuille était posée. Ceci fait, il a soumis la surface entourée à une exploration dans la lumière polarisée.

Pour ce, il plaçait perpendiculairement à un faisceau de lumière blanche, entre deux prismes de Nicol de sections principales parallèles, une lame cristallisée d'une demi-onde pour le jaune moyen ; il orientait cette lame de manière à obtenir la teinte sensible. Puis, sans toucher au cristal d'une demi-onde, il appliquait sur sa surface la feuille à essayer, la teinte se trouvait ainsi modifiée sauf aux points où le faisceau lumineux rencontrait un trou dans la feuille. Partout ailleurs une épaisseur uniforme de la feuille était accusée par une teinte uniforme. Il observait la feuille avec une lunette de grossissement connu qui permettait de déterminer assez exactement le diamètre des vides.

Le diamètre des vides ainsi observés en lumière polarisée était d'environ 1/20 de millimètre ; leur nombre était très réduit, mais on pouvait supposer l'existence de vides de diamètre beaucoup plus faible.

Quel rôle ces vides jouent-ils dans la conductibilité ? L'auteur ne pense pas que les poussières métalliques infinitésimales, logées dans les sillons des stries des disques se dressent à travers les vides au passage du courant et jouent le rôle de cohéreurs, car la ténuité de ces poussières serait trop faible pour réduire de façon appréciable la résistance. La seule hypothèse qui reste est que les cellules d'air, de dimensions réduites en tous sens laissent passer facilement le courant à cause de la diminution d'amplitude des mouvements gazeux. Il est difficile de donner pour le moment une réponse satisfaisante à cette hypothèse.

Imperfections des appareils employés. — L'auteur termine en examinant les défauts que présentaient les appareils qu'il a employés dans ses essais. Il juge qu'il y aurait lieu, par exemple, de diminuer l'inertie de la pompe de compression de façon à obtenir une obéissance plus rapide aux montées et aux descentes qui lui sont commandées.

Enfin, il faudrait s'arranger de façon que le déplacement vertical de la plate-forme s'effectue avec moins de frottements contre les tiges en acier qui lui servent de guide, ce qui permettra à la charge des poids placés sur la plate-forme de se transmettre au piston sans perte importante et aura pour conséquence des indications plus exactes des manomètres.

Un nouveau photomètre sphérique pour lampes à incandescence [1].

L'introduction sur le marché des lampes à incandescence avec ampoules remplies de certains gaz et des corps incandescents de formes très différentes ne permet plus de se contenter, pour apprécier la valeur éclairante d'une lampe, des procédés anciens de mesure, employés avec les lampes à filaments de charbon ou à filaments métalliques. Avec ces types de lampes, il suffisait, en effet, de mesurer l'intensité lumineuse moyenne horizontale [2]. Avec les lampes modernes, on est conduit à mesurer l'intensité lumineuse moyenne dans l'espace. Dans ce but, la Société Siemens et Halske a créé un photomètre sphérique dont le principe est représenté par la figure 1. La sphère est construite en tôles de zinc qui peuvent être facilement embouties en forme de demi-sphères. Pour obtenir une sphère d'un mètre de diamètre, deux plaques de tôles seulement sont nécessaires. La surface

[1] R. von Voss. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 5 avril 1917, t. XXXVIII, p. 188-190, 2 500 mots, 5 fig.

[2] Nous avons signalé déjà, dans la *Revue générale de l'Électricité* du 27 janvier 1917, p. 127, d'après MM. Middlekauff et Skogland, les difficultés que présente la photométrie des lampes à atmosphère gazeuse.

Digitized by Google

intérieure de la sphère est polie. Une ouverture k, fermée par un petit panneau mobile permet d'introduire facilement la lampe à étudier dans l'intérieur de la sphère. Un système

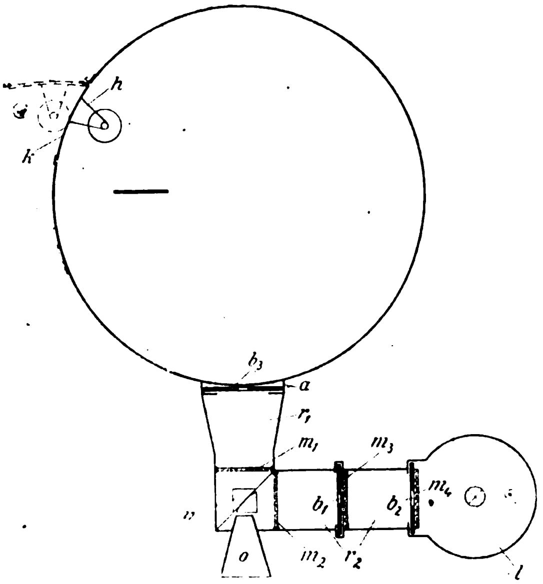


Fig. 1. — Représentation schématique du photomètre sphérique.

de douille spéciale est fixé au panneau de manière à pouvoir mettre en place soit une lampe à pas Edison normal, soit une lampe à pas plus petit, soit une lampe à baïonnette. Le panneau k est situé obliquement par rapport à la surface horizontale de l'ouverture circulaire du dispositif tubulaire r_1. L'ouverture est fermée par une plaque de verre opale m_1. Derrière cette plaque se trouve un photomètre Lummer-Brodhun, qu'on peut observer par l'ouverture o. L'éclairement de comparaison est produit par une source lumineuse placée dans le système tubulaire r_2, également muni d'un disque en verre opale m_2. Le mode opératoire consiste à rendre égaux les éclairements des deux disques m_1 et m_2. On dispose dans ce but d'un troisième disque m_3, muni d'un diaphragme réglable b_1, qui peut être manœuvré de l'extérieur à l'aide d'une crémaillère et d'un bouton moleté K_1. Un index double z est fixé au diaphragme et se déplace à côté d'une échelle à triple graduation (fig. 2). L'éclairement du disque m_3 est sensiblement uniforme, de sorte que l'intensité du faisceau lumineux passant à travers le diaphragme est proportionnelle à la surface laissée libre par lui ; il en résulte que l'éclairement du disque m_2 est également proportionnel à cette surface, ainsi que l'intensité lumineuse de la lampe à étudier. On peut donc lire cette intensité sur l'échelle du diaphragme. Pour pouvoir lire directement l'intensité lumineuse en bougies, on dispose un autre disque m_4 entre le disque m_1 et la source lumineuse de comparaison ; ce disque m_4 est

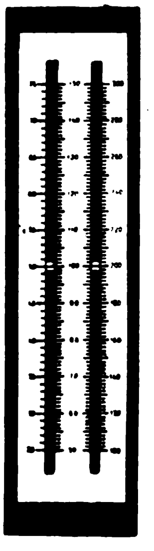


Fig. 2. — Échelle du photomètre sphérique.

muni également d'un diaphragme réglable de l'extérieur par un bouton moleté K_2. La lampe de comparaison doit avoir une intensité lumineuse d'environ 50 bougies, de façon que, malgré les pertes lumineuses nécessaires, elle puisse produire sur le disque m_2 un éclairement suffisant (en moyenne 35 lux). La lampe de comparaison n'a pas besoin d'être spéciale. Il suffit de prendre une bonne lampe normale usagée, dont l'intensité lumineuse ne varie pas, si on maintient constante la tension d'alimentation. La figure 3 donne l'ensemble de l'appareil monté sur une table. L'opérateur a sous la main tous les instruments de mesure nécessaires (voltmètre pour régler la tension de la lampe à étudier, voltmètre pour régler la tension de la lampe de comparaison, un ampèremètre pour la lampe à étudier). Sous la table sont disposées les résistances néces-

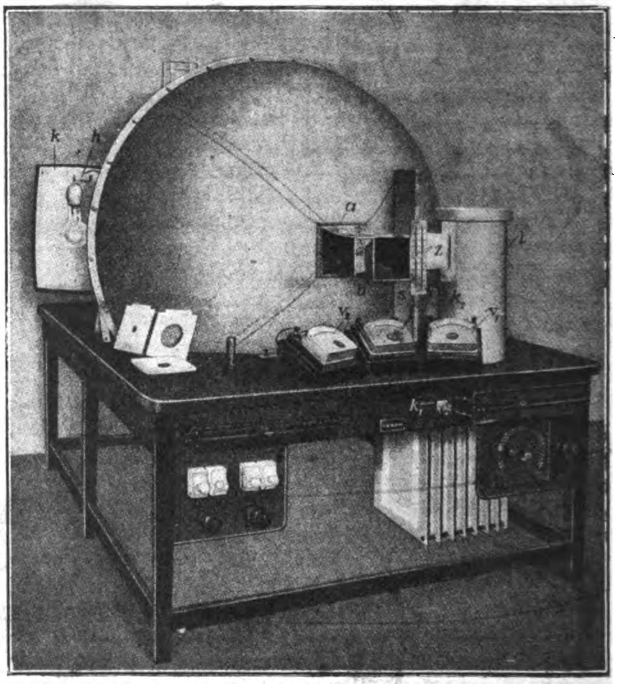


Fig. 3. — Vue d'ensemble du photomètre sphérique.

saires pour effectuer ces réglages. La figure 4 représente le schéma de la disposition qui permet d'obtenir des mesures rapides et exactes pour des tensions variables, de 0 à 250 v et des lampes absorbant jusqu'à 20 A. On opère de la façon suivante. Supposons qu'on ait à essayer une série de lampes — 110 v, 90 bougies, la lampe de comparaison étant une lampe 108 v, 80 bougies. On place une lampe identique à la lampe de comparaison dans la sphère, on règle la tension des deux lampes à 108 v. On agit sur le diaphragme de m_3, de manière que l'index vienne sur la division 80 de l'échelle du milieu. On règle ensuite le diaphragme de m_4, de manière que la lentille du Lummer-Brodhun indique l'égalité d'éclairement; on remplace alors dans la sphère la lampe normale par la lampe à mesurer; on agit sur le diaphragme de m_3, après avoir amené la tension aux bornes de la lampe à étudier à 110 v, de manière à rétablir l'égalité au photomètre. On lit alors directement l'intensité lumineuse sur l'échelle.

Avec une sphère de 1 m de diamètre, on peut, avec les

Digitized by Google

lampes actuelles demi-watt dont le diamètre ne dépasse pas 12 cm jusqu'à 300 w, mesurer des intensités lumineuses jusqu'à 500 bougies. Pour les intensités lumineuses plus élevées, on utilise une sphère de 1,5 m de diamètre.

Elle est disposée de manière à permettre de mesurer les intensités lumineuses de lampes demi-watt dont le diamètre atteint 200 mm.

Remarquons qu'en utilisant directement les échelles graduées, on ne peut mesurer que des intensités lumineuses comprises entre 50 et 150 bougies.

Pour étendre l'échelle des mesures, on se sert d'un jeu de diaphragmes b_3, permettant de faire varier dans de grandes proportions l'ouverture d'entrée du faisceau lumineux à la base de la sphère. Pour un appareil muni d'une

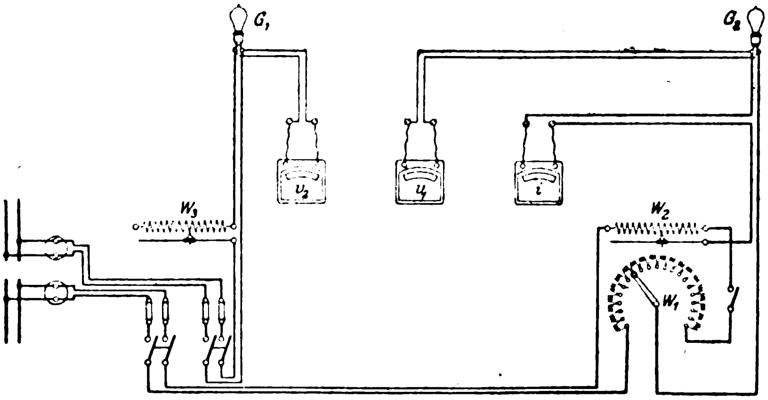


Fig. 4. — Schéma des appareils de réglage.

sphère de 1,5 m de diamètre, on peut mesurer des intensités lumineuses comprises entre 2,5 et 7 500 bougies à l'aide des 10 diaphragmes suivants :

1	2,5	5	7,5
2	5	10	15
3	10	20	30
4	25	50	75
5	50	100	150
6	200	200	300
7	250	500	750
8	500	1 000	1 500
9	1 000	2 000	3 000
10	2 500	5 000	7 500

Par exemple, pour mesurer une intensité lumineuse de 400 bougies, on prendra le diaphramme 7. On lira sur l'échelle de gauche (25-50-75) et on multipliera la lecture par 10 et ainsi de suite.

Remarquons, pour terminer, que l'éclairement de la surface intérieure de la sphère avec la lampe normale de comparaison est donné par la relation

$$E_n = \left(\frac{1-a}{a}\right) \times \frac{J_n}{r^2},$$

où J_n désigne l'intensité lumineuse moyenne sphérique de la lampe normale ; avec la lampe à étudier, on aura

$$E_x = \left(\frac{1-a}{a}\right)^2 \times \frac{J_x}{r^2}.$$

L'intensité lumineuse moyenne sphérique cherchée sera donc donnée par

$$J_x = J_n \times \frac{E_x}{E_n}.$$

Si on suppose que le coefficient d'absorption de la surface intérieure de la sphère est $a = 0{,}2$, on a $\frac{1-a}{a} = 4$. Pour une sphère de 1 m de diamètre, l'éclairement $E_x = 16\ J_x$. Une lampe de 5 bougies produirait par conséquent un éclairement de 80 lux, ce qui, pour l'observation directe au moyen d'une lentille Lummer-Brodhun, est une valeur beaucoup trop élevée. C'est pourquoi on interpose, pour diminuer l'éclairement, un disque en verre opale, ce qui permet d'observer directement l'égalité des éclairements au photomètre Lummer-Brodhun.

E. P.

Perturbations du champ affectant la commutation des moteurs et génératrices [1].

Dans une machine sans pôles auxiliaires, bien étudiée, les entrefers correspondant aux divers pôles doivent être les mêmes, la saturation magnétique des pièces polaires et les distances entre pôles doivent être telles que la machine puisse fonctionner à toute charge normale, sans qu'il soit besoin de faire varier le décalage des balais pour éviter la production d'étincelles lorsque la charge varie.

Influence de la distorsion du champ sur la commutation. — La figure 1 représente la distorsion du champ magnétique qui se produit à un degré plus ou moins grand dans toute génératrice non pourvue de pôles de commutation lorsqu'elle est en charge. Le courant traversant les sections comprises dans les angles ba' et ab' produisent un champ magnétique N' S' perpendiculaire aux pôles principaux N S et dénommé champ transversal.

Pour que les balais soient au point neutre, ils devront être décalés en avant de la ligne neutre théorique sur la ligne aa'.

Le courant des sections comprises dans les angles ab et a'b' produit un champ antagoniste N" S" qui a une action démagnétisante sur les pôles principaux N S proportionnelle à la charge de la génératrice.

(1) E.-H. Martindale. *Electrical Review and Western Electrician*, 2 juin 1917, t. LXX, n° 22, p. 945-947, 1 900 mots, 2 fig.

Digitized by Google

Cette diminution de l'intensité du champ, augmentée de la résistance de l'armature et de la réduction du courant dérivé d'excitation, a pour résultat une mauvaise régulation de la tension des génératrices-shunt de grande puissance, sans pôles de commutation. C'est pourquoi celles-ci sont généralement pourvues d'une excitation compound qui permet d'équilibrer les autres pertes.

Dans les moteurs, la distorsion du champ se produit en sens inverse, par suite les balais sont également décalés

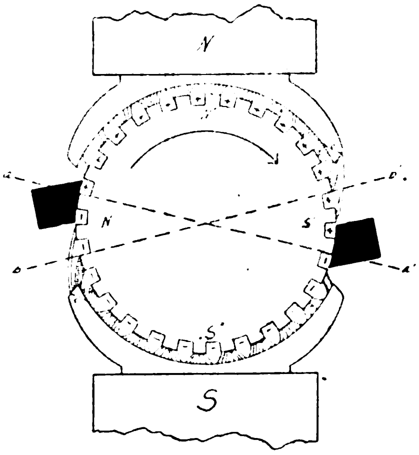


Fig. 1. — Schéma représentant la distorsion du champ.

en sens inverse. Le champ antagoniste tend à augmenter la vitesse du moteur et, par suite, compense la tendance au ralentissement occasionnée par l'augmentation de la charge. C'est pourquoi le moteur shunt sans pôles auxiliaires possède une bonne régulation.

La distorsion du champ magnétique peut être réduite et les accidents de commutation diminués en coupant en chanfrein les pièces polaires, au bord de sortie pour les génératrices, au bord d'entrée pour les moteurs.

Dans une machine à pôles auxiliaires bien établie, le bobinage des pôles de commutation doit être juste suffisant pour compenser le champ engendré par l'armature. De cette façon la distorsion du champ disparaît et on obtient une bonne commutation à toutes charges.

Perturbations apportées par des inégalités dans l'entrefer. — La régularité des entrefers a une grande importance aussi bien dans les machines à pôles auxiliaires que dans les autres. La figure 2 représente une machine dans laquelle l'usure des coussinets a causé une inégalité entre les épaisseurs des deux entrefers opposés. Dans l'enroulement ondulé cette inégalité n'a pas d'inconvénient, car la tension est uniformisée dans l'enroulement. Dans une machine bobinée en parallèle ou en boucle la partie de l'armature située devant le plus petit entrefer engendrera un courant à une tension plus élevée que la partie opposée. Au début de l'usure des coussinets, la moitié inférieure de l'induit de la génératrice commencera par assurer une partie de la charge plus forte que celle qui lui correspond. Cette différence s'accentuera jusqu'à ce qu'elle égale la chute ohmique dans l'induit; à ce moment, la moitié inférieure de l'induit aura la charge entière. L'usure se prolongeant, un courant local prendra naissance entre les deux moitiés de l'armature par l'intermédiaire des balais; la moitié supérieure de l'armature fonctionnera comme moteur alimenté par la moitié inférieure fonctionnant en génératrice.

Un changement de 10 pour 100 dans l'épaisseur de l'entrefer suffit à produire des échauffements anormaux et à empêcher la machine de fonctionner à pleine charge.

Dans une génératrice bobinée en boucle, la tension engendrée dans les différents circuits de l'armature peut être déterminée en démontant la barre collectrice qui rejoint les balais de même polarité et en faisant marcher la génératrice à vide. Les sections seront ainsi indépendantes et la variation de la tension entre balais indiquera une irrégularité d'entrefer.

S'il s'agit d'un moteur bobiné en boucle, les câbles collecteurs seront démontés et la vitesse déterminée au moyen de deux porte-balais voisins, tous les autres balais étant mis hors circuit.

Cet essai sera fait pour chaque paire de porte-balais.

Si les entrefers sont suffisamment irréguliers pour causer

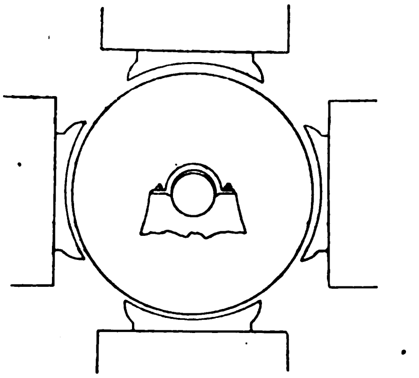


Fig. 2. — Schéma d'une machine à 4 pôles montrant l'irrégularité d'entrefer produite par l'usure des coussinets.

une répartition inégale de la charge, le moteur aura une vitesse moindre lorsque les balais essayés seront rapprochés de l'entrefer faible et une vitesse supérieure dans le cas contraire.

Autres causes capables de troubler la commutation. — Dans les culasses et pièces polaires en acier fondu, il arrive parfois que ces pièces possèdent des soufflures de dimensions suffisantes pour réduire sensiblement le flux relatif à un ou plusieurs pôles. Le procédé ci-dessus est le meilleur pour déceler ces défauts après que des essais préliminaires ont montré la régularité des entrefers.

Il y a deux genres de bobinage d'excitation compound l'un « cumulatif » dans lequel les deux enroulements agissent dans le même sens, l'autre « différentiel » dans lequel ils agissent en sens inverse. Ce dernier ne se rencontre guère que sur les moteurs dans le but d'obtenir une vitesse constante ou croissante lorsque la charge augmente. L'enroulement cumulatif est utilisé dans les moteurs pour augmenter le couple avec la charge et obtenir un couple de démarrage élevé.

Dans les génératrices, il permet d'obtenir une tension constante.

Dans les moteurs compounds cumulatifs, l'excitation série peut, par erreur, être connectée de façon à s'opposer à l'excitation shunt. L'accroissement de la vitesse avec la charge ainsi que la production d'étincelles au collecteur permettent de déceler cette erreur.

Digitized by Google

On vérifiera en faisant fonctionner successivement les deux excitations qui devront donner la même polarité aux mêmes pôles.

Les enroulements shunts sont généralement montés en série et un court-circuit peut se produire dans une bobine sans produire aucun effet extérieur.

Seule la mesure de la chute de tension dans la bobine permet de s'en rendre compte. Dans ce cas, le rebobinage du pôle intéressé est nécessaire.

Force contre-électromotrice dans les soupapes à aluminium (1).

On sait qu'une cuve électrolytique à électrode d'aluminium jouit de la propriété de redresser un courant alternatif qui la traverse. Un certain nombre d'autres métaux (Fe, Ni, Co, Mg, Cd, Sn, Bi, Zr, Ta, etc.), possèdent la même propriété à un degré plus ou moins étendu. Un grand nombre d'électrolytes peuvent être utilisés ; les plus employés sont les aluns, les phosphates et les carbonates ; toutefois, Greatz et Pollak (*Elektrotechnische Zeitschr.*, t. xxv, p. 359) ont montré que tout électrolyte fournissant de l'oxygène par l'électrolyse peut donner des résultats plus ou moins satisfaisants. On a constaté que la facilité avec laquelle une soupape redresse le courant alternatif dépend de la densité du courant à l'anode d'aluminium, de l'inductance et de la résistance du circuit, et de sa température ; le fonctionnement est d'autant meilleur que la densité du courant est élevée et que l'inductance, la résistance et la température sont basses.

Deux principales théories ont été proposées : la première en date, connue sous le nom de théorie de la couche solide (*solid film theory*), attribue cette action au dépôt électrolytique et à la décomposition d'une couche solide de quelque oxyde ou hydroxyde d'aluminium sur l'anode. Le dépôt se produit lorsque le courant pénètre par l'aluminium, et comme il constitue une matière de résistance élevée, la couche augmente jusqu'à une épaisseur suffisante pour interrompre le courant dans cette direction ; la décomposition se produit quand le courant circule en sens opposé et permet au courant de passer de l'électrolyte à l'électrode. Une seconde théorie, due à Guthe, connue sous le nom de théorie de la couche gazeuse (*gaz film theory*), attribue l'action à une couche d'oxygène gazeux qui est répandu sur la couche solide. Les électrons libres du métal sont entraînés à travers la couche gazeuse par le gradient élevé de potentiel avec très peu de difficulté quand l'aluminium est cathode ; mais quand le courant change de sens et que l'aluminium est anode, rien de semblable ne se produit, parce qu'il n'y a pas d'électrons libres dans l'électrolyte ; le courant peut être transporté à travers la couche par les ions de l'électrolyte et ceux-ci étant relativement gros par rapport aux électrons ne passent qu'avec difficulté.

On sait, depuis un grand nombre d'années, que la soupape d'aluminium agit jusqu'à un certain point comme un condensateur. D'après Schulze, une cuve de 40 × 40 × 40 cm avec deux plaques d'aluminium a une capacité de 5 000 microfarads sur un courant alternatif de 160 v et de 50 p : sec. Il serait possible, d'après cet auteur, de prendre un courant alternatif de 250 A à travers cette cellule. Mais il ne faudrait toutefois pas aller trop loin dans l'assimilation de cette cellule à un condensateur, comme Greene l'a montré.

Les recherches de l'auteur ont été entreprises pour déterminer si une étude approfondie de la force contre-électromotrice, produite lorsqu'un courant pénètre par l'aluminium, jetterait quelque lumière sur l'action de la cellule comme condensateur ainsi que sur les théories proposées.

La soupape utilisée est formée d'une plaque de plomb ayant une surface de 90 cm^2 et d'un fil d'aluminium de 0,258 cm de diamètre et 10 cm de long plongés dans une solution saturée de phosphate de sodium. L'analyse a révélé que le fil d'aluminium contient 0,27 pour 100 de fer, et quelque peu de silice sous forme de silicates ; il renferme 99 pour 100 d'aluminium pur. Les électrodes ont été recouvertes de cire aux endroits où elles émergent de la solution afin d'éliminer les effets de surface qui apparaissent quand les électrodes ne sont pas recouvertes.

Dans une étude préliminaire, l'auteur a utilisé une méthode potentiométrique pour la mesure de la force contre-électromotrice. La cellule était disposée directement aux bornes d'une batterie d'accumulateurs pendant un certain temps avec l'aluminium comme anode, et la force contre-électromotrice, après une certaine période de circuit ouvert, était comparée directement avec la tension de la batterie. La période de circuit ouvert était réglée et mesurée au moyen d'un disque spécial. Quoique cette méthode potentiométrique donne des mesures très précises de la durée du circuit et de la force contre-électromotrice, elle est trop lente pour fournir les résultats désirés. La méthode oscillographique, qui a été substituée à la précédente, permet d'obtenir une série complète de lectures en une seconde environ.

L'auteur propose une théorie du phénomène. Il suppose avec Guthe et Schulze que l'anode d'aluminium se recouvre d'une couche de quelque oxyde ou hydroxyde d'aluminium et que cette couche solide se recouvre à son tour d'une mince couche d'oxygène dont l'épaisseur dépend de la tension appliquée et de la durée du circuit ouvert. Si cette couche d'oxygène atteint une épaisseur définie pour chaque tension appliquée, l'épaisseur de la couche solide doit augmenter avec la durée du circuit fermé, car, si on place un milliampère dans le circuit de la cellule et de la batterie, on peut s'assurer que, si le courant atteint une valeur très faible dans un temps très court, après que le circuit est fermé, il ne conserve pas cette valeur mais tombe constamment de plus en plus bas. Même après un jour entier de circuit fermé, le courant diminue quoiqu'à un degré très faible. Cette couche solide est déposée électriquement et, par suite, son épaisseur doit être proportionnelle à la quantité d'électricité qui traverse la cellule, laquelle dépend à son tour de la durée pendant laquelle la cellule est laissée en circuit fermé. La chute de la force contre-électromotrice après une période de circuit ouvert est due à la perte d'électricité à travers l'épaisseur de l'ensemble formé par la couche solide et l'oxygène. Schulze a montré que cette couche d'oxygène diminue d'épaisseur pour une durée croissante du circuit ouvert. Le système réalise, d'après l'auteur, un condensateur à diélectrique double, dont les deux parties perdent légèrement et changent d'épaisseur, la couche solide augmentant d'épaisseur avec la durée du circuit fermé et la couche gazeuse diminuant d'épaisseur avec la durée du circuit ouvert. C'est à partir de ces considérations que l'auteur édifie une théorie mathématique pour le détail de laquelle nous renvoyons au mémoire original.

La discussion des formules et des courbes conduit aux résultats suivants : dans chaque cas, la force contre-électromotrice augmente avec la durée de fermeture du circuit. Il semble évident que cette force contre-électromotrice n'est pas due entièrement à une couche gazeuse comme le suppose Guthe. Il est aussi évident qu'une modification perma-

(1) Albert Lewis Fitch. *The Physical Review*, janvier 1917, 2e série, t. LX, p. 15-28, 5 000 mots, 6 fig., 5 tab.

Digitized by Google

nente doit se produire dans la cellule avec la durée de fermeture du circuit, car le courant qui passe à travers la cellule n'atteint pas une valeur minimum mais tombe constamment de plus en plus bas. Ces deux effets s'expliquent si l'on suppose que l'action de la cellule dépend de l'épaisseur de la couche solide qui augmente comme la quantité d'électricité traversant la cellule, et aussi de l'épaisseur de la couche gazeuse qui atteint rapidement une valeur maximum pour chaque force électromotrice appliquée et diminue ensuite rapidement d'épaisseur avec la durée du circuit ouvert. L'accroissement d'épaisseur de la couche solide a pour résultat un accroissement de la résistance de la couche combinée, lequel rend compte de la valeur graduellement décroissante du courant qui passe en circuit fermé et aussi de l'ascension des courbes à mesure qu'augmente la durée de fermeture du circuit. L'épaisseur décroissante de la couche gazeuse entraîne une diminution de la résistance de la couche combinée, qui, à son tour, rend compte de la courbe descendante. — Cette manière de considérer la cellule explique comment elle se comporte d'une manière différente de la cellule électrolytique ordinaire dont les deux électrodes sont constituées par une substance inactive quelconque comme le platine. Avec des électrodes inactives, il n'y a pas de couche solide déposée, car l'oxygène produit électrolytiquement ne peut pas se combiner à l'électrode. Dans une telle cuve, le courant tombera à une valeur très faible et demeurera à cette valeur, pourvu que la tension appliquée soit assez faible, car les électrodes ne sont pas affectées par le passage du courant. Mais avec une anode d'aluminium, il y a toujours quelque dépôt de cette couche solide et il en résulte une chute du courant.

Cette manière de considérer la cellule est en accord avec les résultats de Graetz et Pollak, à savoir que tout électrolyte qui fournit de l'oxygène par l'électrolyse peut être utilisé. Il est aussi d'accord avec les résultats de Schulze que tout autre métal que l'aluminium peut être employé, pourvu que l'anode forme avec l'oxygène mis en liberté un composé de résistance électrique élevée.

Quand la cellule est utilisée pour redresser le courant alternatif, il y a un léger dépôt de cette couche solide chaque fois que l'aluminium est anode. Cependant, quand le courant est inversé, ce dépôt ne se décompose pas, car pour l'électrolyse des composés de l'aluminium une température plus élevée est nécessaire. Mais peu à peu on peut atteindre un état où la chaleur produite dans la résistance de cette couche solide est suffisamment grande pour élever la température de la cellule totale à un point où cette couche solide commence à se décomposer. Quand cette température est atteinte, la cellule ne fonctionne plus d'une manière satisfaisante. Ceci est d'accord avec les résultats obtenus par d'autres auteurs qui ont établi que la cellule fonctionne le mieux aux températures plus basses.

A. B.

L'échauffement de l'induit dans les moteurs de traction (1).

Généralités. — Les pertes d'énergie produisant l'échauffement peuvent être magnétiques, électriques ou mécaniques. Les pertes magnétiques sont dues aux courants de Foucault et aux phénomènes d'hystérésis, dans l'induit, les pôles et la carcasse; les pertes électriques se produisent dans les enroulements de l'induit, les inducteurs et les balais; les pertes mécaniques sont dues aux frottements des paliers, de l'air et du collecteur.

Ces diverses causes contribuent, en proportions diverses, à l'échauffement de la machine. En outre, entre les divers éléments de la machine, il se produit un échange de chaleur par convection ou rayonnement, qui dépend de la surface des pièces en contact, de la nature de ces pièces et de la différence de leurs températures respectives.

La détermination des pertes est relativement simple dans les machines soumises à une charge constante et continue, mais les conditions sont trop différentes dans les moteurs de traction où la charge est intermittente. Les pertes varient dans de grandes proportions entre les périodes d'arrêt, de démarrage, de marche normale et de freinage. La répartition de ces pertes variera encore suivant l'ordre de grandeur de l'intervalle entre les stations.

Par exemple, dans le service urbain, l'enroulement est soumis à des conditions très pénibles, par suite des démarrages fréquents, tandis que les pertes dans le fer de l'induit, qui sont proportionnelles à la tension et à la vitesse, seront relativement faibles. Inversement, lorsque l'intervalle entre les stations est grand, les pertes dans le cuivre sont faibles et sont plus fortes dans le fer.

Échauffement des moteurs de traction avec et sans pôles auxiliaires. — L'expérience a prouvé que les perfectionnements apportés à la construction des moteurs et l'introduction des pôles de commutation pouvaient fortement réduire les frais d'entretien et augmenter la durée de service des machines.

Sur les lignes à stations rapprochées (au-dessous de 250 m en moyenne) seulement, l'isolement de l'induit se dessèche et devient cassant plus rapidement dans les moteurs à pôles auxiliaires que dans les moteurs ordinaires de même puissance. Ce fait tient au principe même de la construction ; les moteurs à pôles auxiliaires admettant des pertes dans le fer faibles et une réaction d'induit élevée, comme le montre le tableau ci-dessous, pour des moteurs de 85 A.

Tableau I.

Type de moteurs	Pertes dans l'induit		Rapport
	cuivre watts	fer watts	
Moteur avec pôles auxiliaires	1 720	640	2,7
Moteur sans pôles auxiliaires	1 120	1 380	0,8

La proportion des diverses pertes dans l'induit varie suivant les conditions de service du moteur. Dans le cas de faibles intervalles entre stations, les rapports de pertes dans le cuivre et dans le fer de l'induit, dans les deux types de moteurs, diffèrent encore plus que dans le service continu, particulièrement si les moteurs fonctionnent en série.

Des diagrammes de marche, correspondant à différents intervalles entre stations, ont été relevés pour deux moteurs de 37 kw. l'un avec, l'autre sans pôles auxiliaires. La figure 1 représente l'un de ces diagrammes correspondant au moteur avec pôles auxiliaires, la figure 2 correspondant au moteur sans pôles auxiliaires pour une distance de 300 m entre stations. La charge de traction était de 12 t et l'accélération au démarrage de 0,5 m : s^2. Au-dessus de l'axe de

(1) Leonhard Adler. *E. T. Z.*, 28 juin 1917, n° 26, p. 344-347, 2900 mots, 5 fig. Proposition de modifications du paragraphe 15 des Normales des Machines du V. D. E.

Digitized by Google

abscisses sont les diagrammes des vitesses en fonction du temps et de l'espace parcouru ; au-dessous de l'axe, les pertes dans le cuivre et dans le fer en fonction du temps. Les pertes moyennes calculées pour une section du trajet (300 m) sont données dans le tableau II ci-dessous pour des intervalles de 300 m et de 250 m entre les stations.

Tableau II.

Type de moteur	Pertes dans le cuivre watts	Pertes dans le fer watts	Rapport	Pertes dans le cuivre watts	Pertes dans le fer watts	Rapport
	Intervalle de 300 m entre stations			Intervalle de 150 m entre stations		
Moteurs avec pôles auxiliaires......	552	248	2,22	578	149	3,86
Moteurs sans pôles auxiliaires......	319	745	0,42	324	496	0,65

La figure 3 donne les pertes pour différents intervalles entre stations pour le moteur à pôles auxiliaires, la figure 4 s'applique au moteur sans pôles de commutation.

Le dégagement de chaleur n'est pas proportionnel aux pertes. A pertes égales, il sera plus faible dans le fer par suite de la plus grande masse et de la meilleure ventilation. Par suite, la différence entre les deux types de moteurs est encore plus accentuée en réalité qu'il ne résulte de l'examen des graphiques. Il existe d'ailleurs une transmission continue de la chaleur de l'enroulement au fer qui diminue un peu cette différence.

Un calcul exact de l'échauffement de l'induit basé sur les pertes serait extrêmement compliqué, les conditions variant suivant la construction de chaque machine, mais il est possible de faire des mesures des échauffements dans les différentes conditions de construction et de service ; mesures qui peuvent être utiles pour des études ultérieures.

Mesure de l'échauffement de l'induit. — La méthode de mesure prescrite par les « Normales des Machines » du V. D. E. au moyen d'un thermomètre ne conviennent pas.

Les pertes, en effet, variant dans de fortes proportions,

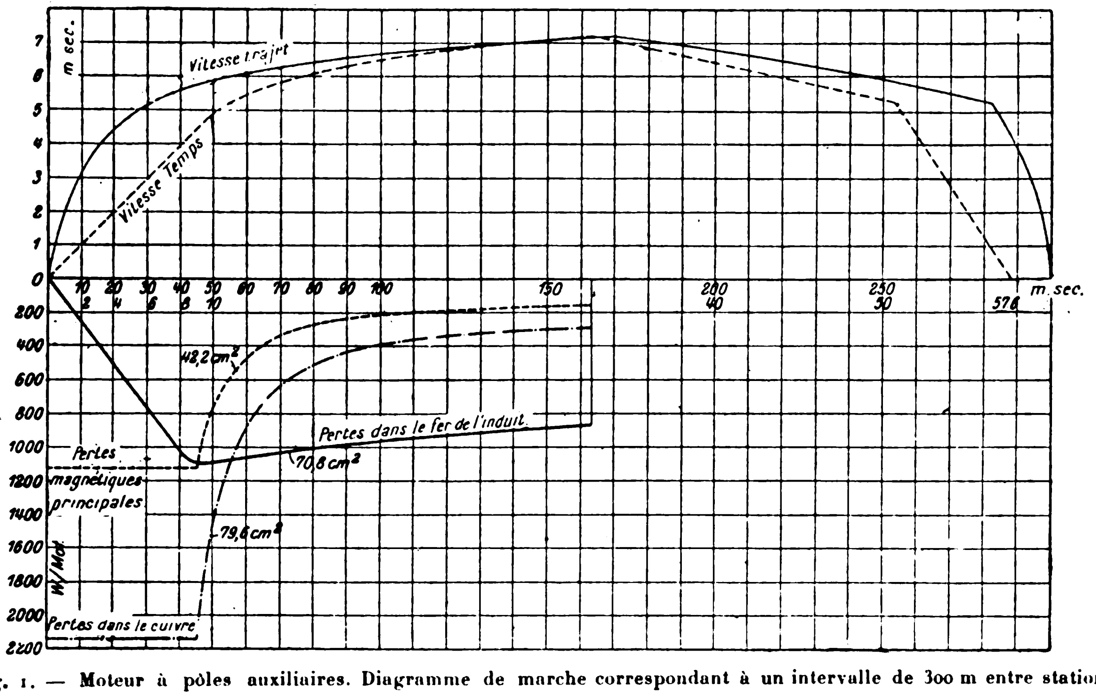


Fig. 1. — Moteur à pôles auxiliaires. Diagramme de marche correspondant à un intervalle de 300 m entre stations.

suivant le type de moteur et surtout suivant la fréquence des démarrages, ainsi qu'il vient d'être dit, leur détermination expérimentale directe par la méthode thermométrique est pratiquement impossible, l'erreur pourrait atteindre de 50 à 100 pour 100. D'ailleurs, l'introduction du thermomètre à la surface du fer de l'induit est souvent très difficile, sinon impossible.

L'auteur propose l'évaluation de l'échauffement de l'induit par la mesure de la résistance, méthode beaucoup plus rapide, plus simple et pratique que la méthode thermométrique. On a reproché à cette méthode d'être d'une exécution difficile et d'exiger une trop grande précision résultant de la mesure de résistances très faibles [1].

Dans la méthode proposée, il n'est nullement nécessaire de mesurer la résistance de l'enroulement complet de l'in-

(1) Voir Dettmar. *Erlauterungen zu den Maschinennormalien*, 1908, p. 28.

Digitized by Google

duit : il suffit de mesurer la résistance d'une partie, aussi grande que possible naturellement, dans des conditions identiques. Dans les induits bobinés en série ou en séries parallèles, ce qui ne se présente que dans les moteurs de grande puissance et dans le but d'éviter des courants compensateurs inégaux, il convient d'enlever une partie des

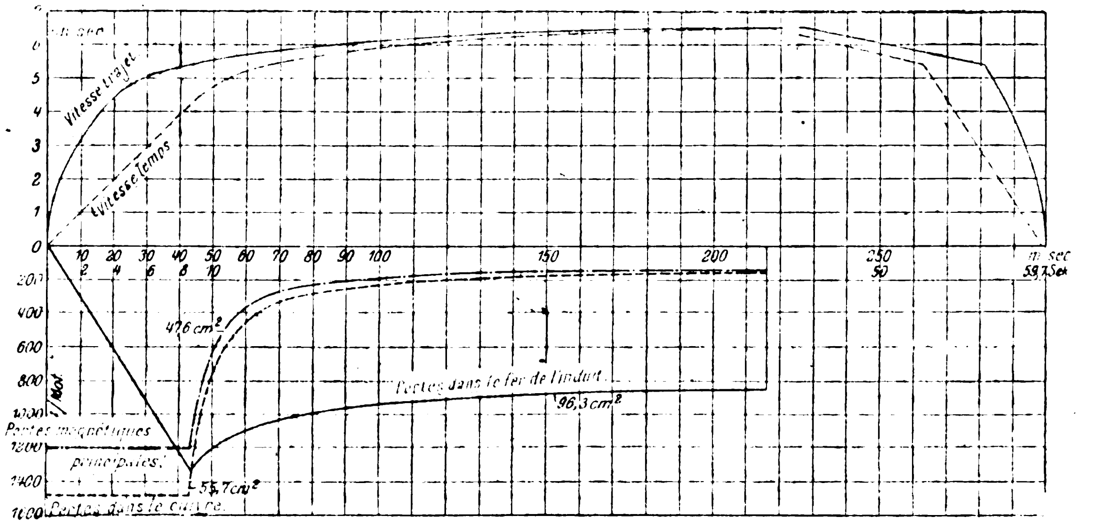


Fig. 2. — Moteur sans pôles auxiliaires. Diagramme de marche correspondant à un intervalle de 300 m entre stations.

balais ou de les isoler au moyen de bandes de presspan, ce qui ne demande que très peu de temps.

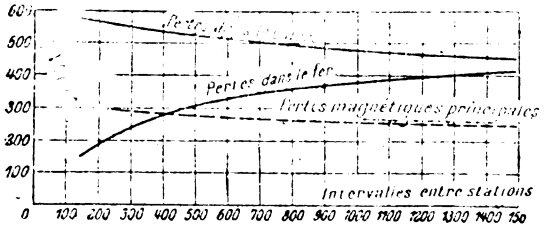


Fig. 3. — Pertes en watts dans un moteur à pôles auxiliaires en fonction de la longueur des intervalles entre stations.

Les moteurs de tramways, qui sont généralement pourvus de l'enroulement ondulé, ne nécessitent pas cette précaution.

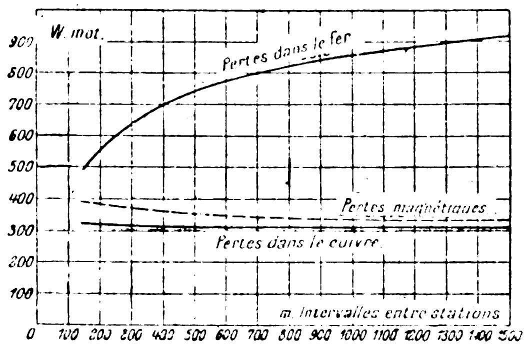


Fig. 4. — Pertes en watts dans un moteur sans pôles auxiliaires en fonction de la longueur des interwalles entre stations.

La mesure peut s'effectuer aussitôt après l'arrêt de la machine. Dans ce cas, on peut, au moyen de la mesure de la résistance, établir une courbe de l'échauffement aussi bien dans la salle d'essais qu'en service, ce qui est impossible avec la méthode thermométrique.

La mesure de résistances très faibles, jusqu'à 0,001 ohm, est actuellement possible au moyen de l'appareil Thomson ou même des ampèremètres ou des voltmètres. D'ailleurs, sauf dans des cas très rares, la résistance à mesurer dans les induits des moteurs de traction ne descend pas au-dessous de 0,1 ohm.

P. G.

Une méthode nouvelle d'inscription graphique en physiologie [1].

Le principe de la méthode est le suivant. On constitue un circuit comprenant une pile, un microphone et un solénoïde dans l'axe duquel est placé un aimant.

Toute variation de pression agissant sur le microphone fera varier sa résistance et, par suite, l'intensité du courant et celle du champ magnétique du solénoïde. Un fer doux placé devant le noyau de ce dernier pourra donc, s'il est muni d'un stylet, inscrire les pressions subies par le microphone.

Pour obtenir une inscription d'amplitude suffisante, il faut que les variations d'intensité du courant soient grandes et, par conséquent, que la résistance du microphone soit grande par rapport à celle du reste du circuit.

L'auteur, pour réaliser cette condition, a utilisé un transformateur sur le primaire duquel il avait monté le microphone explorateur et la pile composée de quatre éléments de 1,25 v en série et sur le secondaire duquel était monté le solénoïde inscripteur.

(1) L.-C. SOULA, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1er octobre 1917, p. 431-432, 450 mots.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Les appareils de téléphonie privée à intercommunication directe à boutons automatiques

Le téléphone est un grand économiseur de temps. Tout chef de maison devrait avoir, à côté de son appareil de réseau, un téléphone privé le mettant instantanément en communication avec ses chefs de service par une simple pression sur un bouton. L'auteur décrit, dans cet article, le système à intercommunication directe à bouton automatique qui s'impose dans les installations de petite et moyenne importance, par suite de sa sécurité de marche et des faibles frais d'installation et d'entretien qu'il nécessite.

Le problème de la téléphonie privée dans les usines, dans les bureaux, les magasins et les appartements doit être résolu de façon différente suivant l'importance de l'installation à réaliser. On peut avoir recours à l'emploi de postes à intercommunications directes, de postes à batterie centrale, qui exigent une téléphoniste, et enfin à la téléphonie automatique avec laquelle les manœuvres faites dans le système précédent par une téléphoniste sont faites par un mécanisme. Ces trois systèmes ne se concurrencent pas en général; ils paraissent devoir se réserver chacun une place particulière dans la téléphonie moderne.

Les appareils à intercommunication directe sont de beaucoup les plus avantageux dans les installations de faible importance avec un maximum de 25 postes. Au delà de ce nombre, les téléphones à batterie centrale sont généralement employés, tandis que le téléphone automatique est surtout utilisé à partir de 100 postes. Il est bien entendu que ces chiffres n'ont rien d'absolu et que chaque cas doit être étudié spécialement, afin d'obtenir la solution la plus économique et qui répond le mieux aux exigences du service.

Dans cet article nous examinerons uniquement les installations à intercommunication directe.

De l'intercommunication directe. — Les postes de ce genre peuvent se mettre sans intermédiaire en communication avec un poste quelconque de l'installation. Ils ont donc l'avantage de ne pas nécessiter de téléphoniste, d'autre part, la communication s'obtient instantanément par une simple pression sur un bouton.

Dans l'installation à intercommunication complète, un poste quelconque peut appeler n'importe quel autre poste du réseau et plusieurs conversations peuvent se tenir en même temps. Le schéma de montage des canalisations est donné dans la figure 1.

Chaque appareil possède une ligne propre connectée à sa borne L; le fil négatif du circuit d'appel sert de retour au courant téléphonique. Chaque poste possède des bornes qui sont reliées au fil de ligne des autres postes; on conçoit que, si l'un de ceux-ci prend la communication avec la ligne 2, par exemple, il sera en communication avec l'appareil 2. Nous verrons plus loin comment se fait l'appel et la mise en communication. D'après ce qui procède, il faudra autant de fils qu'il y a de postes, plus deux conducteurs pour le circuit d'appel. Ainsi, pour une installation à trois postes, il faudra un circuit circulaire à 5 conducteurs et 27 fils seront nécessaires pour un réseau de vingt-cinq postes. Un fil supplémentaire est nécessaire pour la pile du microphone. Cette pile se trouve souvent placée près du poste qu'elle alimente.

L'augmentation du nombre de fils avec le nombre de postes est le plus grand inconvénient de ce système et limite son emploi aux environs de 30 postes, l'encombrement des appareils croît également avec le nombre de directions.

Principe des appareils. — *Postes à jacks.* — Les anciens appareils étaient munis de jacks; pour prendre la communication avec un poste, on enfonçait la fiche dans le jack correspondant au poste avec lequel on désirait causer. Avec ce système, il fallait donc faire les cinq manœuvres suivantes :

1° Enfoncer la fiche dans le jack; 2° presser le bouton d'appel; 3° décrocher le récepteur; 4° accrocher le récepteur; 5° retirer la fiche du jack.

L'oubli de cette dernière manœuvre était une source de trouble dans le fonctionnement de ce système.

On a cherché à réduire le nombre de manœuvres en employant des postes à manettes avec un bouton automatique.

Postes à manettes. — Dans ces appareils, les jacks sont remplacés par des plots disposés suivant un arc de cercle, la communication pouvant être prise avec un plot quelconque à l'aide d'une manette. La manœuvre se fait plus rapidement qu'avec les jacks; un bien plus grand perfectionnement a été réalisé par l'emploi du bouton automatique qui sert à produire l'appel et en même temps à couper le circuit du téléphone quand on

Digitized by Google

raccroche l'appareil. Les manœuvres sont alors les suivantes : 1° placer la manette sur le plot correspondant à la ligne avec laquelle on désire causer; 2° décrocher le combiné; 3° appuyer sur le bouton, ce qui produit l'appel, le bouton ne remonte pas complètement et ferme le circuit; 4° la conversation étant terminée, accrocher le combiné, cette manœuvre fait remonter complètement le bouton, ce qui coupe le circuit.

Il n'est pas absolument nécessaire de ramener la manette au plot mort, car le bouton automatique ayant coupé le circuit, on n'est plus en communication avec le poste appelé.

Postes à boutons automatiques multiples. — On a réalisé un nouveau pas en avant en attribuant à chaque ligne un bouton automatique; la manette et les plots sont ainsi supprimés. Quand on désire causer, on enfonce sur son appareil le bouton correspondant au poste désiré après avoir décroché son combiné. En

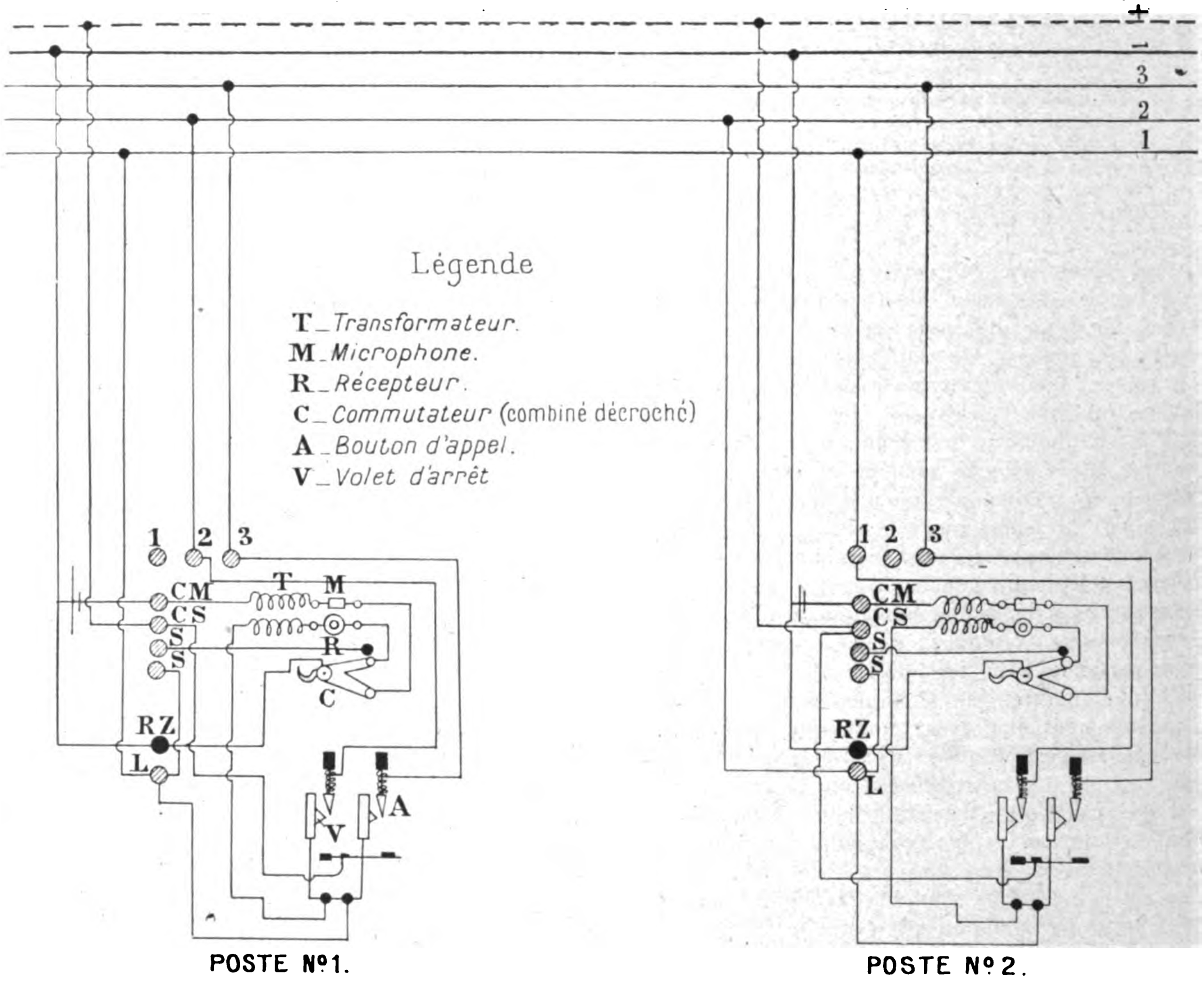


Fig. 1. — Schéma des connexions pour une installation de trois postes à intercommunication complète.

appuyant à fond, on produit l'appel (fig. 2), le bouton ne remonte pas complètement et donne la communication avec la ligne appelée (fig. 3). La conversation terminée, on accroche le combiné, ce qui déclanche complètement le bouton et coupe la ligne avec laquelle on était en conversation (fig. 4). La manœuvre se réduit donc aux trois opérations suivantes : 1° décrocher le combiné; 2° appuyer sur un bouton; 3° raccrocher le combiné.

Schéma du montage intérieur des appareil à intercommunication directe. — Quel que soit le nombre de directions, ces appareils possèdent invariablement les six bornes suivantes (fig. 1) :

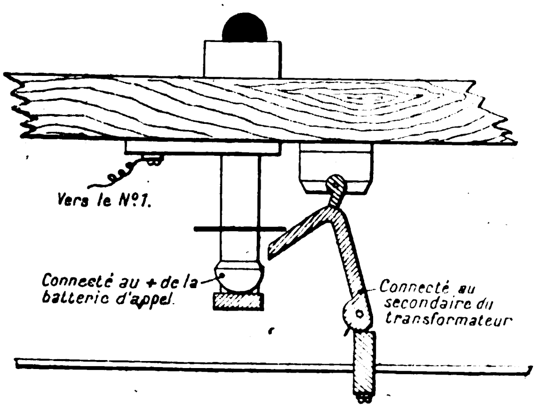
CM, connectée au pôle positif de la pile du microphone;
C S, connectée au pôle positif de la pile d'appel;
S, connectée à une borne de la sonnerie ;
S, connectée à l'autre borne ;
R Z, connectée au pôle négatif de la pile du microphone et de la pile d'appel ;
- L, connectée à la ligne propre de l'appareil;
Les bornes supplémentaires 1, 2, 3, 4... correspondent aux autres postes.

Organes des appareils. — Chaque appareil comporte les organes suivants : 1° un transformateur T; 2° un

Digitized by Google

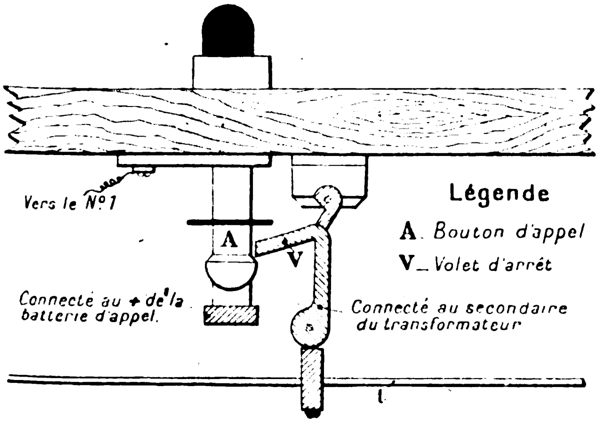
système commutateur C; 3° un système d'appel et d'enclanchement A.

1° Le *transformateur* est destiné à augmenter la portée des postes. Ce transformateur est généralement employé, même dans les installations d'appartement; on a constaté, en effet, que les postes à circuit secondaire étaient susceptibles de fonctionner dans de bonnes conditions là où ceux à circuit primaire en étaient incapables, par suite d'un mauvais contact, par exemple. D'autre part, si dans une installation à circuit primaire à postes rapprochés on vient à ajouter un poste situé à une certaine distance, il devient nécessaire de transformer tous les appareils en postes à circuits secondaires, ce qui entraîne la désorganisation du réseau pendant un certain temps et des frais plus considérables que si l'on avait prévu de suite l'installation en circuit secondaire.



Position d'appel

Fig. 2.



Position de conversation

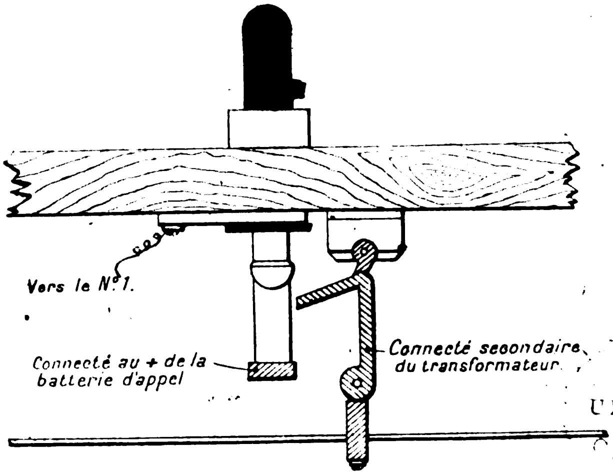
Fig. 3.

Comme les courants téléphoniques secondaires sont de très faible intensité, l'induction dans les fils voisins est beaucoup moins importante, de sorte que plusieurs communications peuvent se tenir en même temps.

L'induction n'est toutefois pas supprimée et on peut généralement entendre les conversations du réseau en décrochant un récepteur quelconque sans appuyer sur aucun bouton. En effet, en décrochant le combiné, celui-ci est mis en circuit sur sa ligne L qui parcourt toute l'installation. Les courants induits dans L passent par le récepteur au pôle négatif.

2° Le *système commutateur* a pour but de diriger les courants d'appel venant de l'extérieur sur la sonnerie, quand l'appareil est au repos, et sur le combiné, quand celui-ci est décroché.

3° Un *bouton* enfoncé à fond connecte la ligne de l'appareil que l'on désire appeler avec le positif de la batterie d'appel; le courant arrive dans le commutateur qui le dirige sur la sonnerie de ce poste. Quand on cesse la pression, le bouton remonte et butte contre un volet d'arrêt (fig. 3) lequel le met en relation électrique avec le combiné de son appareil par l'intermédiaire du transformateur. Si le poste appelé décroche son combiné, celui-ci est à son tour intercalé dans sa ligne propre et la conversation peut s'effectuer. Comme on s'en rend compte sur le schéma, chaque microphone est mis en série avec une pile, mais le courant circulant dans les lignes est le courant d'induction produit par les transformateurs.



Position de repos.

Fig. 4.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF

Quand la conversation est terminée et que les deux postes raccrochent leurs combinés, les commutateurs respectifs remettent leurs lignes propres en relation avec les sonnettes et, en même temps, le volet d'arrêt des boutons est amené en arrière par une tige et laisse échapper le bouton qui remonte complètement en coupant la connexion.

Inconvénients des appareils a boutons automatiques. — Après avoir examiné les avantages de ces appareils et passé en revue les progrès qui ont été faits dans cette branche de la téléphonie privée, voyons quels sont les inconvénients des modèles actuellement en service.

Digitized by Google

Un défaut commun de ces appareils réside dans le fait de devoir décrocher le combiné avant d'appuyer sur le bouton. Or, souvent, et surtout au début, lorsqu'on n'est pas encore familiarisé avec cette manœuvre, on sonne avant de décrocher, préoccupé que l'on est de la

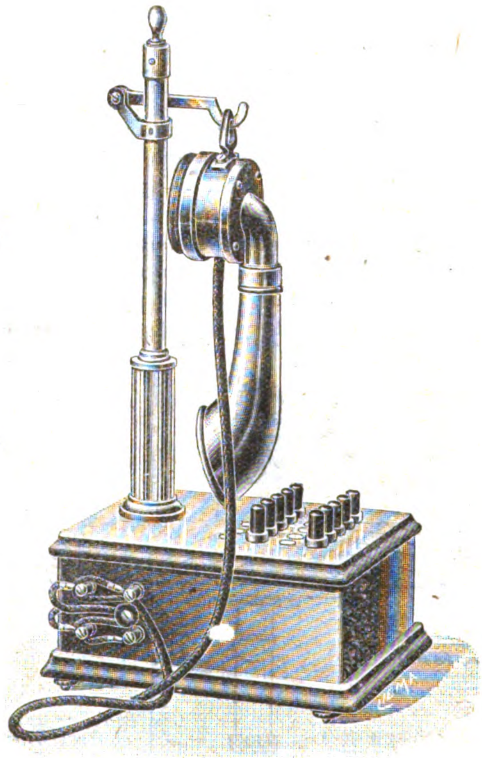


Fig. 5. — Téléphone de bureau à boutons automatiques.

recherche du bouton correspondant à la direction désirée. Le bouton remonte complètement sans prendre la ligne, car le volet V est ramené en arrière tant que le combiné reste accroché, mais l'appel s'est produit; le correspondant décroche ainsi que l'appelant, cependant la communication n'étant pas établie, on n'entend que très faiblement et par induction seulement. Pour établir le fonctionnement normal, il faut que l'appelant appuie à nouveau sur le bouton de son correspondant et cette fois il restera enclanché puisque le combiné est décroché.

Un deuxième inconvénient générique des appareils de ce type est le suivant :

Deux personnes sont en conversation, une troisième désire causer à l'une d'elles et enfonce le bouton désiré après avoir décroché; si elle met le récepteur à l'oreille, elle entendra très nettement la conversation et pourra y prendre part. Ce point constitue, à notre avis, le plus grave inconvénient des appareils à boutons automatiques. C'est un avantage considérable de pouvoir tenir une conversation téléphonique entre plus de deux personnes à la fois, mais inversement, la conversation avec ces appareils peut être entendue à l'insu des interlocuteurs.

Installation des lignes. — L'installation des canalisations se fait habituellement en câble sous plomb. Un câble comprend plusieurs fils isolés entre eux et guipés de coton ou de soie d'une teinte différente pour la facilité du montage et permettre la recherche des circuits. Le câble sous plomb a l'avantage de n'occuper qu'un faible encombrement, d'être d'une pose facile et de protéger l'isolement contre l'humidité. On prévoit habituellement quelques fils de réserve en vue d'une extension future de l'installation.

Certaines maisons fabriquent un câble sous plomb spécial dénommé câble anti-inducteur. Dans ce câble, l'isolement de chaque fil est entouré d'une feuille d'étain. Cette gaine formant écran est en connexion électrique avec le fil relié au pôle négatif. Les courants induits se produisent dans la feuille d'étain et sont conduits directement au pôle négatif. Dans ces conditions, aucun courant d'induction ne passe dans les récepteurs, ce qui évite le mélange des conversations.

Dans la pratique, ce câble, quand il est bien installé, atténue considérablement les effets nuisibles de l'induction.

Moulures. — Les canalisations téléphoniques peuvent être mises sous moulure en bois comme les canalisations de lumière. C'est ce qui se fait souvent dans les appartements dans lesquels la moulure s'adapte mieux à

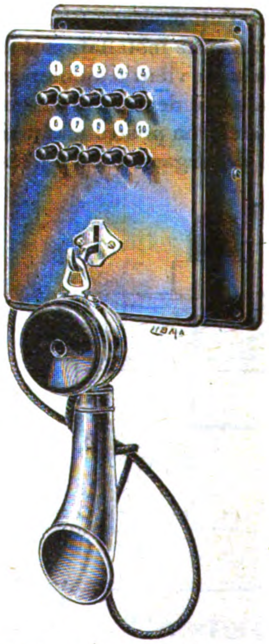


Fig. 6. — Téléphone mural à boutons automatiques.

la décoration que les câbles sous plomb. Ce procédé a des inconvénients bien connus dans les endroits humides; aussi, dans ce cas, faut-il goudronner la moulure et la placer sur des taquets la maintenant à une certaine distance du mur.

Fils sur crochets. — Dans ce cas, on réunit les fils en paquets ligaturés par une ficelle de place en place et on les supporte par des crochets vitrifiés cloués aux

Digitized by Google

murs. Ce procédé convient dans les montages rapides, mais n'offre pas les garanties d'isolement et de sécurité du câble sous plomb ou des fils en moulure.

Fils sur osselets. — Les installations se font quelquefois en fils isolés à la gutta sur osselets posés sur des taquets en bois scellés au mur. Avec ce procédé, les fils étant visibles, on peut trouver facilement une rupture d'un conducteur. D'autre part, puisqu'ils ne sont pas protégés mécaniquement, ces accidents se produisent fréquemment. Enfin, ce mode d'installation n'est pratique que lorsqu'on a affaire à un réseau peu important. En effet, dès que les conducteurs se multiplient, l'encombrement des canalisations augmente.

Arrivée aux postes de bureau. — C'est un point délicat de l'installation téléphonique. L'arrivée du plafond par un cordon souple assez gros n'est pas esthétique et est rejetée avec juste raison par beaucoup de personnes. Il faut alors passer sous le parquet.

Quand cela n'est pas possible, on peut faire une rainure dans le parquet même, y placer le câble et la fermer au moyen d'une baguette. Le câble sortira près d'un pied de la table et montera directement à l'appareil posé dessus. Avec ce mode de montage, il n'est pas possible de déplacer la table. Il doit être possible de construire une prise de courant de parquet peu encombrante, facile à démonter et permettant d'établir tous les contacts nécessaires même à une installation à intercommunication de 30 postes. Cette prise de courant rendrait de grands services dans le cas des postes mobiles placés sur un bureau et éloignés d'un mur. Elle permettrait de déplacer le bureau et d'enlever le tapis pour le nettoyage, opération très difficile avec le dispositif indiqué plus haut. Quand le bureau se trouve à proximité d'un mur, aucune difficulté n'existe à amener à l'appareil le câble d'une réglette ou d'une rosace fixée sur le mur. Les figures 5 et 6 représentent un téléphone de bureau et un téléphone mural.

Piles. — Dans ces installations téléphoniques, les piles servent à alimenter le circuit microphonique et le circuit d'appel; dans le système à circuit secondaire, une pile est suffisante pour le microphone, tandis qu'il faut une batterie de 6 à 8 piles pour l'appel.

Quand tous les postes se trouvent à un même étage, il est bon de rassembler les piles microphoniques et celles d'appel dans une armoire et de les étiqueter soigneusement. Ce procédé évitera des recherches et facilitera la vérification des piles. Quand les postes sont distribués à divers étages, on peut rassembler tous les éléments en un seul local ou les grouper par étage.

Dérivations. — Pour les dérivations, on utilise des planchettes à bornes, ces planchettes sont en ébonite ou en bois paraffiné; dans les installations soigneusement exécutées, elles sont placées à l'intérieur d'une armoire ou munies d'un couvercle. Toutes les bornes doivent être étiquetées pour la facilité du montage et des recherches.

F. Hamès,
Ingénieur I. E. G.

La spécialisation industrielle des ingénieurs

La discussion qui a eu lieu récemment à la « Société des Ingénieurs civils » sur la réforme des écoles techniques supérieures a conduit la Société à émettre des vœux dans lesquels elle demandait la création d'écoles techniques supérieures établies suivant le modèle de l'« École supérieure d'Électricité ». L'auteur de l'article ci-dessous reprend aujourd'hui la question et montre la nécessité de cette innovation, en s'appuyant sur les résultats obtenus par les « Hochschulen » allemandes qu'il a pu observer lui-même dans une grande usine métallurgique de ce pays où il a été employé pendant plusieurs années, à sa sortie de l'école technique française où il avait fait ses études.

L'industrie moderne a pris, dans ces cinquante dernières années, un essor si considérable et s'est étendue à des branches de l'activité humaine tellement nombreuses et tellement diverses, qu'il n'est plus possible actuellement de concevoir, comme on le faisait autrefois, que des hommes, si bien doués qu'ils soient, tant au point de vue de l'intelligence qu'au point de vue de la puissance de travail, puissent prétendre faire des études approfondies sur toutes les branches industrielles et les connaître dans tous leurs détails, comme il convient. La diversité des problèmes à résoudre dans l'industrie entraîne nécessairement la spécialisation de ceux qui sont appelés à la conduire et à la tenir au courant des progrès scientifiques réalisés. Plus la spécialisation industrielle sera rationnellement appliquée, plus l'industrie deviendra florissante, car chacune de ses branches sera dirigée, au bout d'un certain temps, par des gens tout à fait compétents, connaissant parfaitement les diverses fabrications, capables d'apprécier les avantages et les inconvénients de telle ou telle méthode, de concevoir et d'appliquer les perfectionnements utiles pour améliorer ces méthodes. La spécialisation des ingénieurs est beaucoup plus nécessaire au perfectionnement des méthodes industrielles, que le travail en série ne l'est, comme on le reconnaît universellement aujourd'hui, pour l'amélioration d'une fabrication donnée, tant au point de vue de la valeur des produits fabriqués que du prix de revient de ces produits. Les deux problèmes ont du reste beaucoup d'analogies qu'on peut facilement trouver en y réfléchissant un peu, mais le premier problème est beaucoup plus vaste et beaucoup plus général que le second.

Avant d'aller plus loin, nous voudrions établir d'une manière précise ce que nous entendons par spécialisation.

Digitized by Google

Dans presque toutes les études qui ont été faites sur l'organisation de l'enseignement technique supérieur, il a été reconnu que la base de la formation des élèves ingénieurs doit être un enseignement encyclopédique.

Ce point de vue est extrêmement juste, car, malgré toutes les spécialisations qu'on pourra réaliser, l'ingénieur spécialiste aura toujours dans sa carrière à solutionner, sinon dans les détails, au moins dans les grandes lignes de conception, une foule de problèmes très différents, tant au point de vue scientifique pur qu'aux points de vue technique et pratique. Il est donc naturel qu'on lui donne des moyens, pendant sa formation, qui lui permettront de savoir où puiser les renseignements essentiels qui pourront lui être nécessaires pendant sa carrière. Toutefois, cette formation ne suffit pas, car les études technologiques correspondantes embrassent des programmes tellement vastes qu'elles permettent seulement de donner des idées générales sur les différentes branches de l'industrie, mais ne peuvent prétendre initier complètement les esprits aux détails de chacune d'elles. Cette formation encyclopédique doit être nécessairement complétée, dans les dernières années d'études, par une formation de spécialisation, consistant en un enseignement théorique et pratique approfondi sur une branche spéciale de l'industrie, choisie par l'élève ingénieur d'après ses capacités et ses dispositions naturelles. Remarquons que la formation encyclopédique préparatoire lui aura considérablement facilité ce choix, si les études technologiques sont assez développées pour l'éclairer suffisamment sur ses goûts et ses dispositions. L'art de l'ingénieur suit à ce point de vue la loi commune à toutes les branches de l'activité humaine, les dispositions naturelles de chacun lui font préférer telle ou telle catégorie d'études et le rendent plus apte à se l'assimiler plus profondément et plus facilement. C'est surtout en se basant sur ce principe que les effets de la spécialisation peuvent être féconds ; on exécute sans découragement, et presque toujours avec succès, une tâche qui vous intéresse.

Il ne suffit pas, d'ailleurs, de se spécialiser sur une question pendant les dernières années, d'études il faut, autant que possible, que les ingénieurs dirigent nettement et fermement leur carrière d'après l'orientation primitive qu'ils auront choisie avec connaissance de cause. Il faut, en un mot, qu'ils s'habituent à une sorte de discipline corporative leur interdisant presque d'aller perdre le fruit de leurs travaux précédents en s'adonnant à une branche de l'industrie autre que celle qu'ils ont choisie. Il faudrait que chaque ingénieur spécialisé, dès son entrée dans la carrière, s'efforçât d'étudier à fond sa spécialité dans tous ses détails, mît toute sa capacité de travail à contribuer dans sa mesure, à perfectionner et à améliorer les méthodes de l'industrie dont il s'occupe, sans se laisser distraire par les autres spécialités, si intéressantes qu'elles puissent lui paraître. La concentration des efforts vers un but donné a toujours été la méthode industrielle la plus féconde ; la dispersion des efforts peut, dans certains cas, avec des esprits particulièrement puissants et particulièrement doués, donner des résultats intéressants, mais, dans la grande généralité, c'est une méthode à rejeter dans la pratique ; l'effort patient et persévérant est la base de tous les perfectionnements scientifiques et industriels. Du reste, chaque catégorie s'étend sur un domaine suffisamment vaste pour permettre d'exercer les efforts de ceux qui se sont dirigés vers elles, quelque large que soit l'intelligence de chacun d'eux et quelque prodigieuse que soit leur puissance de travail.

L'industrie mécanique, par exemple (entendue particulièrement comme industrie de constructions de machines motrices) offre certainement un champ d'activité considérable à tous les ingénieurs mécaniciens avec toutes les applications modernes : machines à vapeur fixes et mobiles, chaudières, turbines à vapeur et à gaz, turbines hydrauliques, moteurs à explosions (automobile et aviation), moteurs à gaz pauvres, machines-outils, etc.

Les ingénieurs mécaniciens n'ont pas besoin d'aller chercher dans d'autres catégories un aliment à leur activité.

De même, l'industrie électrique est une spécialité qui peut largement se suffire à elle-même avec toutes ses subdivisions : construction proprement dite (machines, appareillage, câbles), exploitation, électrochimie et électrométallurgie, etc.

Remarquons, en passant, que la formation de l'ingénieur électricien demande plus particulièrement, outre une spécialisation rigoureuse, une étude encyclopédique approfondie.

L'ingénieur électricien, s'il se destine à la construction proprement dite, doit être familiarisé avec la pratique de l'atelier et des machines-outils en général ; s'il se destine à l'exploitation, il doit parfaitement connaître la pratique des machines motrices ; s'il se destine à l'électrochimie ou à l'électrométallurgie, il doit ajouter, à toutes les connaissances déjà signalées ci-dessus, celles de la chimie générale. Nous avons pris ces deux exemples particuliers parce qu'ils nous touchent de plus près, mais on pourrait étendre le raisonnement à toutes les autres branches industrielles, et particulièrement à la catégorie si vaste des industries chimiques.

La spécialisation des ingénieurs et cette sorte de discipline professionnelle et corporative que nous signalions plus haut n'est, du reste, pas un fait nouveau, et, si ces méthodes ne sont pas encore appliquées dans toute leur rigueur en France, il y a longtemps qu'elles sont rationnellement pratiquées dans les grands pays industriels comme l'Amérique et l'Allemagne. Depuis de longues années déjà, les ingénieurs se sont spécialisés en Amérique, et l'Allemagne qui, nous devons le reconnaître, a judicieusement appliqué les méthodes américaines en les transformant partiellement pour les adapter à son esprit national, a tiré un très grand profit de ces méthodes. C'est certainement grâce à leur remarquable organisation industrielle que les Allemands peuvent faire face depuis si longtemps à la coalition formée contre eux pour la défense de la liberté des peuples ;

Digitized by Google

c'est grâce à la spécialisation à outrance de toute leur main-d'œuvre industrielle qu'ils arrivent à tenir, malgré les dures nécessités auxquelles le blocus les a réduits. Ils n'ont pas attendu la guerre, du reste, pour organiser leur industrie, et l'essor considérable que celle-ci avait prise dans les années 1911-1912-1913 est la preuve la plus évidente de l'efficacité de leurs méthodes. Sans vouloir admirer exagérément ces méthodes, qui, peut-être, à notre avis, ne pourraient pas s'appliquer aussi rigidement chez nous que chez eux et qui ont une tendance à trop faire disparaître les individualités dans les rouages d'une organisation un peu trop mécanique, il faut bien reconnaître que nous aurions grand avantage à nous efforcer, comme eux, de nous assimiler une méthode rationnelle pour l'organisation de la main-d'œuvre industrielle, en général, et pour la formation des ingénieurs, en particulier.

J'ai eu l'occasion, une dizaine d'années avant la présente guerre, d'étudier de très près l'organisation industrielle allemande dans une grande usine du bassin de la Sarre où j'ai travaillé comme « praktikant » pendant de longs mois dès la fin de mes études. Il s'agit de la grande usine Röchling de Völklingen-sur-Saar, dite « Röchling'sche Eisen und Stahlwerke de Völklingen sur Saar. Cette grande usine métallurgique, la plus importante du bassin de la Sarre, possédait une organisation méthodique, d'un fonctionnement admirable.

Chaque service était autonome, avait sa comptabilité à part, ses finances spéciales, faisait et exécutait lui-même ses projets et les installations nouvelles. Il était administré et dirigé par un ingénieur principal « oberingenieur », aidé par un sous-ingénieur « assistent », et ces deux organes principaux de chaque service ne dépendaient que du directeur général avec lequel ils discutaient, en dernier ressort, les affaires les intéressant. Il y avait deux catégories principales de services : les services de fabrication proprement dits et les services d'entretien ; la première catégorie se divisait en service des hauts fourneaux et en service de l'aciérie avec toutes leurs ramifications.

Les services d'entretien comprenaient le service mécanique, le service des constructions et le service électrique. Le service mécanique avait de nombreuses subdivisions ayant chacune à sa tête un spécialiste expérimenté : chaudières à vapeur et chaudières à gaz, moteurs à gaz de hauts fourneaux et conduites, turbines et machines à vapeur, machines-outils, appareils de levage (partie mécanique), fabrication des cylindres de laminoirs, etc.

Le service électrique avait pris un développement considérable et était vraiment le cœur de cette vaste organisation.

L' « assistent » de ce service était un jeune ingénieur électricien distingué, ancien élève de l'école de Darmstadt, de Rodenhauser, dont le nom est bien connu des électro-métallurgistes.

Il a en effet attaché son nom au four d'induction Röchling Rodenhauser dont les premières applications furent précisément faites aux aciéries de Völklingen. Il était aidé dans ses travaux par des contremaîtres électriciens de grande expérience et ce service fonctionnait réellement d'une façon impeccable.

Tous ces hommes occupaient véritablement la place qui leur convenait le mieux, d'après les études qu'ils avaient faites, les diplômes qu'ils avaient obtenus et leurs travaux antérieurs.

Leur discipline était remarquable, chacun s'occupant sérieusement de son affaire et de son affaire seulement, et tous s'entr'aidant mutuellement au mieux des intérêts communs de l'usine ; aucun n'essayait d'empiéter sur le domaine du voisin. Ce qui m'a surtout frappé, ce sont les rapports cordiaux de tous les chefs de service entre eux, aucune rivalité, aucune mauvaise volonté ne se manifestait dans l'exercice de leurs fonctions.

C'était vraiment l'application presque parfaite de cette discipline corporative dont nous avons parlé plus haut.

J'ai cité cette usine comme exemple parce qu'elle m'était connue plus particulièrement, mais tous ceux qui ont eu l'occasion d'être employés dans une grande usine allemande reconnaîtront, s'ils sont sincères, que réellement l'organisation était conçue suivant un plan méticuleux et que la discipline corporative y était tout à fait remarquable.

En général et sauf de rares exceptions les « oberingenieur » et les « assistent » des divers services étaient des ingénieurs diplômés sortant d'une des « Hochschulen » rattachées aux diverses universités allemandes. Les contremaîtres et les ouvriers principaux étaient pour la plupart des « techniker » issus des écoles techniques secondaires (technikum).

La formation de l'ingénieur diplômé allemand est à peu près uniforme pour toute l'Allemagne. Les jeunes gens qui se destinent à la carrière d'ingénieur font tous, ou presque tous, des études secondaires ; lorsqu'ils ont obtenu leur diplôme de fin d'études secondaires (abitur), ils entrent dans les universités (partie science) où ils complètent leur éducation théorique (mathématiques supérieures, physique générale, chimie générale, technologie générale, etc), suivant un programme unique pour toutes les universités allemandes ; cette formation théorique encyclopédique dure de deux à trois ans. On adjoint aux cours de technologie générale des cours pratiques d'atelier, des cours de dessin, ainsi que de nombreux travaux pratiques de laboratoire. Cette formation préliminaire terminée, les étudiants ayant satisfait aux divers examens de sortie successifs entrent alors dans les « Hochschulen » proprement dites qui sont vraiment les écoles de spécialisation. Ces écoles techniques supérieures se spécialisent généralement chacune dans un enseignement particulier; les grandes subdivisions sont les suivantes : architecture et constructions civiles, construction mécanique (Maschinenbau), constructions métalliques (Eisenconstruktion), chemins de fer (Eisenbahntechnik), travaux publics, chimie, électricité. La durée des études est d'une à deux années, suivant les spécialités. Lorsqu'ils ont satisfait aux examens de sortie, les élèves ingénieurs

Digitized by Google

sont alors dits « diplomierte ingenieure », ingénieurs diplômés.

Beaucoup d'entre eux préparent une thèse pendant la durée de leurs études, si le jury est favorable à leur « doktordissertation », ils s'intitulent alors « Doctor Ingenieure ». C'est parmi cette pépinière de jeunes gens spécialisés que l'État choisit ses ingénieurs par voie de concours.

Voilà en quelques mots le processus de la formation des ingénieurs en Allemagne.

Cette formation offre de multiples avantages, elle permet d'abord une sélection judicieuse et pour ainsi dire automatique des capacités, elle donne à chacun la possibilité de choisir sa carrière d'une façon raisonnée, lui permet d'apprécier ses goûts et ses facilités, elle crée enfin entre tous ces jeunes gens qui ont, pendant de longues années, poursuivi des études communes, des liens solides de camaraderie, renforcés encore par des associations puissantes d'étudiants pour rendre plus faciles les rapports entre les diverses universités allemandes. Cette formation commune a fait du corps des ingénieurs civils allemands une formidable corporation dont l'émanation directe est la puissante association unique qu'ils ont fondée sous le nom de « Verein der diplomierter deutschen Ingenieure ».

Sans vouloir faire de parallèle entre l'organisation de l'enseignement technique supérieur en France et en Allemagne, il nous faut bien reconnaître que, dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres, si louables qu'aient été nos efforts et si fructueux qu'aient été les résultats, nous avons trop subdivisé ces efforts et nous n'avons pas su, jusqu'à présent du moins, trouver une organisation aussi méthodique et aussi judicieuse de notre enseignement technique supérieur. La question est actuellement à l'ordre du jour et l'après-guerre demandera de nous tous des efforts considérables et des sacrifices importants. Espérons que nous saurons, mieux que par le passé, coordonner nos efforts, ce n'est que grâce à cette coordination que nous pourrons espérer recueillir les fruits de nos sacrifices présents et futurs.

E. PIERNET.

Revues, analyses et informations

Pertes dans les générateurs de vapeur (1).

Le fonctionnement des générateurs de vapeur se ramène à deux opérations essentielles : création d'une certaine quantité de chaleur par la combustion du charbon dans le foyer; transmission de cette chaleur à la chaudière. Chacune de ces opérations comporte des pertes, parmi lesquelles les unes sont indépendantes, les autres liées plus ou moins étroitement entre elles. D'autre part, certaines de ces pertes sont inévitables et nous n'avons que peu ou point d'action sur elles; les autres sont susceptibles d'être atténuées par une installation et une conduite convenable des appareils.

Par exemple, pour que les gaz chauds puissent transmettre de la chaleur à la chaudière, il faut que leur température soit supérieure à la température de cette dernière. S'il n'existe pas de réchauffeur d'alimentation, la chaleur fournie par le foyer pour porter les gaz de leur température initiale à celle de la chaudière ne peut être récupérée.

On peut résumer de la manière suivante les pertes qui doivent figurer dans le bilan calorifique d'un générateur.

PERTES DUES AU FOYER. — A. *Impossibles à éviter*. — Chaleur dépensée pour porter de leur température initiale à la température de la vapeur dans la chaudière :

1. La masse de gaz sec théoriquement nécessaire pour assurer la combustion complète.
2. L'eau contenue dans le charbon à l'état d'eau hygrométrique.
3. L'eau provenant de la combustion de l'hydrogène contenu dans le charbon.
4. L'eau provenant de l'humidité de l'air.

B. *Susceptibles d'être réduites*. — 5. Chaleur dépensée pour élever l'air en excès à la température de la vapeur.

6. Perte due à la combustion incomplète (formation d'oxyde de carbone).
7. Perte due au combustible passé dans les cendres.
8. Chaleur emportée par les cendres.

PERTES DUES A LA CHAUDIÈRE. — 9. Chaleur emportée par le gaz sec nécessaire à la combustion qui est évacué à une température supérieure à celle de la vapeur dans la chaudière.

10. Id. par la vapeur provenant de l'eau hygrométrique du charbon.
11. Id. par la vapeur provenant de la combustion de l'hydrogène.
12. Id. par la vapeur résultant de l'humidité de l'air.
13. Id. par l'excès d'air.
14. Perte provoquée par les rentrées d'air à travers le massif.
15. Pertes par rayonnement, conduction et diverses.

L'excès d'air est l'air introduit dans le foyer en surplus de l'air théoriquement suffisant à la combustion complète : on le déduit de l'analyse des gaz prélevés dans le foyer.

Les rentrées d'air désignent l'air qui se mélange aux gaz en arrière de l'autel : on les détermine par l'analyse comparée des gaz du foyer et des gaz des carneaux.

Il est presque inutile de faire remarquer ce que cette classification a d'arbitraire, car le foyer et la chaudière forment en réalité un ensemble.

ETUDE EXPÉRIMENTALE DES PERTES. — Elle a été effectuée sur le générateur de l'Université d'Illinois. Ce générateur comprend deux chaudières Babcock et Wilcox, semblables, mais qui s'écartent du type courant par quelques détails de construction (fig. 1).

Le foyer est garni d'une voûte réfractaire qui permet de prolonger la chambre de combustion. Les gaz pénètrent dans les carneaux par l'arrière et sont évacués à l'avant. La grille est du type dit à chaîne.

(1) A.-P. KRATZ. *Bulletin of University of Illinois*, avril 1915, t. XII, n° 2.

Digitized by Google

Voici le tableau des dimensions principales :

Nombre des réservoirs de vapeur..........	2	
Longueur des réservoirs de vapeur.........	6,20	m
Diamètre des réservoirs de vapeur.........	1,07	m
Nombre des tubes.........................	252	
Diamètre extérieur des tubes.............	0,102	m
Diamètre intérieur des tubes.............	0,095	m
Longueur moyenne des tubes en contact avec les gaz..............................	5,50	m
Largeur de la grille.....................	2,78	m
Longueur utile de la grille..............	2,90	m
Surface de la grille.....................	8,40	m²
Surface des vides de la grille...........	1,82	–
Rapport de ces deux surfaces.............	0,218	
Hauteur de la voûte sur l'avant..........	0,35	m
Hauteur de la voûte sur l'arrière........	0,47	m
Longueur de la voûte.....................	1,80	m
Hauteur de la cheminée au-dessus de la grille.	63	m
Section de la cheminée au sommet.........	7,30	m²
Hauteur de passage des gaz au-dessus de l'autel.	0,83	m
Section de passage des gaz au-dessus de l'autel.	2,50	m²
Section minimum des premiers carneaux....	2,57	Id.
Section minimum des seconds carneaux.....	1,68	Id.
Section en façade au-dessus des tubes inférieurs..........................	2,15	Id.
Section minimum des troisièmes carneaux...	1,77	Id.
Section utile des ouvertures dans la hotte....	1,41	Id.
Surface de chauffe totale................	476	Id.
Rapport de cette surface à celle de le grille .	57	Id.

(Après la clôture des essais, la hauteur de la voûte a été portée à 0,47 m sur l'avant et 0,84 m sur l'arrière.)

Marche des essais. — On a suivi, à quelques détails près, les méthodes et les règles adoptées par l'Association américaine des Ingénieurs mécaniciens.

Le générateur fonctionnait d'une manière continue. Toutefois, au début de chaque série de mesures, on réglait

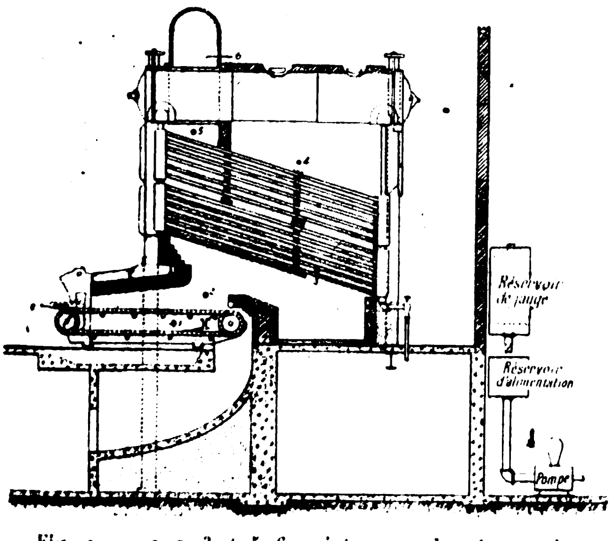


Fig. 1. — 1, 2, 3, 4, 5, 6, points auxquels est mesurée la dépression due au tirage.

l'épaisseur du feu à la valeur qu'on se proposait de maintenir pendant la durée de l'essai (une heure et demie à deux heures). La trémie de chargement était maintenue pleine pendant ce temps, afin de ne pas être obligé de la vider entièrement à chaque essai. On s'efforçait de réaliser en fin de charge le même état du foyer qu'au début.

Les prises de gaz étaient effectuées toutes les demi-heures, l'une dans la hotte, à environ 0,60 m au-dessous des registres, l'autre à 0,20 m en arrière et au-dessous de l'extrémité de la voûte.

La pression, la température, le tirage étaient relevés toutes les quinze minutes. La consommation totale de charbon dans chaque essai était de 1 200 kg environ par mètre carré de grille. Sur 24 séries, 18 ont été effectuées avec du charbon criblé de Mission Field : suivant les lots, 20 à 50 pour 100 de ce charbon passe au tamis de 6 mm ; sa teneur en cendres et matières incombustibles a varié de 18 à 27 pour 100, en moyenne 20 pour 100. Son pouvoir calorifique moyen est de 6000 calories par kilogramme de charbon sec, 7000 déduction faite des cendres. Ce charbon était employé frais. Les autres essais ont porté sur des charbons d'autres provenances qui avaient été exposés à l'air ; ceux-ci s'étaient effrités, étaient devenus friables, et, après dessiccation, leur surface présentait une couleur blanchâtre.

Relation entre l'épaisseur du feu, la puissance du générateur et le rendement. — Des courbes représentant les résultats, on déduit que le meilleur rendement, quand le générateur fonctionne à sa charge normale, s'obtient avec une épaisseur de feu de 0,188 m à 0,190 m. Il est probable que, dans ces conditions, la résistance au passage de l'air dans la couche de charbon est telle que la combustion complète puisse être réalisée sans tirage excessif, par suite sans exagérer les rentrées d'air.

On peut expliquer aussi la diminution de rendement qui se produit quand l'épaisseur du feu dépasse 0,20 m par la présence de la voûte trop surbaissée : il en résulte une perte notable de tirage vers la façade du foyer, et un ralentissement de la combustion dans cette région, qui équivaut à une diminution de la surface effective de la grille.

En tout cas, il a été impossible d'obtenir une puissance égale à 1 1/4 de la puissance normale, en portant l'épaisseur du feu à 0,24 m.

A chaque valeur de la charge du générateur correspond une épaisseur du feu qui donne le meilleur rendement, épaisseur qui diminue avec la charge, par exemple : 0,20 à 0,21 m pour 1 1/4 de la puissance normale, 0,178-0,190 pour cette puissance même, 0,164 environ pour les 3/4.

Influence du tirage. — Si on suppose qu'il ne se produit pas de rentrée d'air, l'influence du tirage est comprise dans celle de l'épaisseur du feu. On a pris toutes les précautions pour supprimer les rentrées d'air ; en comparant la proportion de CO^2 dans les gaz du foyer et dans ceux de la hotte, on est en droit de penser qu'elles étaient négligeables.

Le rendement total de l'installation n'était pas très élevé : 65 pour 100 environ.

Le rendement du foyer et de la grille sont à peu près indépendants de la charge et de l'épaisseur du feu. La diminution qui se produit en surcharge est imputable à la chaudière : les gaz sont évacués à une température plus élevée. Dans toutes les expériences, on a constaté une chute du tirage ; près du registre central cette chute doit être attribuée à la perte de charge due aux variations de la section d'écoulement.

Le tirage nécessaire dépend de trois facteurs : épaisseur du feu, teneur du charbon en menu (passant au tamis de 6 mm), puissance de vaporisation.

Pour une puissance donnée, c'est toujours l'épaisseur de 0,25 m qui exige le plus fort tirage. Avec une épaisseur de feu moindre, le tirage dépend beaucoup de l'humidité du charbon, mais varie peu avec la production de vapeur.

La différence de pression entre le cendrier et le foyer varie avec le poids de charbon brûlé et l'épaisseur du feu

Digitized by Google

Comme résultat général, on peut dire que, pour les activités de combustion comprises entre 120 et 180 kg : m² de grille et par heure, et une épaisseur de feu de 0,10 m, il faut une dépression de 6 mm d'eau par kilogramme de charbon et mètre carré de grille, un peu plus aux allures poussées. Avec les épaisseurs dépassant 0,20 m, le tirage nécessaire augmente notablement. Par exemple, un tirage permettant de brûler 185 kg : m² et par heure, sous une épaisseur de 0,18 m est à peine suffisant pour brûler 130 kg sous une épaisseur de 0,24 m.

La production de vapeur est sensiblement proportionnelle à l'activité de la combustion. Toutefois, cette loi n'est qu'approchée, en raison des circonstances qui affectent la vaporisation, sans influer sur l'activité de la combustion : tels sont le dépôt de zinc sur les tubes et le pouvoir calorifique du charbon.

Excès d'air. — L'excès d'air dépend de l'épaisseur du feu, de la demande de vapeur et aussi de la proportion de menu dans le charbon.

Pour un taux de vaporisation donné, l'excès d'air passe par un minimum quand on fait croître l'épaisseur du feu. Ce minimum correspond presque exactement au maximum de rendement. Une augmentation de l'épaisseur du feu tend à assurer un contact plus intime entre l'air et le combustible et à accroître la surface incandescente, par suite à diminuer l'excès d'air, mais cette influence est contrariée par celle des cendres.

Avec une épaisseur de feu maintenue invariable et inférieure à 0,19 m, l'excès d'air augmente avec l'activité de la combustion et avec le taux de vaporisation : pour de plus grandes épaisseurs, c'est l'inverse qui se produit.

Quand on emploie de forts tirages, un excès d'air entre dans le foyer par les côtés et le fond de la grille et cette rentrée d'air peut être assez importante pour modifier ces résultats.

Proportion de CO^2 dans les gaz. — D'après l'analyse élémentaire du charbon on a trouvé :

$$C : 65,77 — H^2 : 4,17 — O^2 : 6,27 — Az^2\ 1,65.$$
$$S : 4,52 — \text{Cendres } 17,2 \text{ pour } 100.$$

On peut construire les courbes théoriques représentant la teneur en CO^2 des gaz brûlés pour des excès d'air de 100, 75, 50 et 25 pour 100.

La courbe déduite de l'expérience suit à peu près parallèlement la courbe théorique, tout en restant au-dessous, parce qu'une partie du charbon tamise à travers la grille, forme de l'oxyde de carbone ou se dépose sous forme de suie.

Les points représentant un excès d'air de 35 pour 100 (minimum) ont été obtenus avec une épaisseur de feu de 0,18 m : ceux de 50 pour 100, avec une épaisseur de 0,15 pour quatre d'entre eux, 0,18 et 0,20 pour deux autres ; ce qui confirme que l'épaisseur de 0,18 est celle qui convient le mieux à la qualité de charbon employée.

La teneur des gaz en CO^2 est maximum pour une épaisseur de feu de 0,20 m et décroît ensuite rapidement quand cette épaisseur augmente. Les points représentant les résultats des essais sont trop irrégulièrement disposés pour qu'on puisse tracer une courbe : ils semblent distribués de part et d'autre d'une droite.

Les fuites d'air à travers le massif sont, en gros, proportionnelles à la dépression dans le foyer : elles entraînent une perte à peu près proportionnelle à la différence de la proportion de CO^2 dans les gaz du foyer et dans les gaz des carneaux.

Il n'a pas été possible d'établir une relation entre la perte due à l'excès d'air et la perte due à la formation de l'oxyde de carbone. Tout ce qu'on peut dire, c'est que, pour chaque foyer et chaque qualité de charbon, il existe une limite au-dessous de laquelle on ne peut abaisser l'excès d'air, sans povoquer l'apparition de l'oxyde de carbone.

La perte de combustible dans les cendres dépend de multiples circonstances : dans le cas de la grille à chaîne la somme de cette perte et de la perte due à l'excès d'air est sensiblement invariable (de 12 à 14 pour 100). Il paraît donc illusoire de vouloir réduire l'une de ces pertes aux dépens de l'autre.

Les essais ci-dessus résumés paraissent avoir été effectués dans des conditions bien déterminées et avec les précautions nécessaires pour leur assurer une précision compatible avec leur nature. Bien entendu, comme l'auteur prend soin de le faire remarquer, les résultats, les nombres surtout, n'ont de valeur que pour l'installation citée ou une installation du même type. La disposition des foyers, des grilles, des chaudières, influe nécessairement sur tous les phénomènes étudiés ci-dessus. Cependant, il est probable que les variations sont surtout d'ordre quantitatif, l'allure générale restant la même.

On sait d'ailleurs, qu'en résumé, le rendement total des divers générateurs reste compris entre des limites assez rapprochées. Avec les foyers ordinaires, le rendement industriel dépend surtout de l'habileté et de l'attention du chauffeur : l'avantage principal des chargeurs automatiques est précisément de réaliser dans la conduite du feu une régularité bien difficile à obtenir avec le chargement à la main.

M. L.

Les usines génératrices et le réseau de la Montana Power C° [1].

I. — Données générales. — La Montana Power C° possède 13 usines hydro-électriques et 4 usines à vapeur, reliées entre elles et à de nombreuses sous-stations par des réseaux

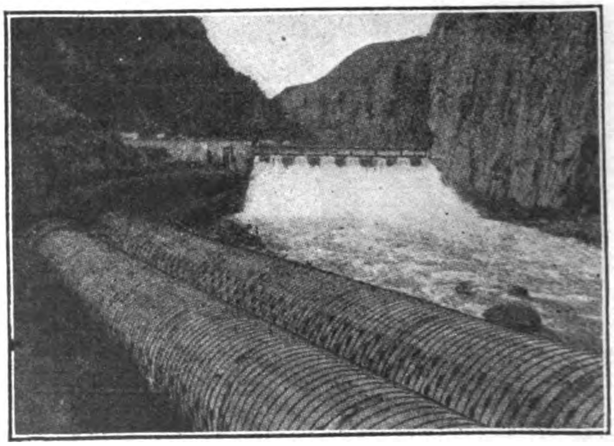


Fig. 1. — Barrage et conduite de Madison River.

de distribution d'une longueur totale de 2 900 km. Les usines hydrauliques actuellement en service ont une capa-

[1] W.-A. Scott. *Electrical Review*, 14 juillet 1917, t. LXXI, n° 2, p. 49-54, 3 850 mots, 9 fig.

Digitized by Google

cité totale de 171 530 kw, à laquelle viendront s'ajouter bientôt les 40 000 kw de l'usine de Holter qui sera terminée cette année. Les usines à vapeur ont une capacité totale de 5 920 kw, ce qui porte à 217 450 kw la puissance dont la Compagnie pourra disposer à la fin de 1917. Le réseau s'étend de Billings à l'Est aux chutes de Thompson et de Montana-Idaho à l'Ouest, et du Havre au nord à Ruby et Alder Creek au Sud et couvre ainsi une surface de 250 miles sur 400. Toutes les usines hydrauliques sont établies sur le Missouri et ses affluents, excepté celle de Thompson Falls qui est édifiée sur la Clark, affluent de la rivière Columbia et qui n'est reliée aux autres que par l'intermédiaire de la voie électrique du Central Milwaukee and Saint-Paul Railway. Le transport d'énergie comprend 550 km de lignes sur pylônes en acier, 1 020 km sur poteaux ordinaires, 830 km sur poteaux avec isolateurs suspendus et 605 km sur doubles poteaux pontés. Ce réseau est constitué par la réunion de plusieurs usines existantes et la construction de nouvelles usines : il dessert des chemins de fer, des mines, des moulins, des fonderies, des ateliers et des secteurs

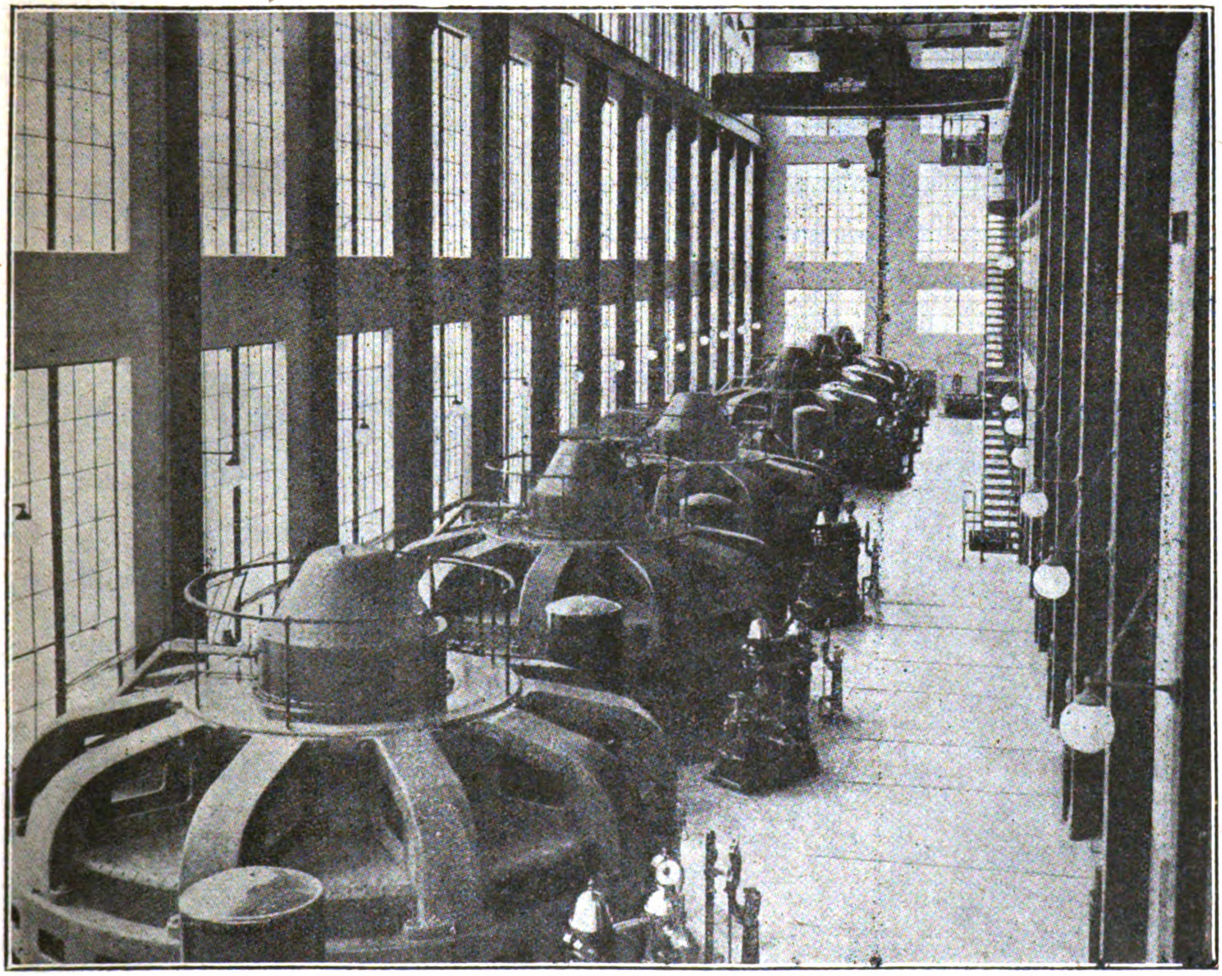


Fig. 2. — Usine de Volta. Salle des machines.

locaux. Son grand développement est dû principalement à l'industrie minière et aux chemins de fer. C'est ainsi que la Butte, Anaconda and Pacific Railroad avait électrifié, dès 1913, 113 km de ligne. L'économie et le bon rendement de cette opération ont décidé le Central Milkaukee and Saint-Paul Railway à électrifier à son tour 710 km entre Harlowton (Montana) et Avery (Idaho), qui ont été livrés à l'exploitation en décembre 1916 (1). La Compagnie des mines de Butte donna également l'exemple, suivie bientôt par la Compagnie des Mines d'Anaconda qui installa 8 moteurs synchrones de 1 200 ch pour ses compresseurs d'air. En 1914, environ 365 145 736 kw-h ont été livrés à la consommation et ce chiffre s'est accru de 50 pour 100 environ en 1916 ; 95 pour 100 de cette énergie sont utilisés par les mines, les chemins de fer et les usines.

(1) Voir *Revue générale de l'Electricité*, 14 avril, 2 juin et 22 juin 1917, t. 1, p. 577, 863, 986.

II. — Usines génératrices. — Les 8 usines hydrauliques, situées sur les fleuves Missouri et Madison, utilisent une chute totale de 180 mètres. Elles sont disposées en cascade. Un barrage de 183 m de long et 32,7 m de haut a été construit au confluent des rivières Madison et Missouri ; il forme un réservoir de 5 300 hectares de superficie et d'environ 160 millions de mètres cubes. Ce réservoir rend les chutes

Digitized by Google

utilisables pendant la période des basses eaux et augmente de 87 pour 100 le débit utile. L'usine de Big Hole a été

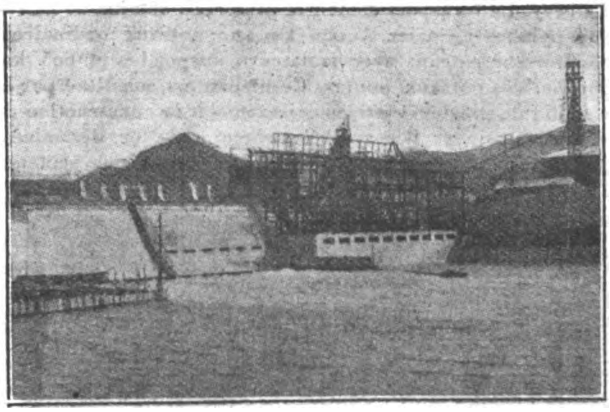


Fig. 3. — Usine de Holter. Construction du barrage et de l'usine.

construite en 1898 sur la rivière du même nom, la chute utile est de 19,80 m. Elle comprend 4 générateurs de 750 kw conduits par des roues Leffel. Le courant est transmis à Butte par une ligne sur poteaux à 15 000 v (tension fournie par les machines). Cette usine est la plus ancienne du réseau. L'usine de Madison River est alimentée par deux conduites de 3 m et 3,60 m de diamètre et de 2 260 m de long qui amènent l'eau retenue par un barrage situé dans le canion de la rivière dans un bassin de décantation, d'où elle ressort par 4 conduites d'acier de 2,75 m de diamètre pour alimenter 4 turbines doubles horizontales, système Leffel, de 3 700 ch. actionnant des génératrices de 2 500 kw. Deux lignes transportent l'énergie à Butte : l'une à 46 200 v est constituée par des conducteurs toronés en fils d'aluminium de 7,5 mm de diamètre sur poteaux avec isolateurs en verre ; l'autre à 110 000 v est en fils de cuivre toronnés de 8,1 mm et disposée parallèlement à la première sur isolateurs à suspension et pylônes en acier.

L'usine de Canyon Ferry est la plus en amont des usines situées sur le Missouri. Elle date de 1898. Le barrage en pierre et bois a 149 m de long et 12,20 m de haut ; il retient 30 millions de mètres cubes. La salle des machines comporte 10 turbines doubles horizontales de 1 000 ch conduisant des génératrices de 750 kw, 550 v. Le courant est envoyé à Helena à 27,5 km de là par 4 lignes en fils de cuivre de 5,81 mm, 12000 v, sur poteaux et à Butte (105 km) par

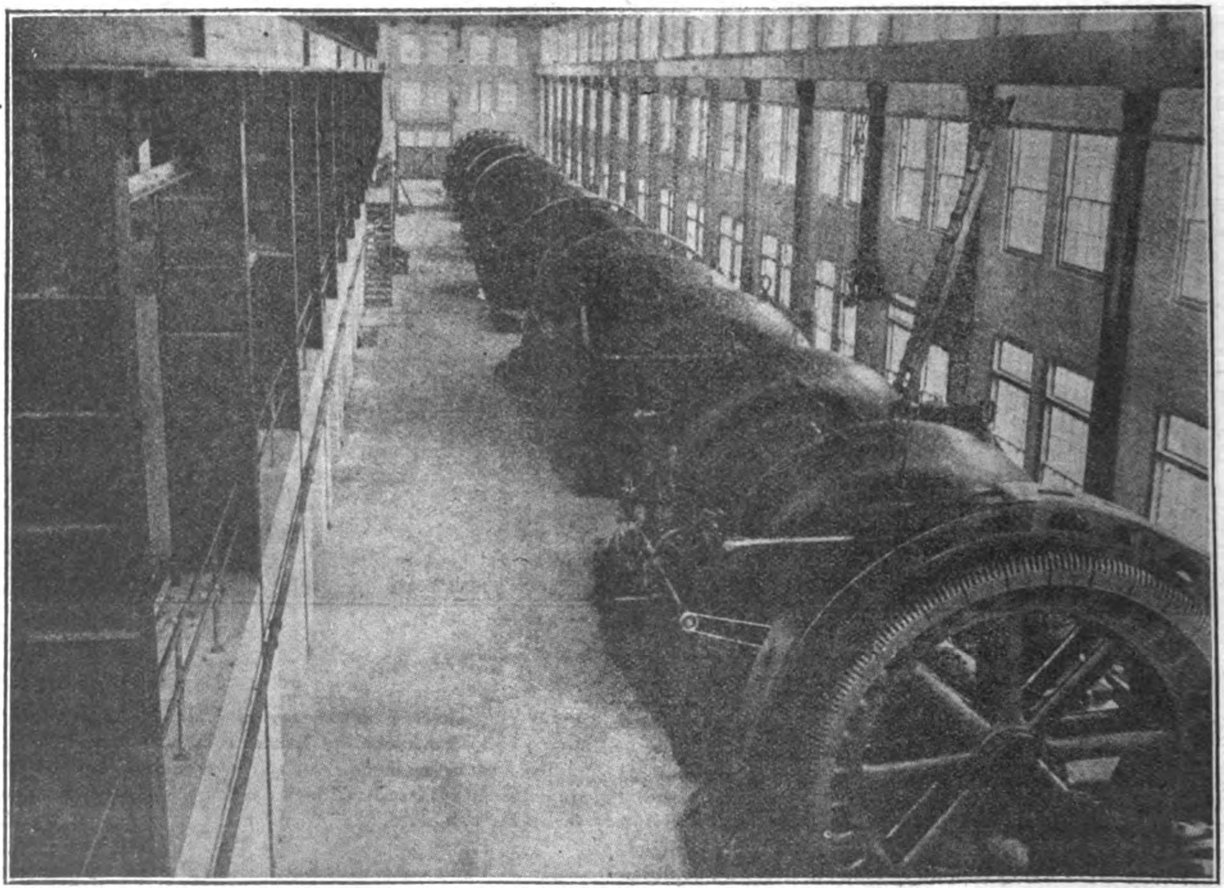


Fig. 4. — Usine de Rainbow. Salle des machines.

2 lignes en fils de cuivre toronnés de 8,1 mm à 70 000 v avec isolateurs en verre de 230 mm.

— L'usine de Hauser Lake (en projet) est située sur le Missouri à 25,8 km en aval de la précédente. la chute de 19,80 m est obtenue par un barrage de 218 m de long, le réservoir s'étend en amont jusqu'à Canyon Ferry, sa capa-

Digitized by Google

cité est de 23 millions de mètres cubes. L'usine comprend six turbines horizontales de 4000 ch conduisant des alternateurs de 2800 kw, et une nouvelle unité de 3750 kw. Le courant est transmis par une double ligne à 66000 v jusqu'à un poste de sectionnement situé sur la ligne de Canyon Ferry à Helena.

— L'usine de Black Eagle située sur le territoire de la ville de Great Falls a été construite en 1890. Elle a une capacité de 13000 kw fournis par une chute de 13,40 m. L'ancienne usine construite à l'extrémité nord du barrage, a une puissance de 8000 ch utilisée par une fonderie de cuivre; une usine de 3000 kw située au sud du barrage alimente les services commerciaux. L'ancienne usine va être remplacée par une nouvelle pouvant fournir 10000 kw.

— Usine de Rainbow. — Située près des chutes de ce nom, elle a été terminée en 1910 et agrandie en 1916. La chute de 32,50 m est produite par un barrage en pierres et béton en forme de V, de 348 m de long, et 11 m de hauteur situé à l'entrée des rapides, et comportant des portes d'éclusage à chaque extrémité. De l'une des écluses partent deux conduites d'acier de 4,72 m de diamètre et 720 m de longueur

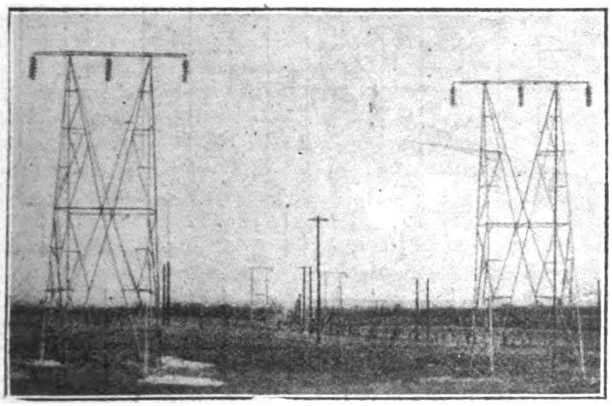


Fig. 5. — Lignes de transmission parallèles sur pylônes en acier.

qui aboutissent à un réservoir de 10000 m² de superficie, d'où partent douze conduites d'acier de 2,44 m de diamètre et 92 m de longueur alimentant six turbines doubles Francis centripètes de 8000 ch accouplées directement à six alternateurs de 3500 kw, 6600 v de la G. E. Co. Un canal de fuite de 335 m de long, creusé dans le roc, rejoint la rivière en aval des chutes dont la hauteur s'ajoute ainsi à celle du barrage. Deux lignes parallèles à 100000 v sur pylônes d'acier conduisent le courant à Butte (210 km) et des lignes à doubles poteaux à 50000 v s'étendent à l'Ouest jusqu'à Sun River (119 km), au Nord jusqu'au Havre (171 km), à l'Est jusqu'à Lewistown (202 km); 8000 kw sont aussi envoyés aux fonderies de Great Falls par une ligne de 6,5 km à 6600 v.

— Usine de Volta. — Elle est située sur les grandes chutes du Missouri à 20 km en aval de Great Falls. La digue est en béton, de 380 m de long et 22 m de haut; elle forme une courbe de 172 m de rayon. L'extrémité gauche de la digue forme réservoir: six conduites principales de 86 m de longueur en partent vers les turbines, elles ont 3,85 m de diamètre à la vanne supérieur et 2,44 m à l'entrée des turbines. Deux autres conduites servent pour les groupes d'excitation. Les chutes ont 23,75 m de haut qui, s'ajoutant aux 22 m de la digue, donnent une chute effective de 45,75 m. Les turbines sont du système Morgan Smith, verticales, de 1400 ch, 200 t : min, 2,44 m de diamètre. Elles sont accouplées par deux. Les six génératrices triphasées sont du type vertical de la G. E. Co de 10000 kw chacune, 6600 v, 60 p : sec; les transformateurs de 6000 kv-A sont monophasés. L'usine peut être divisée en deux parties complètement indépendantes ayant chacune ses régulateurs de vitesse et de tension (système Tirrill); chaque unité peut d'ailleurs être reliée à l'une ou l'autre de ces parties. Cette disposition, qui entraîne des frais d'installation plus élevés, a été adoptée pour simplifier le contrôle et augmenter la sécurité du service. Trois lignes à 100000 v, à deux poteaux partent de l'usine : les deux premières servent de feeder pour le Central Milwaukee and Saint-Paul Ry; elles ont respectivement 171 et 228 km; la troisième n'a que 16 km et alimente l'usine de zinc électrolytique de l'Anaconda Copper Cy.

Usine de Thomson Falls. — Elle dessert le Milwaukee Railroad et les mines de Cœur d'Alène (Idaho) (7500 kw.) Le débit de la rivière Colombia est de 150 m³ : sec. La digue en béton a 305 m de long, 10,60 m de haut, ce qui avec les 6 m de chute donne une hauteur utile de 16,60 m. L'usine est à 180 m en aval de la digue, et alimentée par un canal creusé dans le roc. Les groupes turbo-alternateurs sont à axe vertical de 5000 kw, 6600 v. La disposition de la salle des machines est la même qu'à l'usine de Volta. Les lignes de transmission sont à 110000 v; deux desservent les mines, les deux autres le chemin de fer.

— L'usine d'Holter en construction est située sur le Missouri à 50 km au nord d'Helena au centre de gravité du réseau. La chute, de 30,50 m de haut, est entièrement fournie par un barrage de 412 m de longueur, en béton massif, dont la base a 55 m d'épaisseur. L'usine comprend quatre groupes verticaux Westinghouse de 10000 kw; les transformateurs et tableaux sont les mêmes qu'à l'usine de Volta. La ligne à 100000 v sera reliée à la ligne Great Falls Anaconda du même réseau. Le réservoir formé par la digue rejoindra l'usine d'Hauser Lake. Les trois réservoirs ainsi constitués en cascade auront une capacité de 75 millions de mètres cubes. Les figures 1 à 4 donnent différentes vues de ces usines.

III. Lignes de transport d'énergie. — Les lignes sont de deux types : celles à 100000 v sont soutenues par deux poteaux pontés reliés par une traverse horizontale supportant deux fils d'acier Siemens-Martin de 9 mm de diamètre placés au-dessus des lignes sous tension et mis à la terre. Les lignes à 45000 et 65000 v sont sur poteaux simples et munies aussi d'un conducteur de terre formé de trois fils de fer de 3,2 mm de diamètre et fixé à l'extrémité. Les isolateurs à suspension ont été employés pour les tensions supérieures à 45000 v. Les lignes sont en câbles de cuivre à trois brins de 4 mm jusqu'à 28000 v et au moins à sept brins de 8,25 mm pour 102000 v.

La double ligne de 210 km de Great Falls à Butte est construite sur pylônes d'acier, dont la base est un carré de 4 m à 4,50 m de côté (fig. 5). Les fondations ont 1,80 m de profondeur. Chaque pylône porte une traverse de 6,70 m de longueur avec trois isolateurs à suspension. La portée moyenne est de 205 m, la plus grande atteignant 935 m. Les deux lignes sont distantes de 18,20 m. Les poteaux conjugués en bois créosoté de la ligne Volta-Morel sont espacés de 3,20 m et supportent une traverse de 6,70 m. Ils sont enfoncés de 2 m dans le sol; la portée moyenne est de 135 m.

IV. Petites usines et sous-stations. — La Compagnie possède de petites usines hydro-électriques à Billings,

Digitized by Google

Livingston et Lewistown, et quelques usines à vapeur de réserve à Butte. Le réseau dessert 47 sous-stations dont la capacité totale est de 227 000 kw. Les 3 sous-stations de Butte ont des capacités respectives de 13 275, 20 000 et 28 800 kw; 16 sont en plein air. — J. C.

Installation de huit postes d'abonnés associés sur la même ligne téléphonique (¹).

Dans plusieurs pays, on avait installé déjà plusieurs abonnés sur une même ligne, en les montant simplement en dérivation sur le circuit principal. l'appel de chaque abonné était différencié par le nombre de coups de sonnerie. Mais, avec cette disposition, le secret de conversation n'est pas assuré et rien n'indique l'occupation du circuit.

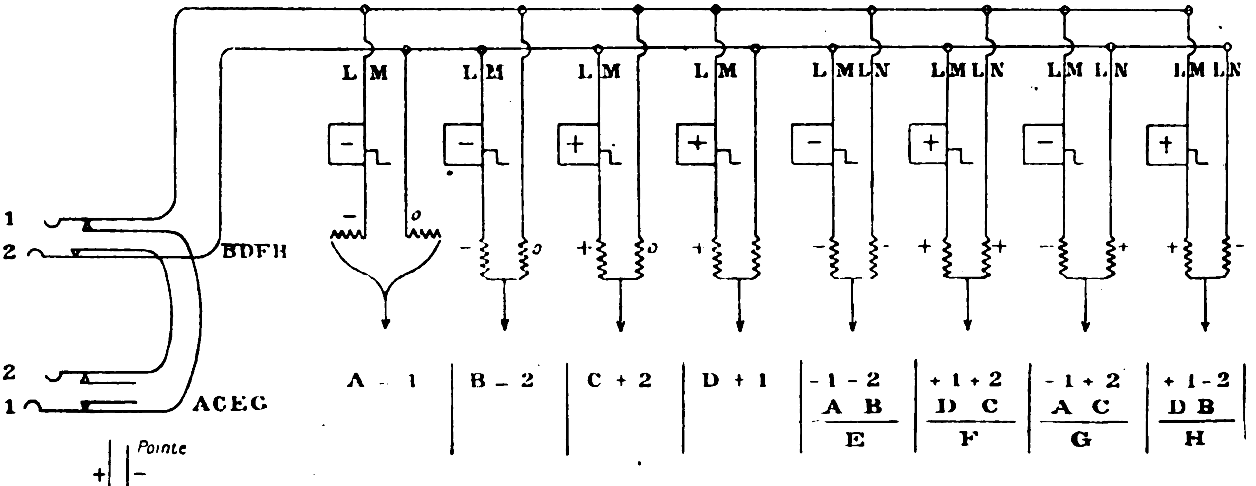
M. Barbarat, directeur de l'Office Tunisien des Postes et Télégraphes, vient de réaliser dans son service une ligne de 32,500 km sur laquelle sont branchés 8 postes d'abonnés ruraux. Cette installation présente les avantages suivants : elle donne l'appel individuel, l'indication d'occupation, le secret de conversation, l'immobilisation des postes non appelés, elle répond donc à tous les desiderata.

Appel individuel des abonnés par le central. — On réalise cet appel en envoyant des courants + ou — sur un seul fil ou sur les deux fils, en parallèle ou en circuit. Des relais polarisés, toujours en dérivation sur la ligne et munis d'une self-inductance considérable pour éviter les fuites téléphoniques, provoquent chez les abonnés la fermeture du circuit de la sonnerie d'appel.

On peut former 8 combinaisons d'appel : 4 pour les appels sur un seul fil ; 4 pour les appels sur les deux fils.

Les fils sont mis à la terre, dans chaque poste, à la sortie des relais d'appel.

Désignons les fils par les chiffres 1 et 2 et les postes par



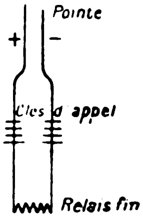


Fig. 1. — Schéma simplifié de l'installation de huit postes d'abonnés sur la même ligne téléphonique.

les lettres A, B, C, D, E, F, G, H (fig. 1). Le tableau suivant résume les combinaisons d'appel :

Tableau I.

	1er groupe appel sur un seul fil	2e groupe appel sur deux fils
Par corps de la fiche.	A — 1	E — 1 — 2 comme AB
	B — 2	F + 2 + 1 comme CD
Par pointe de la fiche.	C + 2	G — 1 + 2 comme AC
	D + 1	H — 2 + 1 comme BD

Si l'appel n'a lieu que sur un seul fil (1er groupe), le poste d'abonné n'a qu'un relais polarisé sur ce fil d'appel, mais on place sur le second fil un relais non polarisé à contact de repos qui empêchera l'abonné du premier groupe d'être appelé en même temps qu'un abonné du deuxième groupe pour lequel l'appel s'effectue sur deux fils. Dans ce dernier cas (appel sur deux fils), les deux relais sont polarisés et le circuit local de sonnerie passe par les deux contacts de travail.

Le tableau ci-dessus indique comment s'effectue l'appel individuel.

L'envoi des courants d'appel est effectué au moyen d'une fiche, d'un cordon contenant des clefs appropriées et de deux jacks avec fils inversés.

La pile des postes G et H n'ayant pas de terre, l'appel se fait en circuits métalliques. Le circuit du cordon d'appel contient le relais d'annonciateur de fin. Une autre fiche, couplée sur les deux fils par des condensateurs, sert à donner les communications avec les lignes extérieures.

Appel du central par les abonnés. — On place sur le tableau central, en dérivation sur chaque fil, deux annonciateurs polarisés en sens inverse avec terre aux extrémités, soit en tout quatre annonciateurs. Un abonné du premier groupe appelle le central sur un seul fil, à l'aide d'une magnéto à courant redressé de même sens que le courant de la pile qui sert à l'appel et parcourt le même fil. Grâce à cette disposition, seul l'annonciateur correspondant à l'abonné appelant déclanche, et les autres abonnés ne sont pas dérangés.

(¹) Barbarat. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1917, t. VI, p. 17-28, 3500 mots, 1 fig.

Digitized by Google

Les abonnés du deuxième groupe appellent à l'aide d'une magnéto à courant redressé qui agit sur les deux fils conformément au tableau ci-dessus. La chute simultanée de deux annonciateurs indique au bureau central quel est l'appelant; ainsi, par exemple, si c'est l'abonné E qui appelle, les deux annonciateurs A et B tombent simultanément. Comme dans le cas de l'appel par un abonné du premier groupe, aucun autre abonné n'est dérangé.

Signal de ligne occupée et immobilisation des postes non appelés. — Pendant toute la durée d'une communication, le signal d'occupation est permanent dans tous les postes.

Ce résultat est obtenu en munissant chaque poste d'abonné de relais non polarisés qui commandent le signal d'occupation et restent collés pendant toute la durée de la conversation.

Dans les postes appelés sur un seul fil, qui n'ont qu'un seul relais polarisé on ne place qu'un seul relais d'occupation qu'on connecte sur ce fil. Le relais non polarisé placé sur l'autre fil est à contact de repos et de travail, le contact de repos est utilisé pour la rupture du circuit local d'appel lorsqu'on appelle sur les deux fils, et le contact de travail commande le signal d'occupation. Une résistance correspondante est ajoutée pour équilibrer le relais d'occupation placé sur le premier fil.

Le signal d'occupation fonctionne dans tous les postes, soit lorsque le poste central appelle un abonné, soit lorsqu'un abonné appelle le poste central. Dans ce dernier cas, le signal de l'appelant ne fonctionne que lorsque le poste central envoie un courant d'appel pour coller le relais de connexion dont on parlera plus loin.

A la fin de chaque communication le poste central envoie un courant dit de déconnexion qui déconnecte l'appareil téléphonique pour assurer le secret de conversation et ramène au repos les signaux d'occupation de tous les postes.

Le fonctionnement du signal d'occupation coupe le circuit de la magnéto d'appel pour éviter qu'un abonné non connecté vienne troubler les communications en faisant fonctionner sa magnéto d'appel.

Secret de conversation. — Le secret de conversation est réalisé comme il suit. Au repos, l'appareil téléphonique est isolé du circuit; au moment de la conversation, le central presse sur un bouton d'appel et envoie un courant d'appel qui agit sur un relais de connexion à deux palettes qui connecte l'appareil téléphonique sur la ligne, le relais reste collé tant que dure la conversation.

Déconnexion de l'appareil téléphonique et effacement du signal occupé. — Dès que la conversation est terminée, il faut déconnecter l'appareil téléphonique et remettre au repos les signaux d'occupation de tous les postes.

On obtient ce résultat en plaçant, dans chaque poste, avant la terre, avant la jonction des deux fils, un relais non polarisé dit de déconnexion ; ce relais fonctionne sous l'action de courants envoyés en parallèle, il est muni de deux contacts de travail et ramène au repos les relais de connexion et du signal d'occupation en shuntant leurs circuits locaux. Une résistance est placée entre le butoir de repos et la palette.

Pour réaliser la déconnexion de tous les appareils, le central envoie, en appuyant sur un bouton à double lame, le courant en parallèle sur les deux fils de ligne.

Le réglage des relais de déconnexion est tel qu'ils ne puissent pas fonctionner sous l'action des courants d'appel envoyés en parallèle sur les deux fils correspondant aux combinaisons F ou E.

Contrôle de la déconnexion. — La ligne est libérée par l'envoi du courant de déconnexion ; il ne faut donc pas omettre cette opération. Pour éviter tout oubli, on a placé au poste central un dispositif dit de « contrôle de la déconnexion » qui fait fonctionner la sonnerie quand le téléphoniste retire sa fiche s'il a omis de donner la déconnexion.

Le circuit de la sonnerie de contrôle passe par les lames supplémentaires des jacks de telle sorte que ce circuit est coupé quand la fiche est enfoncée dans l'un des jacks, et rétabli dès qu'elle est retirée.

Ce circuit comprend le relais dit de « contrôle de la déconnexion » qui fonctionne et reste collé quand on appuie sur un des boutons d'appel. Quand on presse sur le bouton de déconnexion, le circuit de collage est rompu et le relais de contrôle revient au repos.

En résumé, le fonctionnement du dispositif de contrôle de la connexion est le suivant : quand le Central envoie un courant d'appel, il fait fonctionner le relais de contrôle qui reste collé pendant toute la communication, la sonnerie, qui est la même pour le contrôle et pour l'appel, ne fonctionne pas, car la fiche enfoncée écarte les ressorts d'un des jacks et coupe le circuit. Quand on retire la fiche, si on a oublié de donner la déconnexion, les ressorts en se rapprochant fermeront le circuit et la sonnerie fonctionnera, jusqu'à ce qu'on ait ramené au repos le relais de contrôle en pressant sur le bouton de déconnexion.

Bouton de fin de communication. — Un bouton de fin de communication permet d'envoyer en série le courant de la pile locale du poste dans le relais de fin du Central embroché sur le circuit du cordon d'appel ; cette opération ne peut se faire que lorsque l'appareil du poste est connecté, les autres postes ne peuvent donc troubler les communications en appuyant sur leur bouton de fin. C'est le relais de fin du Central qui commande en local l'annonciateur de fin.

Condensateur sur l'appareil téléphonique. — L'appareil téléphonique de chaque poste est relié au circuit par l'intermédiaire des lames du relais de connexion.

Un des fils est coupé par un condensateur pour éviter, en cas de déconnexion défectueuse ou d'oubli de l'abonné de raccrocher son récepteur, que les deux fils soient réunis par le circuit téléphonique et que les appels des autres postes soient troublés.

L'auteur fait ensuite une description détaillée des organes d'un poste d'abonné et donne le schéma complet des postes ruraux associés ; nous renverrons à l'article original pour cette étude et nous nous contenterons de donner le schéma d'ensemble des huit postes avec l'orientation des relais d'appel et des magnétos. H. C.

Etat actuel de la technique de l'imprégnation des poteaux en bois [1].

La conservation du bois a été, de tout temps, l'objet de nombreuses recherches. Celles-ci ont abouti, vers 1840, à l'établissement de quatre procédés d'imprégnation dont la technique, dans son principe du moins, s'est conservée jusqu'à nos jours. Ces procédés sont : 1° l'imprégnation au sublimé; 2° à l'huile de goudron; 3° au sulfate de cuivre; 4° au chlorure de zinc.

Le procédé au sublimé est très répandu en Allemagne et en Autriche pour l'imprégnation des poteaux.

(1) F. Moll. *E. T. Z.*, 17 mai 1917, n° 20, p. 270-271, 1700 mots. (Sur ce sujet consulter également *E. T. Z.*, 1910, p. 663, 913; 1911, p. 411, 505; 1912, p. 22, 200, 222, 440, 976; 1913, p. 436, 919, 1211; 1915, p. 449.)

Consulter *La Revue électrique*, t. xv, p. 143-147; 247-252; 491-492; t. xvii, p. 419-420.

Digitized by Google

Le procédé au chlorure de zinc a été à peu près abandonné en Allemagne et en Angleterre, mais jouit, par contre, d'une grande faveur aux États-Unis et en Autriche.

L'imprégnation au sulfate de cuivre, d'après le procédé indiqué par Boucherie, est pratiquée en France, alors que l'Allemagne et l'Autriche l'ont abandonnée. Mais le meilleur procédé est certainement l'imprégnation à l'huile de goudron, surtout depuis l'introduction du procédé d'économisation d'huile.

En Autriche, particulièrement, on emploie depuis 1860 un procédé basé sur une double injection d'huile de goudron et de chlorure de zinc. Enfin, depuis le début de ce siècle, plusieurs nouveaux procédés efficaces de protection des bois ont été adoptés.

Dans la technique moderne de l'imprégnation des bois, le but poursuivi est d'injecter des produits constituant des poisons pour les champignons et autres organismes destructeurs des bois. Les procédés basés sur une protection passive par destruction ou transformation des éléments facilement pourrissables (sève, albumine), par séchage, chauffage ou lessivage ou sur une simple séparation mécanique du milieu ambiant, par peinture par exemple, ont une action nettement insuffisante.

Les procédés par pétrification ou métallisation ont l'inconvénient de ne pas avoir d'action antiseptique.

Parmi les quelques 200 sels d'imprégnation faisant l'objet de brevets, la majorité sont inefficaces ou d'un prix trop élevé.

Les sels organiques dérivés des phénols, benzols, dinitrophénols..., fortement préconisés au cours de ces dernières années, ont donné de bons résultats aux essais. Par contre, les solutions ammoniacales de cuivre, les mélanges de lessive de soude et de sels de zinc, dont l'action est aussi faible que celle du sulfate de cuivre et du chlorure de zinc et les prix plus élevés, peuvent être abandonnés. Seuls les dérivés du goudron ont donné des résultats réellement satisfaisants.

I. Goudron et huile de goudron. — Le but à atteindre est, maintenant, l'économie de goudron. Au début, afin d'en réduire la consommation, on employait la fumée ou les gaz du goudron ou des émulsions d'huile avec carbonisation superficielle du bois.

Les procédés modernes emploient l'huile naturelle obtenue par distillation du goudron de houille; le produit qui distille entre 225° et 270° est celui qui convient le mieux. Au-dessus de cette température de 270°, on obtient une huile connue dans le commerce sous le nom de carbolineum. En Amérique du Nord, on utilise les huiles brutes et les résidus de raffinage du pétrole. Enfin, en Allemagne, depuis la guerre, on a employé la naphtaline brute qui nécessite des installations spéciales par suite de sa faible décomposition par la chaleur.

II. Bichlorure de mercure (sublimé corrosif). — Ce produit est un des antiseptiques les plus énergiques de la médecine. Pour l'imprégnation des poteaux on l'utilise en solution titrant 2/3 pour 100.

III. — Chlorure de zinc. — Produit peu efficace. Lorsque son prix est assez bas, il est employé avantageusement en Autriche pour les traverses de chemins de fer en bois de pin.

IV. — Fluorure de sodium, fluorure de zinc. — Sont employés depuis 1907 en Autriche pour la conservation des poteaux télégraphiques.

V. — Mélange de Wolman (a base de fluorure de sodium.) — D'un emploi très étendu dans les mines en Allemagne.

La technique de l'imprégnation comprend plusieurs procédés :

I. — Procédé par filtration. — Imaginé par Boucherie. La section droite du poteau, encore revêtu de son écorce, est munie d'un appareil spécial au moyen duquel, sous l'effet d'une faible pression, on infiltre la solution sur toute la longueur du poteau.

II. — Procédé par immersion. — Le bois est plongé un temps très court dans la solution portée à haute température, ou bien, pendant un temps assez long, dans la solution à température ordinaire.

Le premier procédé est employé en Amérique du Nord, le second en Allemagne. Dans la cyanisation, les bois sont immergés dans une solution à 2/3 pour 100 de bichlorure de mercure, contenue dans de grands bacs en béton, pendant huit à dix jours.

Au bout de ce temps, ils contiennent environ 1 kg de sublimé par mètre cube de bois. La durée de contact de huit à dix jours est très importante [1]

On a essayé de la réduire en augmentant la teneur de la solution, mais l'action est alors plus superficielle.

Dans le procédé Wolman, on emploie une solution d'un mélange de sels à base de fluorure de sodium qui, n'attaquant pas les métaux, permettent l'usage de bacs en fer pouvant être chauffés. On peut ainsi activer l'opération.

III. — Imprégnation sous pression en cylindre clos. — Ce procédé permet d'atteindre, par la solution toutes les parties du bois. Avec l'huile de goudron, on emploie le procédé Ruping qui consiste à comprimer d'abord de l'air qui pénètre le bois.

On comprime ensuite l'huile dans laquelle l'air se diffuse. Lorsque la pression cesse, l'air beaucoup plus dilatable en revenant à la surface entraîne une partie de l'huile.

Ce procédé très efficace est en même temps économique. Dans le procédé Rutgers, on introduit une quantité déterminée d'huile dans le cylindre. On donne la pression, retire l'excès d'huile et envoie alors de l'air comprimé qui répartit l'huile à l'intérieur du bois.

L'expérience a indiqué que les bois pour pilotis devaient contenir au minimum 150 kg d'huile par mètre cube et les poteaux pour l'électricité 100 kg.

Lorsqu'on emploie des solutions salines, le liquide est comprimé jusqu'à complète saturation du bois.

En électricité, le bois peut encore être utilisé pour des usages où il doit présenter une sécurité contre l'incendie par suite de court-circuit. L'incombustibilité est assurée par l'injection de solutions salines appropriées d'un prix généralement bas.

Résultats. — Les durées de service des poteaux, protégés par les divers procédés, sont, d'après les statistiques des administrations télégraphiques, les suivantes :

Poteaux sans protection...............	5 à 7 ans
Poteaux revêtus d'une couche de carbolineum...........................	6 à 8 ans
Poteaux imprégnés au chlorure de zinc..	12 ans
Poteaux imprégnés par le procédé Boucherie.............................	14 à 15 ans
Poteaux imprégnés au sublimé (cyanisation)............................	17 ans
Poteaux imprégnés à l'huile de goudron.	23 à 25 ans

P. G.

[1] Malenkowicz et Nowotny. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 24 novembre 1916.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Compagnie française des câbles télégraphiques.

Assemblée générale ordinaire du 25 octobre 1917.

Ainsi que nous l'avions fait prévoir dans notre analyse des comptes de l'exercice 1915 [1], les résultats obtenus pour l'exercice 1916 ont été analogues à celui du précédent. Les recettes de trafic ont été de 10598749 fr. en augmentation de 751150 fr; les subventions et garanties de produits se sont élevées à 646432 fr contre 647391 fr en 1915; enfin les produits divers, en progression sensible par suite de l'élévation de l'intérêt des fonds déposés et des participations, ont passé de 1384801 fr en 1915 à 1746806 fr en 1916.

Le compte de profits et pertes, suivant arrêté ministériel du 31 août 1917, se solde par un bénéfice de 3622912 fr contre 3368247 fr pour l'exercice précédent. Ces heureux résultats ont permis en premier lieu à la Compagnie de rembourser entièrement à l'État le solde de la dette de garantie lequel s'élevait à 1761806 fr.

Conformément à l'article 5 de la Convention du 28 mars 1901, la répartition suivante des bénéfices a été décidée : 60000 fr ont été réservés pour une amende faisant l'objet d'un litige pendant devant le Conseil d'État; 179645 fr ont été attribués à la réserve légale et 507020 fr pour servir un intérêt de 4 pour 100 aux actionnaires. D'après la Convention le solde de 2906246 fr devrait revenir pour deux tiers au remboursement des avances de l'État et un tiers pour alimenter le fonds de prévision. Ainsi que nous l'avons vu, l'extinction de la dette vis-à-vis de l'État n'a absorbé que 1761806 fr.

Le tiers revenant au fonds de prévision se montant à 968748 fr, il subsiste un reliquat de 175691 fr dont la moitié a été attribuée au remboursement des obligations 3 1/2 pour 100 et dont l'autre moitié, soit 87745 fr, reste à la disposition de la Compagnie. Dans ces conditions, en ajoutant cette somme ainsi que le reliquat inutilisé de l'exercice 1913 aux 507020 fr précédemment réservés aux actionnaires, ceux-ci ont pu recevoir 595018 fr, soit 11,08 fr par actions, et le solde de 403 fr a été reporté à nouveau.

Bilan au 31 décembre 1916.

Actif.

	fr
Compte de premier établissement	53 141 200,54
Navire câblier Pouyer-Quertier	700 000 »
Navire câblier Edouard-Jeramce	1 703 781,54
Immeubles	163 150,49
Mobilier et agencement des stations	7 341,55
Câbles en stock et matières premières	2 191 660,04
Matériel de câbles	197 736,06
Prime de remboursement des obligations	4 236 771,98
Espèces en caisse et chez les banquiers	2 067 693,15
A reporter	64 409 335,35
Report	64 409 335,35
Valeurs en portefeuille	2 274 813,84
Fonds de prévision (art. 9 de la Convention)	3 638 019,06
Fonds de garantie (art. 1 de la Convention)	2 000 000 »
Caisse de retraites du personnel	2 017 854,34
Effets à recevoir	118 799,90
Débiteurs divers	4 010 883,46
Cautionnement câble transatlantique	202 650 »
Impôts à recouvrer	62 401,35
Comptes divers et d'attente	2 495 000,43
Mobilier Paris	1 »
	81 229 758,73

Passif.

	fr
Capital actions	13 425 500 »
Obligations en circulation	38 924 000 »
Réserve par suite d'amortissement des obligations	11 440 402,33
Réserve pour amortissement du matériel naval	835 013,17
Réserve pour amortissements divers	776 457,45
Réserve spéciale	67 537,70
Réserve légale	403 823,48
Réserve pour le fonds de prévision	3 638 019,06
Réserve spéciale pour réparation des câbles de Curaçao	201 635,32
Caisse de retraites pour le personnel de la Compagnie	2 017 854,34
Effets à payer	2 860 »
Coupons à payer et obligations à rembourser	1 773 568,09
Créditeurs divers	1 726 200,77
Comptes divers et d'attente	2 373 418,41
Solde du compte profits et pertes de l'exercice 1916	3 622 912,35
Report du reliquat à fin 1913	556,27
	81 229 758,73

[1] *R. G. E.* du 31 mars 1917, n° 13, p. 515.

Société des Forces motrices du Refrain.

Assemblée générale ordinaire du 27 septembre 1917.

Pendant l'exercice 1916-1917, le produit de la vente a été de 2200997,90 fr, en augmentation de 503506,75 fr sur l'année précédente.

Mais ce résultat a nécessité un achat d'une plus grande quantité d'énergie; d'autre part, les frais d'exploitation sont en augmentation par suite des augmentations de salaires et du prix élevé des matières premières.

Le bénéfice net s'élève à 565529,65 fr.

Le dividende a été fixé à 60 fr. soit 12 pour 100.

La Société a repris le projet d'installation d'un groupe de puissance double qui a été installé dans le milieu de l'usine; il fonctionnera l'hiver prochain. L'usine de secours prévue avant la guerre est également en construction; elle comprend trois moteurs Diesel, chaque groupe doit donner une puissance de 1500 ch, deux de ces groupes pourront fonctionner au début de 1918. Enfin les travaux de régularisation du Doubs, en collaboration avec la Société du lac Saint-Point, sont commencés.

Digitized by Google

BILAN AU 31 JUIN 1917.

Actif.

	fr
Immeubles	2 102 809,90
Travaux d'art	1 944 485,65
Travaux électriques	5 081 291,05
Travaux mécaniques	521 560,90
Outillage et appareils de mesure	2 »
Compteurs	7 684,75
Mobilier	1 »
Station de réserve	536 624,55
Débiteurs	338 884,15
Marchandises générales	176 660,80
Portefeuille des effets	1 295 000 »
Portefeuille des titres	535 615 »
Caisse	1 028,25
Banquiers	743 128,10
	13 284 776,10

Passif.

	fr
Capital	7 846 000 »
Amortissement	328 354,05
Renouvellement	959 724 »
Réserve	265 696,75
Fonds de prévoyance	30 000 »
Réserve d'achat de courant	60 000 »
Compte de prévision pour perte au change	56 956 »
Amortissement de la station de réserve	300 000 »
Obligations remboursables	22 000 »
Coupons à payer	111 557,50
Créanciers	997 873,50
Effets à payer	1 375 000 »
Profits et pertes	931 614,30
	13 284 776,10

Revues, analyses et informations

Sur la nécessité d'identifier la nationalité des commerçants et de l'origine des produits vendus.

La question des marques d'origine a déjà été traitée à plusieurs reprises dans ces colonnes [1]; elle a été liée par quelques économistes à celle de la nationalité des commerçants. Dans un article publié par « La Liberté » du 5 novembre, M. Edmond LASKINE, agrégé de l'Université, expose, sous le titre *L'identité des hommes et des choses*, les raisons économiques qui militent en faveur du contrôle de la nationalité des produits et de ceux qui les vendent et indique les diverses propositions qui ont été faites en vue de rendre ce contrôle facile par l'acheteur. Nous reproduisons ci-dessous cet article qui, sous une forme suffisamment concise, apporte sur ces questions tous les renseignements désirables.

On a annoncé que, lors de la prochaine conférence des parlementaires des pays alliés, qui doit se tenir à Londres, un des chefs de la délégation anglaise, sir John Randles, déposerait une résolution demandant qu'après la guerre le système allemand d'*espionnage commercial* soit interdit par les Alliés. On entend bien qu'il ne peut s'agir ici d'une interdiction formulée sur le papier ou simplement inscrite dans des traités, et qui serait certainement violée ou tournée dans la pratique. Si important que soit l'espionnage commercial, il ne représente malgré tout qu'un cas particulier et une méthode spéciale du *pangermanisme économique*. C'est contre le pangermanisme économique pris dans son ensemble que les pays alliés devront, s'ils veulent vivre, prendre des mesures de défense énergiques.

La première de toutes, parce qu'elle est la condition de toutes les autres, sera de *forcer les Allemands et les produits allemands à se présenter à visage découvert, sans masques*. Quel que puisse être le régime commercial auquel ils seront soumis après la guerre, *il est nécessaire que cessent la dissimulation et la falsification de la nationalité des hommes et des choses*, des producteurs, des commerçants et des produits.

[1] *R. G. E.*, 7, 14 et 21 juillet 1917. t. II, p. 29, 71 et 113.

Pour cela, il faudra mettre au point le plus rapidement possible les très intéressants projets déjà présentés par diverses Chambres syndicales et diverses Associations de défense nationale industrielle et commerciale en faveur : 1° d'un *Registre de la Population*; 2° d'un *Registre de Commerce*; 3° de *Marques d'origine sur les produits importés en France*.

Le *Parti français* — qui n'est point un parti, mais une ligue de défense économique — a demandé l'institution dans toutes les communes de France, d'un registre qui contiendrait les noms, date et lieu de naissance, noms des parents et adresses de toutes les personnes habitant sur le territoire de la commune. *Il serait tenu à la disposition de tous les citoyens* qui auraient ainsi le moyen de connaître avec précision l'identité des gens avec lesquels ils se trouvent en rapport. Ce contrôle de la population est sérieusement organisé dans nombre de pays. Par exemple « aucun étranger ne peut, en *Suisse*, séjourner sans déposer ses papiers : acte de naissance, livret militaire, livret de famille, le tout accompagné d'une feuille d'immatriculation de son Consulat, certifiant son identité et l'authenticité des documents joints ». En *Espagne*, toute personne est tenue d'avoir une *cédule*, pièce d'identité personnelle périodiquement renouvelable, un registre de population, qui peut être consulté à volonté, est tenu à jour au moyen de feuillets de recensement *annuels*. En *Italie*, un décret royal en date du 21 septembre 1901 a institué un registre de population. L'établissement d'un répertoire semblable serait à coup sûr une mesure très efficace contre l'espionnage allemand.

Le *registre de population* pourrait servir de base à l'institution d'un *registre du commerce*, comme celui qui existe en Espagne, en Italie, en Suède, en Norvège, au Danemark, en Suisse, en Hongrie et en Allemagne. Le 17 octobre 1916, un projet de loi tendant à la création d'un *registre du commerce* a été présenté à la Chambre des députés par MM. Aristide Briand, président du Conseil, ministre des Affaires étrangères; Clémentel, ministre du Commerce; Viviani, garde des Sceaux, et Ribot, ministre des Finances. Ce registre centraliserait tous les renseignements tendant à établir l'*état civil* non plus des individus, mais des *établissements commerciaux*.

Digitized by Google

Tandis qu'en France ce projet attend toujours d'être discuté et de passer dans la loi, en *Italie* un décret du 18 juillet dernier vient de rendre obligatoire *la déclaration de la nationalité des commerçants et des industriels* (Voir *Bulletin mensuel de la Chambre de Commerce française de Milan*, numéro de septembre-octobre 1917). L'article premier du décret établit que la déclaration d'exploitation d'une industrie ou d'un commerce exigée par l'article 58 de la loi du 20 mars 1910, et qui, suivant les articles 70 et 72 du règlement approuvé par décret royal du 12 février 1911, doit être faite par écrit, doit fournir, outre les indications spécifiées à l'article 72, l'*indication de la nationalité du commerçant ou industriel, des différents membres de la société en nom collectif, des commanditaires pour les sociétés en commandite, et des administrateurs* lorsqu'il s'agit de *sociétés anonymes*.

Des mesures spéciales visent la double nationalité à *l'allemande* (nous ne disons pas « selon la loi Delbrück » parce que, contrairement à une opinion trop répandue, le système allemand de la double nationalité n'a aucunement été *créé*, mais seulement régularisé par la loi Delbrück). L'article 2 du décret dispose donc que les personnes nées dans les pays où la nationalité ne se perd pas par l'acquisition d'une autre nationalité doivent déclarer aussi bien leur *nationalité d'origine* que la nationalité postérieurement acquise par eux.

Un commerçant français en Italie doit présenter un certificat consulaire spécifiant s'il est Français d'origine ou s'il a acquis la nationalité française par naturalisation ; dans ce dernier cas, il est tenu de présenter à la Chambre de Commerce un certificat complémentaire délivré par l'autorité consulaire *de son pays d'origine* et déclarant que la nationalité d'origine a été perdue par la naturalisation.

L'idée a été émise, en Angleterre et en France, que toute personne ayant affaire au public dans l'exercice de sa fonction ou profession devrait être tenue d'afficher dans le local où elle exerce, en caractères aisément lisibles et en bonne place, un extrait du registre de population indiquant son nom, son lieu de naissance et sa nationalité. Les Sociétés seraient astreintes à la même obligation en ce qui concerne leurs directeurs, administrateurs, etc. Ainsi le public serait mis à même de savoir exactement à qui il s'adresse. Le 22 novembre 1916, la Commission de la Chambre des communes chargée de l'examen du projet de loi sur l'*enregistrement des maisons de commerce* a adopté un amendement à l'article 11 portant que « le certificat d'enregistrement devrait être affiché *in a conspicuous position* dans le principal local de travail de la firme ou de l'individu ».

Enfin, la nationalité des choses n'importe pas moins, en présence du péril allemand, que la nationalité des hommes. Plusieurs Chambres syndicales françaises demandent depuis longtemps que l'acheteur soit mis en état de connaître la provenance réelle des articles mis en vente par l'apposition d'une *marque d'origine nationale obligatoire*. Cette idée a fait son chemin ; et dans un rapport présenté au Congrès radical par sa Commission d'études économiques, nous voyons proposée la généralisation des marques syndicales et des marques collectives sur les produits de fabrication française et « *l'obligation d'une marque d'origine sur les produits importés en France, accompagnée d'un certificat d'origine délivré par le consul de France du lieu d'expédition* ».

Il est nécessaire de mettre fin aux *mauvaises mœurs* économiques introduites ou favorisées par l'Allemagne, au règne de l'espionnage commercial, de la contrefaçon, de la fraude sur l'origine des produits. Il faut introduire ou rétablir dans la vie économique nationale et internationale la *loyauté* : il faut que chacun sache ou puisse savoir exactement à qui il parle, avec qui il traite, à qui il achète et ce qu'il achète.

Les salaires et les dividendes dans l'industrie électrique allemande.

Les travailleurs de l'industrie électrotechnique comptent parmi les ouvriers les mieux payés de l'Allemagne. Un salaire d'un mark par heure n'a rien d'extraordinaire, en temps normal, et il augmente sans cesse. A côté de l'ouvrier, il faut compter les fonctionnaires techniques de tout rang : la proportion entre le nombre des travailleurs et celui des fonctionnaires de l'industrie électrique (y compris les centrales) est de 4,3 : 1 ; dans le groupe entier de l'industrie des machines, des instruments et des appareils, il est de 7,9 : 1.

De toute l'industrie mécanique allemande, c'est donc celle de l'électrotechnique qui occupe le plus de fonctionnaires ; ce fait est dû à ce que celle-ci comporte de nombreuses sujétions au point de vue technique et commercial. Le personnel varié et les hauts salaires expliquent aussi pourquoi les résultats financiers de l'industrie électrotechnique, tout en étant satisfaisants, ne sont pas extraordinaires. Il faut ajouter la concurrence aiguë des grandes firmes entre elles et celle du marché mondial avant la guerre.

C'est ainsi que le revenu annuel du capital versé (capital-actions, plus les réserves pures) de l'industrie électrotechnique (45 sociétés) est tombé de 8,7 pour 100 en 1907, à 7,74 pour 100 en 1912. Dans les centrales, au contraire, le dividende moyen est monté de 8,2 pour 100 à 9,13 pour 100.

Le tableau ci-dessous donne d'ailleurs un aperçu intéressant de l'importance de cette industrie, relatif à l'année 1911-1912 et comparé aux autres sociétés anonymes. Un second tableau indique le nombre des entreprises électriques, de leurs travailleurs et le salaire moyen, pendant les années 1898, 1902, 1906, 1910 et 1912.

	ENTREPRISES GÉNÉRALES capital en 1 000 marks	INDUSTRIE ÉLECTRO-TECHNIQUE capital en 1 000 marks	CENTRALES ÉLECTRIQUES capital en 1 000 marks
Nombre de sociétés envisagées	4 712	45	89
Capital-actions	14 550 281	231 995	689 863
Réserves diverses	3 515 432	45 101	120 054
Capital versé	18 065 713	277 096	809 917
Obligations	3 499 947	90 181	469 512
Hypothèques	1 438 984	6 020	18 387
Revenu annuel	1 470 520	21 450	80 934
Dividende	1 220 930	17 378	63 005

ANNÉE	NOMBRE d'entreprises	NOMBRE de travailleurs	SALAIRES totaux en 1 000 marks	SALAIRES moyens par travailleur, en marks
1898	1 652	46 552	50 703	1 089,10
1902	2 261	53 809	63 839	1 186,40
1906	2 982	94 472	121 352	1 284,53
1910	4 102	142 535	212 113	1 488,15
1912	5 082	192 714	298 348	1 548,14

Digitized by Google

Des 192 714 travailleurs utilisés, 9 655 étaient occupés dans les centrales, cependant que 43 587 ressortissaient aux montages et aux installations; 131 000 travailleurs gagnaient donc leur pain dans l'industrie proprement dite. Le second tableau montre d'ailleurs que le salaire moyen a augmenté dans de sensibles proportions; l'industrie électrique s'est développée plus que les autres branches industrielles.

En envisageant les statistiques allemandes à partir de 1895, on constate que l'industrie, prise dans son ensemble, accuse une diminution du nombre des affaires de 4 pour 100, avec une augmentation du personnel de 37 pour 100. L'industrie électrique considérée séparément montre, au contraire, une augmentation de 225 pour 100 du nombre des affaires et de 441 pour 100 du personnel utilisé. Si l'on envisage le groupe industriel qui se rapproche le plus de celui de l'électrotechnique, c'est-à-dire celui des machines et des appareils, ces chiffres sont de 57 et de 102 pour 100. Dans l'industrie des mines et de la métallurgie, il existe une diminution du nombre des entreprises de 3 pour 100, alors que le personnel utilisé a augmenté de 60 pour 100. C'est dans l'industrie textile que les résultats acquis sont les moins favorables : accroissement de 10 pour 100 du personnel et diminution de 35 pour 100 du nombre des entreprises. Celui-ci a diminué de 4 pour 100 dans l'industrie chimique, avec une augmentation de 51 pour 100 du personnel. L. C.

Les exportations d'Allemagne en Suisse.

L' « Elektroindustrie » donne, dans son numéro du 15 septembre, des renseignements sur les exportations allemandes en Suisse et publie les nouvelles conventions passées par la Suisse avec l'Allemagne pour son approvisionnement en charbon et en fer. Dans un autre numéro, le journal suisse qui, jusqu'ici, ne nous y avait guère habitués, critique amèrement et justement la manière de faire allemande.

Jusqu'à ces derniers temps, pour tout appareil exporté en Suisse, ce dernier pays devait expédier en Allemagne une quantité des matériaux d'épargne (cuivre, nickel, etc.) équivalente à celle employée pour la fabrication des appareils.

Les Alliés se sont émus et ont exigé que ce système de compensation ne soit appliqué que pour des appareils que l'on ne peut absolument pas construire en Suisse. Cette condition, à laquelle la Société suisse de surveillance (S. S. S.) tient rigoureusement la main, a eu pour conséquence une diminution importante de l'exportation allemande qui comprenait notamment des appareils à faible courant, des ventilateurs, des interrupteurs, etc.

Au sujet de la nouvelle convention, la feuille centrale commerciale suisse (*Schweizerisches-Kaufmannisches Zentralblatt*) publie l'intéressante correspondance que nous reproduisons d'après le « Journal des installations suisses d'électricité » du 1er novembre :

« Les conditions dans lesquelles notre convention avec l'Allemagne a été passée ne sont malheureusement pas de nature à faire prévoir, avec certitude, une amélioration sérieuse de notre approvisionnement en charbon et en fer. Il nous est bien promis une quantité mensuelle de 19000 t de fer, et l'Allemagne promet d'agir auprès des fournisseurs pour qu'ils livrent, de façon que notre industrie sorte d'embarras, si la convention était réellement observée. On ne doit pas oublier, cependant, que des promesses analogues ont été faites lors de la conclusion du contrat précédent et que nous avons été fortement déçus. Ces faits ne sont pas dus, ainsi qu'on pourrait le croire ingénument, à une pénurie de marchandises des fournisseurs, *mais derrière la retenue apparaissent un plan et un système*. Les fabricants suisses, qui étaient agréables aux autorités allemandes, ont reçu leurs marchandises, les autres non. Le rapport final de l'Office central pour le fer qui, dans ces conditions, ne pouvait remplir sa tâche d'une juste répartition est un réquisitoire sévère contre la manière d'agir allemande. *Tandis que la Suisse a rempli consciencieusement les conditions des conventions*, l'Allemagne a su se dégager dans une forte mesure de ses obligations. Et le plus grave est que les représentants allemands ont su se ménager la même porte de sortie dans les nouvelles conventions. On invoquera de nouveau la gêne des fournisseurs allemands et nous resterons de nouveau, on peut le prévoir avec certitude d'après les précédents, entre la chaise et le banc.

» Si l'Allemagne avait tenu réellement à livrer les quantités promises de fer et d'acier, elle aurait eu, *grâce à sa bonne organisation intérieure*, les voies et les moyens pour le faire. Elle a son industrie tellement dans la main qu'elle peut, dès le commencement, savoir ce qui est possible ou ce qui est impossible. Il y aura certainement des gens chez nous qui voudront nous tranquilliser en prétendant que l'Allemagne a fait son possible; mais le rapport final de l'Office central et le système prouvé dans celui-ci *de la retenue de permis d'exportation* montrent clairement le contraire. Dans les mois de mai à juillet, il a été livré à peu près 20 000 t de fer et d'acier en moins. Comme le prix de la tonne était fixé à environ 500 fr, cela représente (en dehors de ce qui s'était produit précédemment) une somme de 10 millions de francs pour laquelle nous avons fourni des compensations sans contre-partie. Si l'Allemagne avait tenu réellement à montrer à la Suisse la bienveillance assurée si souvent, on nous aurait dit dans la nouvelle convention :

« Bien, vous recevrez les 20000 t aux anciens prix et « ensuite interviendra l'élévation de prix. »

» Nous ne voulons rien dire des augmentations de prix; chacun peut se figurer combien nous prenons indirectement part aux dépenses de guerre de l'Allemagne, vu le taux actuel élevé de l'argent suisse. Mais, outre l'augmentation des prix que nous devons accepter, nous devons payer pour le fer, qui nous était dû aux anciens prix, un supplément de 200 fr par tonne, ce qui fait pour notre petit pays une dépense de 4 millions de francs. On a toujours très bien su compter chez nous, cela est indiscutable, et l'Allemagne ne devra donc pas s'étonner si les Suisses, après de tels agissements, voient là un manque d'égards qui a déjà fait perdre tant de sympathies à l'Allemagne [d'après ses correspondants *dans le monde entier*, Korr (1)].

» A l'assemblée générale des électriciens suisses à Lugano, qui a eu lieu dernièrement, nous avons entendu dire combien l'Allemagne a diminué la possibilité de ses relations commerciales avec les pays neutres, même après la guerre, par ses nouvelles pratiques (*annulations* de marchés passés, *non-observation* de prix fixés, *demandes* de compensations exclusivement à la charge de l'acheteur neutre, *variations du change*, arbitraires, etc.); on parle beaucoup de fournitures satisfaisantes de l'Amérique, et *dernièrement aussi d'objets fabriqués et dans un domaine où jusqu'ici l'industrie allemande régnait sur le monde*, et on a appris, en outre, le fait que la Hollande, par exemple, *doit* de plus en plus s'adresser à l'Entente pour remplacer ses fournisseurs jusqu'ici allemands. » F. L.

(1) Il doit s'agir d'un article d'un journal allemand le « Korrespondant ».

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

La loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques

Après avoir commenté, dans le numéro du 6 octobre 1917, t. II, le décret italien du 20 novembre 1916, l'auteur analyse ici la loi fédérale suisse du 22 décembre 1916, en dégageant de ces textes l'idée commune qui semble avoir inspiré leurs auteurs : assurer la prédominance de l'intérêt général sur les intérêts privés dans l'aménagement des forces hydrauliques.

De même que le décret italien analysé dans un précédent numéro, la loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques, qui entrera en vigueur le premier janvier de l'année prochaine, témoigne d'une tendance marquée à la centralisation de tous les services s'occupant des eaux et à la mise à disposition de la collectivité des réserves d'énergie contenues dans les rivières et les torrents.

Nous avons indiqué, dans notre précédente étude, les raisons générales qui, presque partout, amenaient le législateur à accroître, dans ce domaine, les pouvoirs de l'État au détriment des intérêts privés. Mais, en Suisse, d'autres motifs devaient encore déterminer l'autorité fédérale à entrer dans cette voie : ce petit pays est, en effet, morcelé en vingt-cinq souverainetés distinctes, régissant à leur gré l'aménagement des rivières dans la partie de leur cours située sur leur territoire et réglant aussi les conditions auxquelles l'énergie sera transportée à l'intérieur de leurs étroites frontières.

Dans ces conditions, la notion de l'intérêt général, qui s'impose de plus en plus, dès qu'on envisage la mise en valeur rationnelle et complète des forces hydrauliques, risquait d'être obscurcie par des considérations de clochers, des rivalités de canton à canton. D'où, la nécessité d'une autorité capable d'arbitrer les différends qui pourraient se produire et de veiller, en même temps, à ce qu'aucune parcelle d'énergie ne soit perdue. Mais, cette intervention même de la Confédération ne pouvait aller sans heurts et sans difficultés : les cantons sont très jaloux de leurs prérogatives et peu enclins à s'en dessaisir au profit du pouvoir central. Aussi, le texte que nous avons mis sous les yeux de nos lecteurs (¹) porte trace des résistances qui se sont manifestées de ce côté et des tempéraments qu'il a bien fallu apporter aux règles générales dont semblent vouloir de plus en plus s'inspirer les différents gouvernements, en ce qui touche l'aménagement des cours d'eau.

Cette situation spéciale mérite qu'on s'y arrête et la parfaite compréhension de la loi fédérale serait impossible si nous ne donnions, au préalable, un rapide aperçu des législations cantonales actuellement en vigueur. Précisément, à l'occasion du deuxième Congrès de la Houille blanche, M. Gariel, professeur d'économie politique à l'Université de Fribourg a écrit, sur ce sujet, un remarquable rapport, qui nous servira dans cette partie de notre exposé.

Il n'existe pas, en Suisse, de législation unique en ce qui touche l'aménagement de la force hydraulique, mais autant de législations que de cantons. Néanmoins, sous cette apparente diversité, une idée domine : presque partout les eaux naturelles appartiennent ou sont présumées appartenir à la collectivité. Dans deux cantons seulement, Glaris et Zoug, les droits des particuliers sont prééminents. Neufchâtel a conservé la distinction faite, par la législation française, entre cours d'eau navigables et cours d'eau non navigables. Enfin, Bâle-Ville a procédé à un partage qui abandonne, en fait, aux riverains, la plus grande partie des forces hydrauliques. Partout, la collectivité, lorsqu'elle a été déclarée propriétaire, peut exploiter elle-même les chutes ou les donner, en concession aux particuliers, à la Confédération ou aux communes.

Chaque canton détermine librement le mode de concession qu'il lui plaît d'établir sur son territoire mais, presque partout déjà, la prédominance de l'intérêt cantonal a été clairement affirmée. Ainsi, la loi bernoise du 26 mai 1907 prescrit que la concession ne doit être accordée que si l'entreprise projetée n'est pas contraire à l'intérêt public. Entre plusieurs demandes concurrentes, la préférence est accordée à celle qui sauvegarde le mieux l'intérêt public. Enfin, l'autorité concédante peut réserver indéfiniment sa décision, si elle entrevoit la possibilité que, dans un avenir pas trop éloigné, la force hydraulique demandée peut être utilisée par l'État ou des communes, dans l'intérêt général.

Si la concession est accordée à une commune ou à une Société dont les parts sont exclusivement possédées par des communes, sa durée est illimitée. Elle est fixée à 50 ans, renouvelable deux fois pour 25 ans, dans les autres cas.

Pas de retour gratuit à l'autorité concédante des installations visées au cahier des charges, en fin de concession. L'État rembourse les frais d'acquisition et d'établissement. Une seule exception : si la jouissance a

(¹) Voir *R. G. E.*, 22 septembre 1917, t. II, p. 475.

Digitized by Google

été de 100 ans, l'État ne remboursera que la valeur du sol. Le rachat est toujours possible; de même, au bout de 10 ans, le retour à l'État ou à la commune. L'expropriation peut être accordée au concessionnaire, si les travaux présentent des avantages appréciables pour l'État, la commune ou la population.

Les concessionnaires, sur un même cours d'eau, peuvent être astreints à établir en commun des ouvrages et à supporter, en commun, les charges d'entretien du cours d'eau. Enfin, tout concessionnaire est astreint au paiement d'une taxe fixe, par cheval-vapeur, payable une fois pour toutes et une redevance annuelle de 1, 2 ou 3 fr par cheval disponible sur l'arbre des turbines

Quant aux forces hydrauliques appartenant aux particuliers, leur mise en valeur est strictement réglementée à Berne. La loi de 1907 prévoit qu'une autorisation du Conseil d'État sera nécessaire. Elle sera refusée si l'intérêt public l'exige et ne sera jamais accordée que sous réserve des droits de tiers. L'État a le droit d'exproprier, soit la force hydraulique, soit les ouvrages déjà exécutés pour le cas où, soit lui-même, soit une commune en aurait besoin pour une fin d'utilité publique.

La loi de Glaris du 7 mai 1911 est intéressante encore à examiner, puisque ce canton figure au nombre de ceux qui accordent aux particuliers un droit de propriété sur les eaux naturelles. Eh bien ! là encore, une autorisation est nécessaire et elle peut être refusée si le projet presenté rend l'utilisation de la force plus difficile pour l'avenir. Le bénéficiaire de l'autorisation peut, tout comme le concessionnaire d'un cours d'eau public, bénéficier de l'expropriation. Bien plus, l'État peut contraindre les titulaires de droits de riveraineté qui resteraient inactifs à s'associer en vue de la mise en valeur du cours d'eau. Enfin, le canton a établi un impôt sur les forces hydrauliques, sous la forme d'une redevance proportionnelle au nombre de chevaux-heures produits. Le taux est d'autant plus élevé que l'usine est plus puissante et peut aller jusqu'à 0,07 par cheval-heure On aura une idée de l'élévation exceptionnelle du taux de cet impôt lorsqu'on se reportera à nos cahiers des charges de Beaumont Monteux et du Drac inférieur qui ne prévoient, pour l'utilisation d'une force appartenant à l'État, qu'une redevance de 5 à 7 dix millimes par kilowatt-heure produit annuellement.

M. Gariel souligne avec raison que la législation du canton de Glaris est loin d'être aussi individualiste que le feraient présumer les principes juridiques sur lesquels elle repose. A part le libre choix du concessionnaire, la collectivité s'attribue, sur les cours d'eau, autant de prérogatives que dans d'autres cantons à tendances nettement étatistes.

Quoi qu'il en soit, ce bref aperçu montre suffisamment quels obstacles s'opposaient, en Suisse, à l'immixtion de la Confédération dans la gestion de cours d'eau soumis à tant de législations distinctes.

Non seulement l'aménagement des chutes, mais l'utilisation de la force, risquait d'être entravée par cet état de choses, l'établissement des réseaux de distribution d'énergie nécessitant, au préalable, l'accord problématique de deux ou trois souverainetés distinctes. C'est dans ce dernier domaine qu'intervint, tout d'abord, le Conseil fédéral. Il est, en effet, plus simple de légiférer sur la pose des lignes de transport que sur les conditions d'aménagement de la source d'énergie : le but poursuivi par les entreprises de distribution intéresse à tant de titres le public que l'intervention de l'autorité, représentant l'intérêt collectif, ne saurait susciter de difficultés sérieuses. Aussi, dès le 24 juin 1902, une loi accorda aux entreprises électriques le droit d'expropriation sur tout le territoire de la Confédération, même sur le domaine public. Si les communes ont toujours le droit d'empêcher la distribution d'énergie sur leur territoire, le canton ne peut plus refuser, à une entreprise électrique d'un autre canton, le passage de ses lignes électriques.

Entre temps, une importante partie de l'opinion réclamait, avec insistance, une réglementation fédérale des cours d'eau eux-mêmes, et ce mouvement aboutit, le 25 octobre 1908, au vote d'un article additionnel à la constitution qui posait les principes de la loi adoptée par les Chambres en 1916 et dont nous allons essayer de dégager les tendances générales.

Il importait, tout d'abord, de bien délimiter les pouvoirs respectifs de la Confédération et du canton sur les différentes espèces de cours d'eau. L'article premier pose le principe général : « La Confédération exerce la haute surveillance sur l'utilisation des forces hydrauliques des cours d'eau publics ou privés ». C'est le droit de contrôle du pouvoir central sur la politique suivie, en matière de chutes d'eau, par chaque canton, mais ceux-ci conservent, naturellement, le droit de disposer de la force des cours d'eau publics suivant leurs législations propres. Sauf les réserves énumérées plus loin, il n'y a rien de changé à cet égard, si ce n'est une centralisation plus grande au sein de chaque canton. Ceux-ci doivent, en effet, exercer une surveillance étroite sur les districts, communes ou corporations qui disposent de chutes et refuser leur approbation à tout projet qui serait contraire à l'intérêt public ou à l'utilisation rationnelle du cours d'eau. Bien plus, si ces districts, communes ou corporations, malgré des offres d'utilisation équitables, refusent, pendant un temps prolongé, d'utiliser eux-mêmes ou de laisser utiliser la force d'un cours d'eau public dont ils disposent, le gouvernement cantonal peut, au nom de l'ayant droit, accorder l'utilisation.

Mais, au-dessus de l'intérêt public cantonal, il y a l'intérêt général de la Confédération : au point de vue de son meilleur aménagement, le cours d'eau ne peut être envisagé seulement par sections, au hasard des limites des cantons, mais dans son ensemble.

A cet égard, le simple pouvoir de contrôle reconnu à la Confédération était insuffisant. Il fallait y joindre un droit de réglementation générale. C'est à quoi tend l'article 5 : le Conseil fédéral édicte les dispositions propres à assurer et à développer l'utilisation des forces hydrau-

Digitized by Google

liques. Il a le droit d'examiner si les projets d'usine assurent, dans leur plan d'ensemble, l'utilisation rationnelle des forces hydrauliques. Ainsi apparaît cette idée, que nous avons déjà dégagée de la législation italienne, de l'unité de conception dans l'aménagement industriel des cours d'eau. Le barrage sera là où il réalise la plus complète utilisation de la force disponible et non ailleurs. Et c'est, en somme, la Confédération, de par son droit de réglementation sur tous les cours d'eau, qui décidera en la matière.

Enfin, à côté de son droit de contrôle et de réglementation, la Confédération s'attribue un véritable droit de disposition sur la force hydraulique, dans certains cas et pour certaines sections de cours d'eau.

Ainsi, au cas où deux ou plusieurs cantons ne seraient pas d'accord, en ce qui touche l'aménagement d'une section commune, le Conseil fédéral intervient et statue en passant outre aux oppositions, sauf à tenir équitablement compte des intérêts en présence. Le canton lésé conserve, toutefois, un droit formel de veto « si la modification du cours d'eau ou l'occupation des terrains restreint, dans une mesure excessive, l'établissement de la population ».

Les sections de cours d'eau touchant à la frontière nationale sont également soumises à un régime spécial. C'est à la Confédération qu'il appartient de constituer les droits d'utilisation ou d'autoriser la communauté qui en dispose à les mettre en valeur elle-même.

D'autre part, pour l'accomplissement des tâches qui lui incombent, la Confédération se voit attribuer des pouvoirs étendus. Il s'agit ici, en première ligne, de l'électrification des chemins de fer dont nos voisins poursuivent vigoureusement la réalisation. Nous avons vu que le gouvernement italien a envisagé, à cet égard, la création de réserves auxquelles il n'autorise de toucher qu'à des conditions précaires et révocables. Mais le ministre italien des Travaux publics dispose en maître des forces hydrauliques. Le gouvernement suisse, même s'il se propose de pourvoir à l'intérêt national, en est réduit à exproprier les cantons, en les dédommageant de la perte de la redevance annuelle ou des impôts dont ils vont être frustrés.

Enfin, le Conseil fédéral peut décréter la régularisation du niveau et de l'écoulement des lacs ainsi que la création de bassins d'accumulation, en répartissant d'office la dépense entre la Confédération et les divers cantons.

Toute cette réglementation s'applique aux cours d'eau publics. Nous avons vu qu'il existe en Suisse, dans quelques rares cantons, des cours d'eau dont peuvent disposer les riverains. Comment va se traduire, en ce qui les concerne, le droit de haute surveillance de la Confédération? C'est le canton qui autorisera la dérivation. Il peut percevoir, sur l'énergie produite, un impôt spécial qui ne doit pas grever les usines autorisées plus fortement que les usines concédées. C'est encore le canton qui doit veiller à ce que la force disponible ne reste pas inutilisée; il peut passer outre en cas de négligence de l'ayant droit. En tout cas, les droits privés ne sauraient faire obstacle à la réalisation d'une entreprise d'utilité publique. La Confédération a mission de le rappeler aux cantons, le cas échéant. C'est elle qui accordera l'expropriation de la force si le canton s'y oppose, en dédommageant la collectivité récalcitrante. D'une manière générale, du reste, la Confédération exerce, vis-à-vis des cours d'eau privés, le même droit de réglementation que vis-à-vis des cours d'eau publics.

Parmi les dispositions communes aux cours d'eau publics et privés, il faut encore citer l'article 8 qui s'occupe des dérivations d'eau ou d'énergie à l'étranger. Ces dérivations feront l'objet d'une autorisation du Conseil fédéral, d'une durée limitée, mais révocable en tout temps, moyennant indemnité. D'autre part, les transports d'énergie de canton à canton, déjà singulièrement facilités par la loi précitée de 1902, ne pourront être restreints que dans la mesure où l'intérêt public du canton exportateur le justifie. Contrairement à ce qu'a décidé la loi italienne, aucune indemnité spéciale n'est prévue au profit de la collectivité du lieu de la dérivation. Enfin, le contrôle du pouvoir central s'affirme encore dans ce fait que les usines, qui distribuent l'énergie, sont tenues de soumettre au Conseil fédéral les conventions par lesquelles elles s'interdisent la vente dans une zone déterminée.

La loi que nous étudions ne s'est pas bornée à accroître les pouvoirs de la Confédération sur les cours d'eau publics et privés et les distributions d'énergie intercantonales : elle a institué une véritable réglementation fédérale du droit d'utilisation de la force hydraulique et fixé le cadre des concessions futures.

Les articles qui visent l'utilisation proprement dite des cours d'eau se rapportent à tous les intérêts en cause: intérêts généraux, d'une part, intérêts particuliers des usagers, d'autre part. Ils n'appellent aucun commentaire spécial. Notons, cependant, en ce qui touche la protection de la navigation, le souci du législateur suisse de n'imposer aucune charge anormale au concessionnaire: l'usinier sera tenu de céder gratuitement l'eau, s'il s'agit de maintenir la navigabilité antérieure à la construction de l'usine. Mais, il n'est contraint de contribuer aux frais de construction et d'exploitation des ouvrages que dans la mesure où la navigation lui procure des avantages. Quant aux travaux de régularisation appelés à profiter à tous les usagers du cours d'eau, les articles 33 et suivants prévoient, qu'à côté des groupements volontaires qui pourront se constituer entre les intéressés, le Conseil fédéral ou le canton peut ordonner la constitution de Sociétés obligatoires, si la majorité des usagers est consentante.

Comment s'obtiendra la concession ? Quels seront les droits et obligations du concessionnaire ? L'autorité compétente, pour accorder la concession, sera naturellement celle qui a le droit de disposer de la force hydraulique dans la section du cours d'eau que l'on veut utiliser : canton ou Confédération. Le demandeur doit être citoyen suisse et avoir, pendant toute la durée de la concession, son domicile en Suisse. S'il s'agit d'une Société, elle devra avoir également son siège en Suisse.

Digitized by Google

Deux tiers au moins des administrateurs devront être citoyens suisses et domiciliés en Suisse. Les règles qui s'appliqueront en cas de demandes concurrentes sont analogues à celles du décret italien : on choisira le projet qui sert le mieux l'intérêt public, et, si les entreprises en compétition le servent dans la même mesure, celle qui assure la meilleure utilisation du cours d'eau l'emportera. Toute cession de concession est subordonnée à l'agrément de l'autorité concédante qui ne peut s'opposer au transfert si l'acquéreur satisfait à toutes les exigences de la concession.

Une fois nanti du décret de concession, l'usinier ne peut être dépossédé, en tout ou partie, sauf pour cause d'utilité publique et moyennant indemnité. Toutefois, il doit subir, sans compensation, les dommages temporaires qui résulteraient de l'exécution de travaux de correction du cours d'eau. L'expropriation *doit* lui être accordée si des motifs d'utilité publique l'exigent. Elle peut s'étendre à tous les biens-fonds et les droits réels nécessaires à la construction, à la transformation ou à l'agrandissement de l'usine ainsi qu'aux droits d'utilisation qui s'y opposent. Le tribunal peut imposer la restitution totale ou partielle de l'eau ou de l'énergie.

Les obligations du concessionnaire sont fixées par l'autorité concédante et consignées dans le cahier des charges. Il est intéressant de souligner, qu'à cet égard la Confédération semble avoir redouté l'appétit des cantons. Si la totalité des prestations grève d'une façon excessive l'utilisation de la force, le Conseil fédéral se réserve la faculté de fixer le maximum des charges du concessionnaire en plus de la redevance annuelle et des taxes. Cette redevance annuelle et ces taxes ne peuvent excéder, au total, 6 fr par cheval théorique, soit le double de la redevance italienne. Elle peut être réduite si l'entreprise a créé, à grands frais, un bassin d'accumulation. Elle ne sera pas perçue pendant le délai fixé pour la construction. A l'inverse de ce qui a été décidé en Italie, taxes de concession, redevances annuelles et autres prestations ne seront pas plus élevées pour l'énergie dérivée dans d'autres cantons que pour l'énergie employée dans le canton même.

Le cahier des charges, qui sera conforme à un type établi par le Conseil fédéral, contiendra diverses mentions, les unes obligatoires, les autres facultatives. Parmi les premières, figurent la durée de la concession, qui ne pourra excéder quatre-vingt-cinq ans à compter de la mise en service de l'usine, les redevances, taxes et réserves en faveur des services publics, le droit de retour ou de rachat. La concession, porte l'article 63, ne peut stipuler un droit de rachat pour un terme antérieur au tiers de la durée de la concession ; le préavis sera de deux ans. Les mentions facultatives ont trait, notamment, à la tarification du prix de vente de l'énergie, à la participation de la communauté concédante, au partage des bénéfices de l'entreprise et au droit de contrôle sur sa gestion financière.

L'acte de concession précisera ce qui se passera en fin de concession, soit à l'arrivée du terme sans renouvellement, soit par suite de renonciation du concessionnaire ou de déchéance. Le droit de retour comporte l'attribution gratuite à l'autorité concédante de toutes les installations hydrauliques et terrains y attenant avec faculté d'acheter les installations de production et de transport de l'énergie. Si l'acte de concession est muet sur le droit de retour, ne deviendront propriété de l'autorité concédante que les installations établies sur le domaine public et encore, moyennant indemnité.

Enfin, au nombre des dispositions d'exécution et des dispositions transitoires, nous signalerons l'invitation formelle faite à tous les détenteurs de droits d'utilisation d'en faire la déclaration, en vue de la constitution du registre de droits d'eau, par canton, et la constitution d'une Commission d'économie hydraulique effectivement organisée par un arrêté du Conseil fédéral du 15 septembre 1917. Cette Commission est composée de techniciens, de juristes et d'administrateurs représentant, autant que possible, les diverses régions de la Suisse. Elle comprend deux sections : l'une pour les forces hydrauliques, l'autre pour la navigation fluviale. Elle est chargée, à titre consultatif, d'étudier les questions d'ordre général ou particulier relatives à la mise en valeur des forces hydrauliques, à l'utilisation de l'énergie électrique, à la navigation fluviale et à la législation en ces matières. A la différence du Conseil supérieur des eaux italien, véritable rouage administratif dont l'intervention, à l'occasion de chaque affaire, est dans bien des cas prépondérante, la Commission fédérale de l'économie hydraulique n'est qu'un organe centralisateur chargé de présenter des préavis.

Ainsi, à mesure que va grandissant le rôle économique et social de la houille blanche, le législateur, tout en s'efforçant de donner aux exploitants les facilités croissantes qui leur sont indispensables pour installer leurs ouvrages, prend des précautions pour sauvegarder les intérêts collectifs. Parler de la mainmise de l'État sur les forces hydrauliques serait peut-être exagéré. Il s'agit plutôt d'un contrôle plus étroit qui, renfermé en de justes limites, n'est pas de nature à entraver la mise en œuvre du cours d'eau.

Au surplus, la question se posera un jour prochain dans notre propre pays. Il y aura lieu, à ce moment, de voir dans quelle mesure les règles posées à l'étranger pourront être adaptées à notre propre législation.

G. TOCHON,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

Digitized by Google

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret portant règlement d'administration publique rendu pour l'exécution de la loi du 15 juin 1906 et fixant les conditions de l'exploitation en régie des distributions d'énergie électrique par les communes ou les Syndicats de communes.

Le « Journal officiel » du 8 novembre 1917, publie, p. 8918, le décret suivant pris en date du 8 octobre 1917. Vu l'importance de ce décret, la *R. G. E.* en donnera dans un prochain numéro une étude approfondie.

CHAPITRE PREMIER. — *Dispositions générales.* — ARTICLE PREMIER. — L'autorisation d'exploiter en régie une distribution d'énergie électrique est donnée à une commune ou à un Syndicat de communes, lorsque l'établissement de la distribution ne comporte pas de déclaration d'utilité publique et est soumise à un cahier des charges conforme au type approuvé par décret délibéré en Conseil d'Etat :

1° Par le préfet, si la distribution ne s'étend que sur des communes situées dans un même département ;

2° Par le ministre des Travaux publics, sur l'avis conforme du ministre de l'Intérieur, si elle s'étend sur des communes situées dans plusieurs départements.

L'autorisation est donnée par décret délibéré en Conseil d'Etat, sur le rapport des ministres des Travaux publics et de l'Intérieur, lorsque les conditions énumérées ci-dessus ne sont pas toutes remplies.

ART. 2. — Le service de distribution exploité directement par une commune ou un Syndicat de communes est doté de la personnalité civile.

Il est soumis aux prescriptions du présent décret et assujetti au même contrôle qu'un service concédé.

ART. 3. — L'exploitation est confiée, pour le compte de la commune ou du Syndicat, à une administration spéciale. Elle est régie par un cahier des charges annexé à l'acte l'autorisant.

Les attributions conférées par les articles ci-après au maire ou au conseil municipal sont exercées par le président ou par le Comité du Syndicat, lorsque la régie est organisée par un Syndicat de communes.

ART. 4. — Indépendamment de l'exploitation, l'administration de la régie est chargée de l'exécution des travaux complémentaires, ainsi que de l'acquisition du matériel, de l'outillage et des matériaux que ces travaux peuvent exiger.

Elle est appelée à donner son avis sur les projets de lignes nouvelles qui devront s'ajouter au réseau qu'elle exploite.

Elle peut être chargée par le conseil municipal de la construction des lignes dont l'exploitation devrait lui être confiée.

CHAPITRE II. — *Organisation administrative.* — ART. 5. — Le réseau est administré par un conseil d'administration et un directeur.

ART. 6. — Les membres du conseil d'administration et le directeur sont nommés par le maire. Leur nomination est soumise à l'agrément du préfet.

Ils ne peuvent être relevés de leurs fonctions que dans les mêmes formes.

Le conseil d'administration se compose de quatre membres, indépendamment du directeur qui en fait partie de droit.

ART. 7. — Les membres du conseil d'administration autres que le directeur sont nommés pour quatre ans. Ils sont renouvelés par moitié, tous les deux ans ; les membres sur lesquels portera le premier renouvellement partiel sont désignés par voie de tirage au sort, dans le mois de décembre qui suit l'expiration d'une période de deux ans comptée à partir de l'entrée en fonctions du conseil.

Les membres sortants peuvent être nommés de nouveau.

ART. 8. — Les fonctions de membre du conseil d'administration et celles de directeur sont incompatibles avec un mandat de sénateur, député, conseiller général ou conseiller d'arrondissement, conseiller municipal, conféré dans le département.

Aucun membre du conseil ne peut être entrepreneur ou fournisseur du service à un titre quelconque.

ART. 9. — Le conseil d'administration désigne son président parmi les membres autres que le directeur. En cas de partage, la voix du président est prépondérante.

Les membres du conseil reçoivent, pour chaque séance à laquelle ils assistent, une indemnité dont le montant est fixé par le conseil municipal.

ART. 10. — Le conseil d'administration se réunit sur la convocation de son président ou sur l'invitation du maire et au moins une fois par mois.

L'ordre du jour de chaque réunion est adressé, huit jours à l'avance, à l'ingénieur en chef du contrôle de l'Etat qui, en personne ou par son délégué, peut assister aux séances avec voix consultative.

ART. 11. — Le conseil d'administration, statuant sur la proposition du directeur :

1° Règle l'organisation générale du service ;

2° Arrête les dispositions à soumettre à l'administration municipale pour les cadres du personnel, les traitements et allocations accessoires et les pensions de retraite ;

3° Fixe les règles applicables au recrutement, à l'avancement, à la discipline et aux conditions du travail ;

4° Nomme les chefs de service et tous les agents ;

5° Décide l'exécution des travaux de grosses réparations ;

6° Adresse au préfet, pour être soumises au conseil municipal, des propositions en vue de l'exécution des travaux complémentaires ;

7° Approuve les marchés et traités relatifs aux divers services ;

8° Approuve les décomptes d'entreprises supérieures à 10 000 fr.

9° Autorise, pour tout ce qui concerne l'exploitation, le directeur à intenter ou soutenir les actions judiciaires et à accepter les transactions ;

10° Etablit les tarifs dans les limites des maxima fixés par le cahier des charges ;

11° Vote le budget de la Régie et délibère sur les comptes.

En ce qui concerne la passation des marchés, le conseil d'administration décide s'il convient de procéder par voie d'adjudication publique ou de traités à l'amiable avec ou sans appel à la concurrence. Il peut également décider que les travaux seront exécutés en régie et les achats effectués sur simple facture.

ART. 12. — Les délibérations du conseil d'administration sont communiquées au maire. Elles sont exécutoires, dans les matières pour lesquelles l'approbation d'une autre autorité n'est pas exigée soit par les lois et règlements, soit par les dispositions du présent décret, aussitôt que le maire a fait connaître qu'il ne s'y opposait pas et, en cas de silence du maire, le huitième jour après celui où la communication lui a été faite.

En cas de désaccord entre la municipalité et le conseil d'administration, il est statué par le préfet.

ART. 13. — Le directeur a sous ses ordres tout le personnel. Il assure la gestion et le bon entretien du réseau, passe les marchés et les traités, représente la Régie en justice et fait tous les actes conservatoires. Il rend compte au conseil d'administration du fonctionnement des services et prend toutes les décisions non réservées à ce conseil. Il est remplacé, en cas d'absence, par un des fonctionnaires du service désigné par le maire sur la proposition du conseil.

CHAPITRE III. — *Régime financier.* — ART. 14. — Les dépenses relatives à l'établissement des lignes neuves, aux travaux complémentaires, ainsi qu'à l'augmentation du matériel et de l'outillage, sont assurées au moyen de crédits votés à cet effet par le conseil municipal et inscrits au budget

Digitized by Google

de la commune. Lorsque l'exécution de ces travaux ou ces achats sont confiés à l'administration de la régie, cette administration assure, à titre de régisseur, l'emploi des fonds votés par le conseil municipal.

ART. 15. — Le conseil municipal détermine également les sommes que la commune met à la disposition de la régie comme fonds de roulement.

ART. 16. — Est inscrit en outre au budget communal, suivant les cas, soit en recettes, le montant des sommes auxquelles est évalué l'excédent des recettes annuelles de la régie sur les dépenses; soit en dépenses, le crédit nécessaire pour couvrir l'excédent à prévoir des dépenses annuelles sur les recettes.

Le maire fournit, à l'appui du chiffre à inscrire au budget communal, un état de développement des prévisions de recettes et de dépenses de la régie, ainsi qu'un exemplaire du dernier compte administratif prévu à l'article 29 ci-après. Il y joint un rapport faisant ressortir la situation financière et économique de la distribution et signalant les causes d'accroissement et de diminution de la consommation d'énergie, des recettes et des dépenses constatées ou à prévoir.

ART. 17. — Le budget des recettes et dépenses annuelles de la régie est préparé par le directeur, voté par le conseil d'administration et approuvé par le maire. Il ne peut être modifié que dans les mêmes formes. L'approbation n'est donnée par le maire qu'après inscription au budget communal du chiffre en recettes ou dépenses prévu à l'article précédent.

Il est divisé en deux sections, la première afférente aux recettes et aux dépenses annuelles; la deuxième aux dépenses d'établissement, d'extension ou d'amelioration de la distribution et aux ressources destinées à y pourvoir.

ART. 18. — La première section du budget de la distribution comprend :

A. — En recettes :

1° Les produits de l'exploitation ;

2° Les produits du Domaine et de la vente des objets mobiliers;

3° Les produits divers et accidentels y compris les fonds de concours versés pour le service de l'exploitation ;

4° Les prélèvements autorisés sur le fonds de réserve prévu à l'article 21 ci-après ;

5° La somme prélevée sur le crédit ouvert au budget communal pour parer, s'il y a lieu, à l'insuffisance des recettes ci-dessus énumérées.

B. — En dépenses :

1° Les frais d'exploitation et d'entretien (services du conseil d'administration et de la direction, exploitation proprement dite, matériel et bâtiments) ;

2° Les dépenses diverses;

3° Les grosses réparations et le renouvellement des installations et de l'outillage;

4° Les versements au fonds de réserve ;

5° Les charges du capital d'établissement comprenant :

a) Les annuités de rachat des concessions antérieures;

b) Les intérets, l'amortissement, les frais de timbre et de service des emprunts contractés par la commune pour l'établissement ou le rachat, la mise en exploitation, l'extension et l'amélioration de la distribution;

c) Les charges analogues qui correspondraient aux dépenses faites par la commune pour les mêmes objets et couvertes au moyen de ressources autres que les emprunts; l'évaluation de ces charges est arrêtée par le préfet sur la proposition du conseil municipal;

6° S'il y a lieu, le versement à la commune de l'excédent des recettes de la première section sur les dépenses énumérées ci-dessus.

ART. 19. — La deuxième section du budget de la régie comprend :

A. — En recettes :

1° Les sommes versées à la régie par la commune pour faire face aux dépenses énumérées ci-après;

2° Les sommes versées directement à la régie par des tiers à titre de fonds de concours pour participations auxdites dépenses.

B. — En dépenses :

1° Les dépenses de premier établissement autres que celles qui seraient effectuées directement par les services municipaux pour la construction des installations nouvelles;

2° Les dépenses de travaux complémentaires et d'acquisition de matériel;

3° Le montant du fonds de roulement.

ART. 20. — Les sommes allouées par la commune sont versées dans la caisse de la régie sur la production d'une délibération du conseil d'administration, approuvée par le maire, sur le rapport du service du contrôle communal, constatant et certifiant l'état des besoins.

ART. 21. — Il est constitué un fonds de réserve pour grosses réparations et renouvellement du matériel.

Le mode de constitution de ce fonds de réserve est réglé par l'acte autorisant l'exploitation directe.

Aucun prélèvement ne peut y être opéré qu'en vertu d'une délibération du conseil d'administration approuvée, après avis du service du contrôle communal, par le maire, qui en rend compte au conseil municipal dans sa plus prochaine réunion.

Ce fonds de réserve fait l'objet d'un compte hors budget dans les écritures de la régie. Le montant en est déposé dans la caisse du receveur municipal à un compte courant spécial. Les retraits ont lieu sur une demande du caissier, visée par le directeur de la distribution et par le maire.

ART. 22. — La période d'exécution du budget de la régie est la même que celle du budget communal.

En fin d'exercice les restes à recouvrer et les restes à payer sont ajoutés aux prévisions et autorisations du budget en cours. Les crédits non utilisés, afférents aux travaux d'établissement ou d'entretien, sont reportés en plein droit au budget de l'exercice suivant.

ART. 23. — Le directeur assure le contrôle des recettes et délivre les titres de perception.

Conformément aux décisions du conseil d'administration et dans la limite des crédits budgétaires, le directeur engage les dépenses, les liquide et en ordonne le montant.

Il tient écriture de ces diverses opérations.

ART. 24. — Un agent ayant le titre de caissier de la régie est chargé :

1° De centraliser les recettes et les dépenses ;

2° D'opérer les recouvrements qui lui sont confiés et d'acquitter les dépenses assignées sur sa caisse.

Il est nommé par le maire sur la proposition du conseil d'administration. Il est justiciable de la Cour des Comptes et tenu de fournir un cautionnement dont le montant est fixé par arrêté du maire.

ART. 25. — Le caissier de la régie dépose ses fonds disponibles en compte courant à la recette municipale.

Les retraits de fonds sont effectués sur une demande du caissier, visée par le directeur de la distribution.

ART. 26. — La gestion du caissier est assujettie aux vérifications de l'inspection générale des finances.

ART. 27. — Les comptes du caissier de la régie sont rendus dans les mêmes formes et délais que le compte de gestion du receveur municipal.

ART. 28. — Le compte administratif de la régie est présenté par le directeur dans les trois mois qui suivent la clôture de l'exercice. Il est approuvé par le conseil d'administration et arrêté par le maire. Il est soumis au conseil municipal, comme il est dit à l'article 16 ci-dessus.

ART. 29. — Le directeur de la distribution doit tenir une comptabilité-matières s'appliquant aux approvisionnements, au matériel, à l'outillage et au mobilier.

ART. 30. — Le ministre de l'Intérieur, le ministre des Travaux publics et des Transports, le ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, et le ministre de l'Agriculture sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois.*

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN, agrégé de l'Université.**

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 22. — 1er DÉCEMBRE 1917.

Chronique. — L'industrie en Algérie. — Création d'un cours d'électricité à l'Institut national professionnel des Invalides de la guerre. — Les travaux de la section de législation du deuxième Congrès de la Houille blanche. — « La Houille blanche ». — Académie des Sciences, 841 et 842.

Section scientifique et technique. — Une interprétation physique de l'entropie, par J. LAHOUSSE, p. 843. — Revues, analyses et informations : Théorie rationnelle des enroulements fermés, schémas simplifiés, p. 845 ; Résistance électrique du corps humain, p. 850.

Section industrielle. — Aménagement d'ensemble de la vallée d'Aure et de la haute vallée d'Ossau, par D. EYDOUX et A. CAUSSE, p. 851. — Revues, analyses et informations : La nouvelle usine génératrice d'Essex (États-Unis), pour les services de traction, p. 863. — Notes pratiques : Connexion d'une ligne souterraine à une ligne aérienne, p. 866.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Etablissements Maljournal et Bourron, p. 867. — Revues, analyses et informations : Un projet allemand pour la création légale de chambres corporatives d'ingénieurs, p. 867.

Section de législation. — Exploitation en régie des distributions d'énergie électrique par les communes et les syndicats de communes, par J. DE RIGNEY, p. 869. — Législation, jurisprudence, réglementation : Projet de loi relatif aux contributions directes et aux taxes y assimilées de l'exercice 1918, p. 880.

L'industrie en Algérie. — Sous les auspices des Chambres de Commerce de l'Algérie, M. S. Laboubée, inspecteur de la Banque de l'Algérie, vient de publier une notice (1) où sont relevées les ressources économiques, agricoles, pastorales, forestières, minières et autres de notre colonie.

De cette étude il résulte qu'il existe en Algérie environ 716 usines et ateliers de toutes sortes, occupant plus de 23000 ouvriers et utilisant une puissance motrice de plus de 16000 ch ; il convient, toutefois, de faire observer que ces chiffres ne s'appliquent qu'aux usines, fabriques et ateliers qu'il a été possible à l'auteur de visiter et que, par conséquent, ils sont bien au-dessous des chiffres réels.

Parmi les établissements qui consomment le plus de puissance mécanique se trouvent : les minoteries (6000 ch pour 78 établissements), les tuileries et briqueteries (1 400 ch pour 40 établissements), les fabriques d'huile d'olives (100 ch, 163 établissements), etc.

L'industrie métallurgique et de la construction mécanique n'y est représentée que par 15 entreprises, utilisant une puissance de 400 ch et occupant 1 100 ouvriers. Bien que le sol de l'Algérie soit extrêmement riche en minerais de toutes sortes, on n'y rencontre donc pas les grandes usines qui seraient nécessaires à l'utilisation de ces richesses minières ; en fait, l'Algérie est toujours restée tributaire du dehors pour la totalité des produits métallurgiques qui lui sont nécessaires : les importations de cette nature, en progression continue, s'élevaient, en 1913, à 70000 t valant 40000000 fr.

La guerre est venue montrer que rien ne s'oppose à un développement considérable de l'industrie mécanique. Lors de la mobilisation, presque toutes les usines fermèrent leurs portes ; quelques-unes seulement purent continuer à travailler avec un personnel réduit. Mais, lorsque la construction du matériel de guerre entra dans la voie de la fabrication à outrance, les usines algériennes furent gratifiées d'une petite commande d'essai, et la façon dont elles s'acquittèrent de la tâche qui leur était confiée leur fit donner par la suite de nouvelles et importantes commandes. Non seulement le personnel indigène de ces usines sut se plier aux exigences de la fabrication européenne, mais encore ces usines se montrèrent capables de fabriquer elles-mêmes et d'agencer la presque totalité de leur outillage. On peut donc avoir l'espoir que dans l'avenir les usines algériennes traiteront sur place les minerais de fer qui étaient expédiés au dehors.

(1) Un volume format 27 × 19 cm, 160 pages. Typographie Adolphe Jourdan, à Alger.

Création d'un cours d'électricité à l'Institut national professionnel des Invalides de la guerre. — Le Dr Bourrillon, directeur de l'Institut professionnel des Invalides de la guerre, a organisé, depuis assez longtemps déjà, à l'Asile national de Saint-

Digitized by Google

Maurice (Seine), une série d'ateliers et de cours destinés à donner aux mutilés de la guerre une profession en rapport avec leur nouvel état physique; il forme ainsi des dessinateurs industriels, des dessinateurs du bâtiment, des mécaniciens, des ferblantiers, des menuisiers, des bourreliers, des cordonniers, le choix du métier étant fait d'après les aptitudes du mutilé.

Le Dr Bourrillon, sur l'invitation de la Croix-Rouge américaine qui fournira les fonds nécessaires, vient de décider de créer à Saint-Maurice un nouvel enseignement destiné à permettre à un certain nombre de mutilés de devenir praticiens électriciens, en entendant par là un homme capable d'exécuter ou de diriger le montage de petites installations électriques, d'être chef de poste soit dans une usine, soit dans une sous-station de distribution, de devenir agent commercial ou métreur en électricité.

En s'inspirant du programme des cours de perfectionnement d'apprentis créés par le Syndicat des Industries électriques et avec les conseils de quelques personnes autorisées, le Dr Bourrillon a décidé de réaliser cet enseignement en donnant aux nouveaux apprentis chaque jour trois heures de cours, en deux séances d'une heure et demie et cinq heures de travaux pratiques.

Les 12 séances de cours de chaque semaine comprendront : 6 séances d'enseignement (notions élémentaires de français, géométrie, calcul); 1 séance de dessin; 2 séances d'établissement de croquis; 3 séances d'électricité.

Il reste à choisir le professeur du cours d'électricité qui aura à donner par semaine trois leçons d'une heure et le chef des travaux pratiques qui sera occupé continuellement pendant six jours par semaine.

Les personnes qui désireraient poser leur candidature à ces emplois rétribués sont priées de s'adresser à M. Marcel Meyer, président du Syndicat des Industries électriques.

Les travaux de la section de législation du deuxième Congrès de la Houille blanche. — Dans le numéro du 22 septembre, nous avons donné le résumé des travaux de la section économique ; aujourd'hui nous donnons celui des travaux de la section de législation.

Le programme du Congrès prévoyait la discussion par cette section des sept questions suivantes :

1. Exposé sommaire de la législation de la houille blanche dans les principaux pays étrangers ; rapporteur : M. Léon Michoud, professeur à la Faculté de Droit de Grenoble.

2. Étude générale des droits de riveraineté appartenant aux riverains des cours d'eau non navigables, ni flottables, et notamment du droit à la perte des eaux ; rapporteur : M. Balleydier, doyen de la Faculté de Droit de Grenoble.

3. La législation des usines hydrauliques à l'égard des cours d'eau du domaine public ; rapporteur : M. Bougault, avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

4. La législation des usines hydrauliques à l'égard des cours d'eau non navigables ni flottables ; rapporteur : M. Pillet, professeur à la Faculté de Droit de l'Université de Paris.

5. Des règles du droit international concernant l'utilisation de la force motrice des cours d'eau appartenant à deux pays ou limitrophes entre deux pays ; rapporteur : M. de Lapradelle, professeur à la Faculté de Droit de Paris.

6. L'exportation et l'importation de l'énergie ; rapporteur : M. Brouilhet, professeur à la Faculté de Droit de Lyon.

7. Règles de législation forestière établies ou à établir dans l'intérêt de la régularisation ou de l'utilisation de la force motrice des cours d'eau ; rapporteur : M. Mathey, conservateur des Eaux et Forêts à Dijon.

A l'exception des questions 5 et 6 qui se rapportent au droit international, toutes ces questions ont donné lieu à des rapports très documentés et très instructifs. Pour la première question, il était prévu onze rapports spéciaux se rapportant à onze pays étrangers; deux d'entre eux, celui de M. Schoenborn, privat-docent à l'Université d'Heidelberg, sur les législations allemandes, et celui de M. Seidler, chef de section au ministère de l'Agriculture et privat-docent à l'Université de Vienne, sur la législation autrichienne n'ont pas été publiés pour des motifs évidents ; deux autres, celui de M. Morin, avocat à Québec, professeur à l'Université Laval, sur la législation canadienne, et celui de M. Chaïkin, assistant à l'Institut polytechnique de Saint-Pétersbourg, sur la législation russe, n'ont pu être rédigés. Toutefois, dans son rapport général sur cette question, M. L. Michoud, a tenu compte des renseignements contenus dans les deux rapports non publiés ainsi que dans divers documents transmis du Canada par M. Morin.

« La Houille blanche ». — Ainsi que l'annonçait une notice récemment encartée dans la « R. G. E. », notre confrère « La Houille blanche » a repris sa publication interrompue depuis août 1914.

Le numéro qui vient de paraître et qui porte la date de juillet-août 1917 est, pour la plus grande partie, consacré aux *nouveaux projets de loi sur les forces hydrauliques* ; il contient sur ce sujet : un article de M. Léon Perrier, député de l'Isère, la reproduction de l'exposé des motifs et du texte du projet, enfin le compte rendu des séances de la Commission extra-parlementaire chargée de l'élaboration du projet.

Il était utile qu'au moment où nos gouvernants se préoccupent à nouveau de la réglementation des chutes d'eau, « La Houille blanche » reprenne sa place parmi les organes techniques qui s'occupent de l'utilisation de nos richesses hydrauliques. Comme l'écrit son directeur, M. E.-F. Côte, dans l'éditorial du numéro qui vient de paraître : « Si la guerre nous a surpris, il ne faut pas que la paix nous surprenne ».

Académie des Sciences. — Séance du 19 novembre 1917. — Parmi les différentes notes présentées à l'Académie des Sciences à sa séance du 19 novembre, nous relevons les suivantes qui nous intéressent particulièrement : Nouvel appareil fluorométrique pour le dosage des rayons X, par H. Guilleminot ; Orages magnétiques, facules et taches solaires, par Henryk Arctowski ; et enfin : Sur l'utilisation du marc de raisin comme combustible, par C. Martignon et Mlle G. Marchal.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Une interprétation physique de l'entropie

L'intérêt du présent article est à la fois didactique et technique : didactique parce que l'auteur y montre que l'entropie est, au moins théoriquement, mesurable comme une quantité de chaleur, que ce n'est pas obligatoirement « une colossale abstraction », pour employer une expression célèbre ; technique, parce que les procédés de raisonnement qui y sont exposés constituent une base excellente pour édifier d'une façon simple et claire la théorie des machines thermiques.

La thermodynamique est née des préoccupations de Carnot sur la puissance motrice du feu, mais l'introduction de la notion d'entropie par Clausius l'engagea, presque dès le début, dans une voie où l'idée de la puissance motrice d'une quantité de chaleur n'intervient que d'une façon toute secondaire. Lord Kelvin, Maxwell et Tait avaient bien considéré la totalité du travail mécanique qu'un système peut produire, étant donnée la température du milieu ambiant, mais leur point de vue ne prévalut point et c'est d'autant plus regrettable que le contraire aurait sans doute évité les erreurs d'interprétation que les ingénieurs ont bien souvent commises au sujet du cycle de Carnot.

Pendant longtemps, on chercha une machine capable de réaliser le cycle de Carnot, sans se rendre compte que la machine théorique de Carnot ne devait sa perfection qu'à l'absence de toute différence de température entre les corps en contact et qu'industriellement c'étaient les pertes provenant de ces inévitables différences de température qu'il était intéressant de rendre minima. D'ailleurs, le passage d'une certaine quantité de chaleur d'une température à une autre peut donner lieu à la production d'un travail mécanique; en conséquence, une machine théoriquement parfaite ne doit pas comporter de transport de chaleur par conduction sous une différence finie de température, puisque cela reviendrait à laisser cette chaleur inutilisée au point de vue mécanique. En somme, ce qui doit caractériser la machine thermique parfaite, c'est, outre la réversibilité du cycle considérée par rapport au corps même qui évolue, l'égalité de température qui doit constamment exister entre celui-ci et les corps avec lesquels il est en contact ; ce n'est que dans le cas où ces corps peuvent être groupés en deux ensembles constituant les sources de chaleur et possédant chacun une température uniforme que la condition précédente fournit le cycle de Carnot. Pratiquement, les deux groupes ainsi définis n'existent pas ; néanmoins, la notion de la machine de Carnot conserve toute sa valeur du seul fait qu'elle permet d'estimer la valeur mécanique d'une quantité de chaleur, ou, si l'on préfère, qu'elle permet de définir une machine thermomètre. Je veux dire que, si une petite machine réversible de Carnot prend une quantité de chaleur $\mathrm{d}Q$ à une source de température T, et si elle rend une quantité $\mathrm{d}Q_0$ à un réfrigérant T_0, elle fournira un travail mécanique égal à $\mathrm{d}Q - \mathrm{d}Q_0$, avec

$$\frac{\mathrm{d}Q}{T} = \frac{\mathrm{d}Q_0}{T_0}.$$

Il est maintenant très simple d'aborder le cas d'un cycle quelconque : il suffit de supposer tout échange ou transmission de chaleur, même portant sur une quantité infiniment petite, effectué à l'aide d'une petite machine de Carnot et d'évaluer le travail produit ou consommé par l'ensemble de celles-ci. Seulement, toutes ces petites machines de Carnot auront une source de chaleur commune que nous supposerons être le milieu ambiant de température constante T_0, de sorte qu'en définitive ce dernier sera l'unique source de chaleur; il en résulte (principe de Carnot) l'impossibilité de produire un travail positif (contre les forces extérieures pour l'ensemble du système formé du corps en évolution et des petites machines de Carnot auxiliaires, si le cycle des transformations est fermé.

Si, à un instant où sa température est T, le corps qui se transforme absorbe une quantité de chaleur $\mathrm{d}Q$, la petite machine de Carnot qui lui fournit cette chaleur prendra au milieu ambiant une quantité

$$\mathrm{d}Q_0 = T_0 \frac{\mathrm{d}Q}{T};$$

pour un cycle fini, fermé ou non, on aura

$$Q_0 = T_0 \int \frac{\mathrm{d}Q}{T},$$

ce que l'on peut exprimer en disant que la quantité de chaleur prise au milieu ambiant par les petites machines réversibles auxiliaires est égale au produit de la température absolue de ce dernier par l'augmentation d'en-

Digitized by Google

tropie du corps. Admettons que l'on ait abaissé à 1° absolu la température ambiante et on pourra dire que l'augmentation d'entropie du corps qui s'est transformé est égale à la quantité de chaleur prise au milieu ambiant. C'est là l'interprétation physique que j'ai annoncée. On remarquera qu'il est très facile d'étendre la démonstration au cas où la température du corps n'est pas uniforme.

La marche que je viens de suivre est d'ailleurs celle même employée par M. G. Gouy dans un mémoire publié en novembre 1889, dans le « Journal de Physique », mémoire passé malheureusement, et pendant longtemps, assez inaperçu. Il fallut, pour le tirer de l'oubli, les mémoires de M. Jouguet, mais celui-ci n'utilisa pas les procédés de raisonnement de M. Gouy dont le grand avantage est d'offrir à l'esprit un sens concret. Le but de ce physicien était d'ailleurs de définir une fonction d'un sens moins abstrait que l'entropie, fonction qu'il dénomme l'énergie utilisable et qui présente même l'avantage de ne pas exiger plus de données que la méthode des cycles, tout en se prêtant admirablement à l'énoncé des conditions d'équilibre d'un système.

M. Gouy ramène tous les problèmes à la seule considération du travail mécanique et, pour cela, il ne considère qu'un seul réservoir de chaleur de température constante, qui est le milieu ambiant; pour rendre réversibles les échanges de chaleur, il suppose ceux-ci effectués à partir du milieu ambiant par de petites machines de Carnot, suivant le mécanisme exposé plus haut.

Le travail que l'on devra dépenser pour faire fonctionner ces petites machines auxiliaires sera

$$J\Sigma\,(\mathrm{d}Q - \mathrm{d}Q_0) = J\Sigma\mathrm{d}Q\left(1 - \frac{T_0}{T}\right),$$

J étant l'équivalent mécanique de la chaleur.

Si, de plus, il faut dépenser un travail mécanique τ, calculable dans chaque cas, pour produire diverses actions, mécaniques ou électriques par exemple, sur le système, le travail total à fournir sera

$$\mathfrak{T} = \tau + J\Sigma\mathrm{d}Q\left(1 - \frac{T_0}{T}\right).$$

En s'appuyant sur ce qu'un système ne peut revenir à son état initial, c'est-à-dire accomplir un cycle fermé de transformations, en produisant un travail résultant positif contre les forces extérieures (principe de Carnot), ce qui reviendrait au mouvement perpétuel, M. Gouy montre que ce travail $\mathfrak{T}$ est minimum et ne dépend que de l'état initial et de l'état final du système lorsque l'évolution de celui-ci est réversible, c'est-à-dire peut alors être considéré comme la variation d'une fonction de l'état du corps, fonction qu'il dénomme l'énergie utilisable. De plus, il remarque qu'il n'est pas nécessaire de faire intervenir dans le calcul de τ les forces pour lesquelles existent un potentiel (pesanteur, pression atmosphérique, etc...), puisque leurs travaux s'annulent pour le cycle fermé sur l'existence duquel repose la démonstration ci-dessus.

La fonction énergie utilisable, ainsi définie, possède une propriété très importante, celle de diminuer pour toute transformation spontanée du système; en effet, pour ramener celui-ci à son état initial, c'est-à-dire fermer le cycle de ses transformations, il faut obligatoirement (principe de Carnot) dépenser un travail positif. Par suite, l'équilibre du système avec le milieu ambiant correspond à l'énergie utilisable minimum.

On saisit facilement le sens pratique de cette fonction; si, par exemple, on a calculé cette dernière pour une certaine quantité de vapeur ou de gaz, on connaît du même coup le travail maximum que l'on peut espérer tirer de son retour à l'équilibre avec le milieu ambiant, par l'intermédiaire d'une machine parfaite, c'est-à-dire réversible. Si la machine n'est pas parfaite, si par exemple l'échappement se fait avant que le fluide soit revenu à l'équilibre avec le milieu ambiant, la valeur de l'énergie utilisable lors de l'évacuation (il faut connaître la température et la pression, à ce moment) donnera la perte. Je suppose en disant cela que l'énergie utilisable est nulle quand il y a équilibre avec le milieu ambiant, mais on a toujours le droit de le faire, puisque cette fonction n'est connue qu'à une constante près.

On peut d'ailleurs, en principe, analyser aussi facilement les pertes corrélatives des cessions de chaleur aux parois d'un cylindre par le fluide qui évolue à son intérieur. Si, par exemple, dq est la chaleur cédée aux parois par le fluide à un instant où la température de ce dernier est T, la perte d'énergie utilisable correspondante est

$$J\mathrm{d}q\left(1 - \frac{T_0}{T}\right).$$

Pratiquement, la question se complique du fait que l'expérience ne permet pas d'atteindre q en fonction de T et de la vitesse de la machine; il faut avoir recours à des hypothèses à peu près invérifiables, mais qui peuvent conduire cependant à une approximation précieuse pour l'appréciation de l'importance des diverses pertes.

Comme M. Gouy l'a montré, l'énergie utilisable s'exprime simplement en fonction de l'énergie interne et de l'entropie; nous avons vu que, pour un système passant d'une façon réversible d'un état A à un état B,

$$\mathfrak{T} = E_B - E_A = \tau + J\Sigma\mathrm{dQ}\left(1 - \frac{T_0}{T}\right)$$
$$= \tau + JQ - JT_0\int_A^B \frac{\mathrm{d}Q}{T},$$

où E est l'énergie utilisable. Si U est l'énergie interne, S l'entropie, et W le potentiel des forces qui agissent sur le système

$$\tau = W_A - W_B + JQ = U_B - U_A,$$

de sorte que

$$E = U - JT_0S + W.$$

Digitized by Google

Cette expression montre que, pour les transformations isothermes effectuées à la température ambiante, l'énergie utilisable est identique à la fonction

$$\varphi = U - JTS + PV,$$

bien connue sous le nom de potentiel thermodynamique à pression constante, fonction dont M. Duhem notamment a fait un fréquent usage.

Je me permettrai, en terminant, d'insister sur les avantages que présente pour l'enseignement technique le point de vue des physiciens anglais, point de vue qui était d'ailleurs celui de Carnot et qu'a repris M. Gouy. Je m'en suis inspiré pour les cours que j'ai faits à l'École Centrale lyonnaise depuis 1909 jusqu'à la guerre.

Je rappellerai encore l'intérêt offert par la loi générale des effets des transformations, établie par M. Gouy dans le mémoire déjà cité.

J. Lahousse,
Professeur à l'École Centrale lyonnaise.

Revues, analyses et informations

Théorie rationnelle des enroulements fermés. Schémas simplifiés [1].

Dans les représentations actuellement employées d'enroulements fermés de machines à courant continu, on prend comme point de départ le *conducteur* ou plus exactement le *faisceau induit* composé d'un ou plusieurs conducteurs voisins. On est alors conduit à considérer, sous chaque pôle, les *faisceaux d'aller* et les *faisceaux de retour*, ce qui donne quatre types d'éléments. Les schémas d'enroulement soit par projection, soit par développement, présentent de nombreux croisements de traits, et, dans les formules de bobinage, on est forcé d'avoir recours à *deux pas d'enroulement* un pas avant et un pas arrière, ce qui conduit à des complications.

La représentation d'un enroulement en anneau étant beaucoup plus simple que celle d'un enroulement tambour, on a cherché à ramener l'étude de ce dernier enroulement à celui d'un enroulement en anneau possédant à peu près les mêmes propriétés. C'est ainsi qu'Arnold a proposé son *schéma réduit*.

Mais cette représentation présente des inconvénients assez sérieux, les propriétés des enroulements tambours n'étant pas les mêmes que celles des enroulements en anneaux. Dans ces derniers les spires sont radiales, tandis que dans les enroulements tambours elles sont sensiblement perpendiculaires au rayon, il en résulte que le flux est maximum dans la spire de l'anneau, quand elle se trouve dans la zone neutre, et qu'il est maximum dans la spire de l'enroulement en tambour quand celle-ci est symétrique par rapport à un pôle, ce qui fait que, avec l'enroulement en anneau, les balais se trouvent sur la ligne neutre, et avec l'enroulement tambour ils se trouvent au milieu d'un pôle.

Dans les machines enroulées en anneau, la commutation à vide a lieu dans les spires dont les conducteurs actifs se trouvent sur les lignes neutres, condition qui n'est pas remplie dans les enroulements tambours à spires raccourcies. Quand, dans un enroulement en anneau, la force électromotrice est nulle dans une spire, elle est également nulle dans chacun des conducteurs actifs de la spire ; tandis que, dans un enroulement tambour, les forces électromotrices dans les deux conducteurs peuvent être égales et de signes contraires sans être nulles.

De plus, dans un enroulement en anneau, les spires qui commutent en même temps sous des balais de noms contraires n'agissent pas l'une sur l'autre, ces deux éléments étant au moins éloignés l'un de l'autre d'un pas polaire, tandis qu'avec un enroulement tambour ces spires peuvent avoir leurs conducteurs dans la même encoche ou dans une encoche voisine, ce qui peut influer sur la commutation.

Ces différents motifs ont conduit l'auteur à étudier l'enroulement tambour indépendamment de l'enroulement en anneau, et il propose des formules simples et une représentation nouvelle applicables d'ailleurs à toutes les sortes d'enroulements.

Définitions. — *Section.* Lorsqu'on groupe ensemble plusieurs spires et qu'on connecte les extrémités du groupe ainsi formé à deux lames du collecteur, on constitue une *section* de l'enroulement. Si les spires qui constituent une section occupent sensiblement la même position sur la périphérie de l'induit, on a une *section simple* ; dans le cas contraire, on a une *section composée* (les sections composées ne sont pas employées en pratique).

Élément. — On appelle élément l'ensemble des spires d'une section qui occupent à peu près la même place sur l'armature. Une section simple se compose d'un seul élément. Dans le cas des enroulements en barres un élément peut être formé d'une seule spire.

Faisceau. — On appelle *faisceau* l'ensemble des conducteurs d'un élément qui occupent pratiquement la même place sur l'armature : dans un induit denté tous les conducteurs d'un faisceau se trouvent dans la même encoche.

Voie d'enroulement. — C'est la portion de l'enroulement comprise entre deux balais de noms contraires voisins, lorsqu'on suit le fil du bobinage. Les voies d'enroulement sont toutes en dérivation par rapport au circuit extérieur, on désigne leur nombre par $2a$. Les voies successives qu'on rencontre en suivant le fil du bobinage ont des forces électromotrices égales et de signes contraires.

Intervalle. — C'est l'espace qui sépare deux points représentatifs voisins.

Pas d'enroulement (y). — Nombre d'intervalles compris entre deux éléments reliés directement. C'est toujours un nombre entier, dans les enroulements imbriqués simples $y = 1$.

Espacement polaire (m). — C'est le nombre de *paires de pôles* compris entre les centres électriques de deux éléments reliés directement. Pour les enroulements imbriqués $m = 0$ m est généralement entier, mais peut être fractionnaire dans certains enroulements spéciaux.

[1] A. Iliovici. *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, juillet 1917, t. VII, p. 166, 12 000 mots, 14 fig.

Digitized by Google

Déplacement dans le champ magnétique (f). — Deux éléments reliés directement n'occupent pas des situations identiques dans leurs champs respectifs, le deuxième est avancé ou reculé par rapport au premier. C'est cette avance ou ce recul qu'on appelle *déplacement dans le champ* (f). Dans les enroulements imbriqués $f = y$: dans les enroulements ondulés que nous étudierons on a $f = \frac{a}{p}$ et $f = \pm (y - 2\varpi)$, où 2ϖ est le double pas polaire.

Constitution d'un enroulement fermé. — Un enroulement fermé est constitué par un certain nombre d'éléments groupés en série et répartis uniformément le long de l'armature.

Les divers types d'enroulements fermés peuvent être constitués avec les mêmes éléments. Ils ne diffèrent entre eux que par la façon dont ces éléments sont connectés entre eux.

Pour étudier un enroulement, il s'agira donc : 1° de déterminer les dimensions et la position des éléments ; 2° de déterminer le nombre d'éléments et les connexions à établir entre eux.

Représentation d'un élément d'enroulement. — Une représentation d'enroulement doit permettre de retrouver rapidement les propriétés générales de cet enroulement : conditions de fermeture de l'enroulement, nombre de voies, position des balais, nombre et position des éléments en commutation.

L'auteur propose la nouvelle représentation suivante : il représente la périphérie de l'armature par une circonférence et sur cette circonférence, chaque *élément* par un point (•) ou par un petit cercle (o) suivant le sens de sa force électromotrice.

Ce point ou cercle caractérise la position de l'élément sur la périphérie de l'armature. — Les lames du collecteur et les pôles sont représentés de la manière habituelle. L'auteur adopte comme point représentatif, et c'est là son idée originale, un point particulier qu'il appelle *centre électrique* de l'élément, et qui jouit des propriétés suivantes : 1° lorsque le flux embrassé par un élément est maximum ou minimum, c'est-à-dire lorsque la force électromotrice est nulle, le centre électrique se trouve au milieu d'un pôle dans l'enroulement en tambour et à disque, et sur la ligne neutre dans l'enroulement en anneau : 2° lorsque le flux embrassé par un élément est nul, le centre électrique se trouve sur la ligne neutre dans le premier cas et au milieu d'un pôle dans le second.

Quand l'élément possède un centre géométrique, le centre électrique se confond avec lui.

Dans ce qui suit l'auteur ne s'occupe que des enroulements en tambours.

Représentation d'un enroulement. — L'auteur suppose que les éléments sont répartis uniformément sur la périphérie de l'armature.

Dans l'enroulement en tambour, tous les éléments ayant leurs centres électriques placés entre le milieu d'un pôle nord et le milieu d'un pôle sud ont leurs forces électromotrices de même signe et forment ce que l'auteur appelle un *groupe*. L'enroulement d'une dynamo à $2p$ pôles comporte $2p$ groupes : p groupes (•) et p groupes (o) qui alternent, et ceci quel que soit le type de l'enroulement. Le schéma de la figure 1 montre la disposition des groupes pour une machine à 4 pôles.

Les liaisons entre les éléments sont représentées par des liaisons entre les (•) et (o) ; les éléments sont désignés par des nombres, l'enroulement étant fermé l'élément initial est aussi l'élément final, il sera désigné par 2 nombres 0 et s où s est le nombre total d'éléments. Chaque lame du collecteur porte un numéro qui est celui d'un des éléments auxquels elle est reliée.

Position et nombre de balais. — Les balais ne devant court-circuiter que des éléments où la force électromotrice est nulle, on doit les placer aux passages entre deux groupes de signe contraire. En général, il y aura autant de lignes de balais que de pôles, sauf dans certain cas où on peut réduire leur nombre.

Enroulement imbriqué simple ou en parallèle. — La figure 1 représente, d'après la nouvelle méthode, un enroulement imbriqué simple à 4 pôles, 15 éléments et 15 lames au collecteur, et permet de retrouver immédiatement les

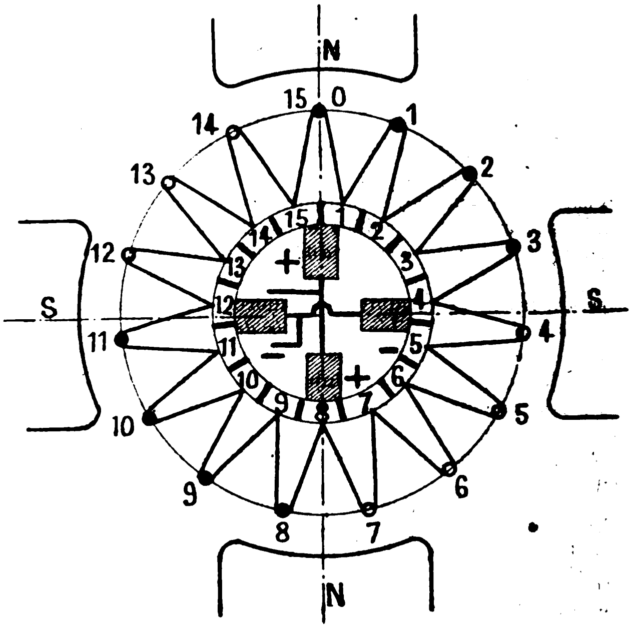


Fig. 1. — Schéma, d'après la nouvelle représentation de M. A. Iliovici, d'un enroulement tambour imbriqué 4 pôles, 15 éléments.

propriétés les plus importantes de cet enroulement et montre, en particulier, que les $2p$ *groupes* constituent $2p$ voies d'enroulement, que le nombre de balais placés au milieu des pôles est également $2p$ et ne peut être exécuté avec un nombre quelconque d'éléments, qu'il se fermera toujours et que la force électromotrice d'un élément est la somme des forces électromotrices d'un groupe ; elle permet enfin de trouver le nombre et la position des éléments qui commutent en même temps.

Enroulements imbriqués multiples. — L'auteur étudie d'abord les enroulements doubles dans les deux cas qui peuvent se présenter : le nombre d'éléments de l'enroulement est pair et le nombre des éléments de l'enroulement est impair. Nous ne considérons que le cas général où les s éléments de l'enroulement sont réunis y par y. Il faudra, dans ce cas, faire y fois le tour de l'armature pour utiliser tous les éléments.

Trois cas peuvent se présenter.

1° *Le nombre d'éléments s est multiple du pas y.* — L'enroulement se ferme après chaque tour et on a y enroulements imbriqués enchevêtrés les uns dans les autres ou un enroulement multiple d'ordre y à fermeture multiple d'or-

Digitized by Google

dre y. Les lames du collecteur seront enchevêtrées de la même façon que l'enroulement. Le nombre de lignes de balais sera égal au nombre de pôles $2p$. Chaque balai devra couvrir y lames, une de chaque enroulement, et le nombre total de voies d'enroulement sera $2py$.

2° *Le nombre s est premier avec y.* — L'enroulement ne se fermera alors qu'après y tours et après avoir utilisé les s éléments. On a, dans ce cas, soit un enroulement unique, soit un enroulement multiple d'ordre y à fermeture simple.

3° *Le nombre s n'est ni divisible par y ni premier avec lui.* — Soit d le plus grand commun diviseur de s et de y. L'enroulement sera formé par d enroulements fermés distincts. On aura un enroulement multiple d'ordre y à fermeture multiple d'ordre d.

Enroulements ondulés. — Dans ces enroulements, les éléments d'une même voie sont pris dans des groupes différents, il en résulte que le nombre de voies est indépendant du nombre de groupes et, par suite, du nombre de pôles de la machine.

Enroulements ondulés série. — Le cas le plus simple qui peut se présenter est celui où l'on prend un élément dans chacun des groupes de même nom et où l'on choisit le nombre total d'éléments et le pas y de façon qu'après avoir fait un tour de l'armature on revient à l'élément voisin de celui dont on est parti.

Dans l'exemple donné par la figure 2, on est parti du premier élément (o) d'un groupe (•) et on l'a connecté successivement aux premiers éléments 10 et 20 des deux autres groupes (•), puis à l'élément 1 du groupe dont on est parti et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait connecté tous les éléments des groupes (•), on a ainsi constitué une voie avec tous les éléments (•). En continuant les connexions on prendra le premier élément d'un groupe (o) et successivement tous les éléments (o), on constituera ainsi une deuxième voie d'enroulement et on fermera forcément le bobinage. On obtient, en procédant comme nous venons de l'indiquer, un enroulement à deux voies quel que soit le nombre de pôles.

Chaque élément, comme l'indique la figure 2, est relié au suivant par l'intermédiaire d'une lame du collecteur qui porte le même numéro que l'élément qui la suit. Il y a donc autant de lames au collecteur qu'il y a d'éléments, mais ceci n'est pas général et le nombre de lames peut être plus grand ou plus petit que celui des éléments.

L'enroulement ne comportant que deux voies, on ne devrait avoir que deux balais placés (fig. 2) sur les lames 5 et 10 qui correspondent aux points communs aux deux voies, mais on peut remarquer que toutes les lames du collecteur reliées aux premiers ou aux derniers éléments des groupes dans lesquels les forces électromotrices sont pratiquement nulles, peuvent être considérées comme points communs aux deux voies. On peut donc placer un balai sur chacune de ces lames. Le nombre de groupes étant $2p$, on peut avoir $2p$ balais. Un enroulement ondulé série peut donc avoir un nombre de balais compris entre 2 et $2p$. Les balais positifs étant reliés ensemble, de même pour les balais négatifs. On choisira le nombre de balais en considérant la densité de courant à admettre sous chaque ligne de balais et les meilleures conditions de commutation.

Enroulements ondulés série-parallèle. — Si on a choisi le pas y et le nombre s de telle sorte qu'après avoir pris un élément dans chaque groupe on revient à un élément du premier groupe non voisin de celui dont on est parti, le nombre de voies de l'enroulement sera plus grand que 2 et on obtiendra un enroulement série-parallèle.

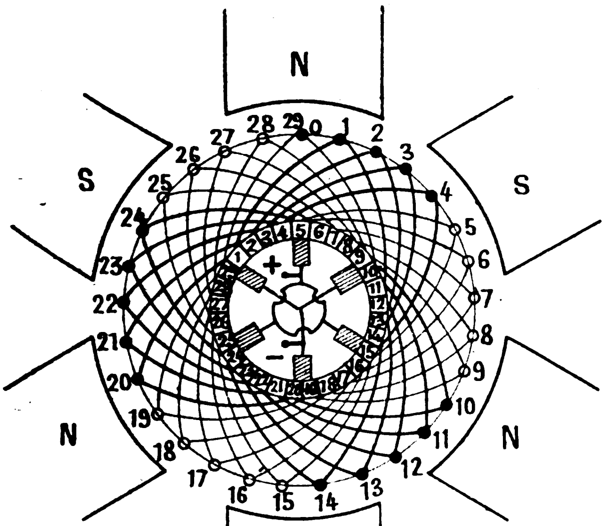


Fig. 2. — Enroulement tambour ondulé série ($2p = 6$, $2a = 2$, $s = 29$, $y = 10$).

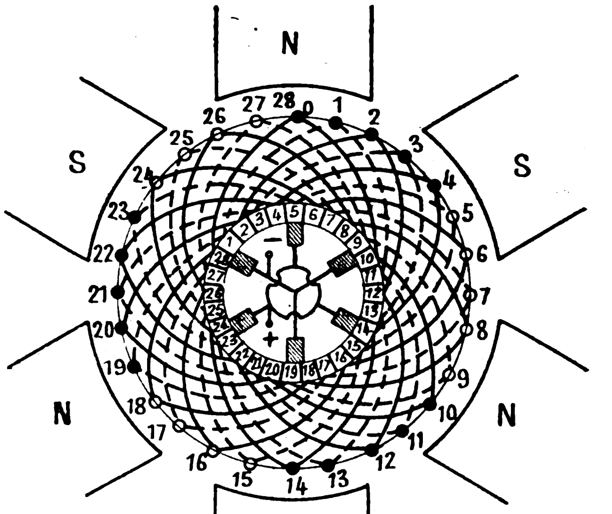


Fig. 3. — Enroulement tambour série-parallèle à fermeture double ($2p = 6$, $2a = 4$, $s = 28$, $y = 10$).

La figure 3 montre, suivant le mode de représentation de l'auteur, un enroulement série-parallèle à fermeture double, c'est-à-dire que l'enroulement se fermera quand on aura pris $\frac{s}{2}$ éléments. L'enroulement se compose donc de deux enroulements distincts comportant chacun deux voies d'enroulement, donc en tout quatre voies qui seront mises en parallèle par les balais.

Le nombre de ces derniers pourrait être réduit à 2, pourvu

Digitized by Google

que chaque balai soit assez large pour recueillir le courant des deux enroulements.

Si, après avoir formé les deux premières voies, on ne retombe pas sur l'élément dont on est parti, on arrivera forcément sur un élément contigu et, en continuant, on formera deux autres voies. Les quatre voies ainsi formées seront mises en parallèle comme dans le cas précédent. La figure 4 montre un enroulement série-parallèle à fermeture simple où $s = 25$, $y = 9$, $2p = 6$, $2a = 4$.

Cas général. — On peut choisir s et y de façon qu'après avoir pris un élément dans chaque groupe de même nom,

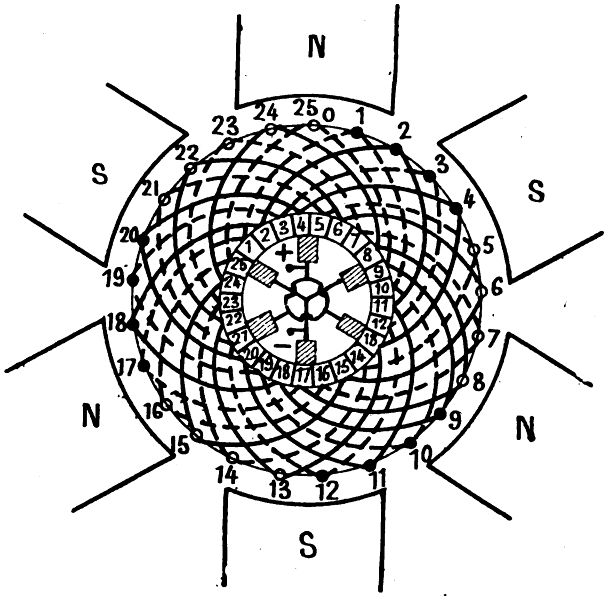


Fig. 4. — Enroulement tambour série-parallèle à fermeture simple ($2p = 6$, $2a = 4$, $s = 25$, $y = 9$).

on revienne à un élément du groupe dont on est parti, séparé du premier élément par a intervalles. Quand on aura constitué deux voies de nom contraire, on aura donc utilisé $\frac{s}{2}$ éléments.

1° Si, après avoir formé les deux premières voies, on revient à l'élément dont on est parti, on formera en tout a enroulements fermés comportant ensemble $2a$ voies; et l'enroulement ainsi constitué sera dit enroulement série-parallèle à $2a$ voies d'enroulement et à a fermetures;

2° Si l'enroulement ne se ferme que lorsqu'on a utilisé tous les éléments, on obtient un enroulement série-parallèle à fermeture simple comportant encore $2a$ voies d'enroulement;

3° Il peut arriver des cas où le nombre de fermetures est compris entre 1 et a. L'enroulement se ferme si les conditions suivantes de fermeture des enroulements ondulés sont remplies.

a) L'enroulement ondulé se ferme une fois lorsque y et a sont premiers entre eux. En particulier, l'enroulement série ne se fermera toujours qu'une fois, car $a = 1$.

b) L'enroulement ondulé se ferme d fois, c'est-à-dire est composé de d enroulements simples fermés, si y et a ont d pour plus grand commun diviseur.

c) Un enroulement ondulé peut être formé, au plus, de a enroulements fermés simples, tandis qu'un enroulement imbriqué peut être formé de y enroulements fermés simples (on peut remarquer que $a < y$).

Formules d'enroulements. — 1° *Enroulements imbriqués simples.* — On a dans ce cas

$$y = 1,$$
$$2a = 2p.$$

2° *Enroulements imbriqués multiples.* — Les formules sont les suivantes :

$$y > 1 \text{ et entier}$$
$$2a = 2py,$$

de plus, le nombre d'enroulements fermés qui composent l'enroulement total est égal à d, d étant le plus grand commun diviseur de s et de y.

3° *Enroulements ondulés série.* — On a alors la formule

$$py = s \pm 1 \quad \text{ou } y = \frac{s \pm 1}{p}.$$

Car, quand on a connecté p éléments, on a avancé p fois du pas y et on a fait le tour de l'armature $\pm$ un intervalle.

Cet enroulement ne se ferme qu'une fois.

4° *Enroulement série-parallèle.* — Quand on a connecté p éléments et fait le tour de l'armature, on retombe sur un élément séparé par a intervalles de celui dont on est parti. On a donc

$$py = s \pm a \quad \text{ou } y = \frac{s \pm a}{p}$$

a est le nombre de paires de voies d'enroulement.

L'enroulement sera simple si s et y ou y et a sont premiers entre eux, et composé de d enroulements fermés simples si s et y ou y et a ont un plus grand commun diviseur d.

Schéma équivalent. — Quoique la représentation imaginée par l'auteur soit beaucoup plus simple que celles qu'on utilise habituellement, elle est encore trop compliquée dans certains cas et, en particulier, lorsqu'il s'agit d'enroulements ondulés. On considère alors pour simplifier un enroulement imbriqué simple possédant les mêmes propriétés essentielles que l'enroulement à étudier; cet enroulement est dit : schéma équivalent de l'enroulement considéré.

Le schéma équivalent devra être constitué du même nombre d'éléments s que l'enroulement donné, il devra posséder le même nombre de voies $2a$, et, comme dans un enroulement imbriqué simple le nombre de voies est égal à celui des groupes et à celui des pôles, le nombre de pôles de l'enroulement équivalent sera également $2a$. Les éléments, le pas polaire, les pôles de cet enroulement auront les mêmes dimensions que ceux de l'enroulement donné. Mais les pôles étant au nombre de $2a$ au lieu de $2p$ les dimensions linéaires de l'armature seront réduites dans le rapport $\frac{a}{p}$.

Tous les éléments d'une même voie doivent se trouver sous un même pôle, mais occuper sous ce pôle la même position qu'ils occupent dans l'enroulement réel par rapport au pôle où ils se trouvent. La distance entre deux éléments voisins de l'enroulement équivalent sera $\frac{a}{p}$, c'est-à-dire $\frac{a}{p}$ de l'intervalle de l'enroulement donné. Le nombre d'éléments étant toujours s, il en résulte que la périphérie de l'arma-

Digitized by Google

ture dans l'enroulement équivalent est $\frac{a}{p}$ de celle de l'enroulement réel.

Le nombre de lames du collecteur ne sera pas modifié, le nombre de balais sera $2a$. Dans l'enroulement équivalent, on devra placer les unes à côté des autres les lames reliées aux éléments voisins et qui dans l'enroulement donné sont séparées les unes des autres. Mais, d'autre part, dans les deux cas, les mêmes éléments doivent être mis en court-circuit par les balais ; on devra donc, dans le schéma réduit, placer les unes à côté des autres les lames correspondant aux éléments voisins, tout en laissant voisines celles qui le sont déjà dans le schéma réel. Ceci conduit à avoir plusieurs rangées de lames, c'est-à-dire plusieurs collecteurs.

On démontre que :

1° Dans le schéma équivalent d'un enroulement imbriqué multiple avec $2py$ voies d'enroulements, on aura un seul collecteur y fois plus grand que celui du schéma réel et dont les lames, de mêmes dimensions que celles du schéma réel, seront réparties uniformément sur le collecteur. On aura alors entre deux lames un espace isolant égal à $(y-1)$ fois la longueur de l'une d'elles.

2° Dans le schéma équivalent d'un enroulement ondulé, on aura p' collecteurs, p' étant le numérateur de la fraction qu'on obtient en simplifiant le plus possible la fraction $\frac{p}{a}$. Les lames de ces collecteurs seront les mêmes que celles du collecteur réel, elles seront réparties uniformément en laissant au besoin des intervalles isolants.

Ce schéma présente certaines difficultés de tracé, aussi l'auteur indique la façon suivante d'obtenir un schéma équivalent simplifié.

Sur une circonférence de même diamètre que celle du schéma réel on répartit uniformément les s éléments de l'enroulement en laissant entre eux des intervalles égaux à ceux du schéma réel et en mettant côte à côte les éléments faisant partie de la même *voie*. On réunit ensuite entre eux les éléments voisins comme dans tout schéma imbriqué simple.

On représente sur le même schéma $2a$ pôles de largeurs $\frac{p}{a}$ fois plus grandes que ceux du schéma réel ; ensuite un collecteur formé par le même nombre de lames que le collecteur réel. Les lames voisines sont reliées aux éléments voisins et chaque lame porte le même numéro que l'élément qui la suit dans l'enroulement.

On ne peut représenter les balais, car ils mettraient en court-circuit des éléments qui ne le sont pas dans le schéma réel, on les remplace en joignant par des traits les lames qui, dans le schéma réel, sont réunis par les balais ou par les connexions qui existent entre les balais de même nom.

Nous donnons sur la figure 5, pour bien faire comprendre cette représentation, le schéma équivalent de l'enroulement série parallèle à fermeture double représenté déjà sur la figure 3.

Connexions équipotentielles. — Ces connexions, qui réunissent entre elles les lames du collecteur qui sont au même potentiel, sont faciles à déterminer, elles joignent entre elles les lames réunies aux éléments qui occupent la même place dans les voies de même nom.

Dans les enroulements tambour imbriqués simples, pour pouvoir trouver des lames exactement au même potentiel, il faut que tous les groupes aient le même nombre de lames, il en résulte que le nombre total de lames du collecteur, ou ce qui revient au même, que le nombre total d'éléments soit un multiple du nombre de paires de pôles p ou, plus brièvement, il faut que s soit divisible par p. Dans les enroulements imbriqués multiples, cette condition doit être remplie par chaque enroulement élémentaire. En pratique, on ne réunit ensemble que quelques-unes des lames voisines appartenant aux enroulements différents.

Dans les enroulements ondulés à entrée simple, on pourra

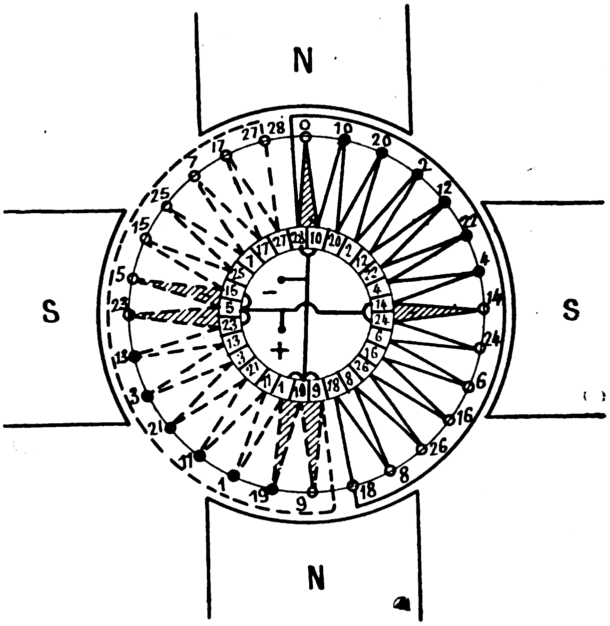


Fig. 5. — Schéma équivalent de l'enroulement série parallèle à fermeture double représenté par la figure 3.

se servir du schéma équivalent et réunir ensemble les lames reliées aux éléments occupant la même place dans les groupes de même nom de ce schéma.

Pour qu'il y ait des lames exactement au même potentiel, il faut que toutes les voies de même nom aient le même nombre d'éléments, c'est-à-dire que $\frac{s}{a}$ et $\frac{p}{a}$ doivent être des nombres entiers, dans ce cas l'enroulement est dit *symétrique*.

Dans le cas des enroulements ondulés à plusieurs entrées, on considère chaque enroulement composant comme un enroulement ondulé à fermeture simple.

Représentation complémentaire. — La représentation proposée par l'auteur a l'avantage d'être simple et de permettre de retrouver facilement les propriétés essentielles des enroulements. Mais elle ne permet pas de retrouver immédiatement certaines propriétés concernant le conducteur ou le faisceau induit et ne donne pas la largeur et la forme exacte d'un élément de bobinage.

Mais on retrouve facilement ces propriétés en représentant un certain nombre d'encoches et en y plaçant les conducteurs ou les faisceaux. On notera ces faisceaux par les mêmes nombres que les éléments, et on affectera, par exemple, de l'indice (') les faisceaux gauches, en regardant le collecteur, et de l'indice (") les faisceaux droits.

L'auteur indique un exemple qui facilite la compréhension de cette méthode.

Digitized by Google

Il propose également de dresser des *tableaux d'enroulements* qui peuvent compléter ou même remplacer les schémas.

Il marque dans ces tableaux :

1° Les éléments dans l'ordre suivant lequel on les connecte entre eux :

2° Les numéros des encoches occupées par les deux faisceaux qui constituent chaque élément ;

3° La place occupée par ces faisceaux dans l'encoche ;

4° Les lames du collecteur ;

5° Les éléments court-circuités par les balais.

Il termine en donnant un exemple d'application de ces tableaux et montre comment on peut les dresser sans avoir recours aux schémas d'enroulements.

H. C.

Résistance électrique du corps humain.

Les résultats des mesures de résistance du corps humain sont très différents: la résistance varie de 500 à 8 000 ohms et même plus ; d'après une note de M. le docteur W. Nixdorf, de Berlin, parue dans l'« Elektrizität » de Berlin et reproduite dans l'« Elektro industrie » du 15 septembre, les énormes différences entre les résultats sont dues à l'emploi de méthodes défectueuses et à ce que, quand on emploie du courant continu, la tension n'est pas toujours la même. Il peut résulter de l'emploi d'une tension continue trop élevée, des contractions musculaires et des excitations nerveuses, qui faussent les résultats.

Dans les essais qu'il a entrepris en collaboration avec le professeur Brandenburg, M. Nixdorf a obtenu des résultats qui concordent beaucoup plus entre eux ; les mesures ont été faites avec du courant continu et du courant alternatif ; dans les mesures à courant continu, la tension utilisée a été de 1 millivolt, qui correspond à celle du cœur.

Dans ces essais, le patient plongeait ses bras ou ses jambes dans de l'eau salée à la température du corps humain.

La résistance était mesurée, entre les bras, entre les jambes, entre un bras et une jambe, avec du courant continu dirigé dans un sens et dans l'autre, et avec du courant alternatif. Au bout de quinze jours, on répétait ces essais.

Dans les mesures avec courant alternatif, le fil d'équilibre du pont de Wheastone a été remplacé par une gouttière remplie d'une solution de sulfate de zinc, avec laquelle on percevait beaucoup mieux le minimum au téléphone.

La résistance mesurée avec du courant continu est plus grande qu'avec du courant alternatif, cela est dû à ce qu'il se produit dans le corps, qui n'est autre chose qu'un électrolyte, des forces contre-électromotrices.

A première vue, on pourrait croire que la résistance dépend de la longueur du parcours du courant dans le corps, mais beaucoup d'essais ont montré qu'elle ne dépend que de la nature de la peau.

Le tableau suivant donne les résultats de quelques-unes de ces mesures.

	COURANT CONTINU			COURANT ALTERNATIF		
	Résistance en ohms.		RAPPORT DES RÉSISTANCES	Résistance en ohms.		RAPPORT DES RÉSISTANCES
	de bras à bras	de jambe à jambe		de bras à bras	de jambe à jambe	
Homme sain âgé de 59 ans, habitant la campagne........	1 100	1 400	1 à 1,27	233	350	1 à 1,5
Femme ayant une maladie nerveuse......................	1 000	1 200	1 à 1,2	255	455	1 à 1,63
Diabétique..	1 500	1 700	1 à 1,3	284	434	1 à 1,53
Homme de 65 ans ayant eu une attaque..................	2 000	3 100	1 à 1,55	224	414	1 à 1,85
Homme ayant un ramollissement du cerveau...............	1 800	2 800	1 à 1,55	299	414	1 à 1,4
Id. Id.	1 400	1 400	1 à 1	270	480	1 à 1,3

On voit donc que les maladies ont une certaine influence sur la résistance du corps humain, mais il faudra naturellement étudier la question en détail, ce que fait M. Nixdorf. On pourra ensuite se servir de la résistance du corps comme diagnostique ou pour découvrir des simulations.

Quand le sujet a une appréhension, la résistance, mesurée avec du courant continu, est plus grande que quand il est ensuite tranquillisé, comme le montre l'exemple suivant, donné par M. Nixdorf.

Dans la première mesure, le sujet étant inquiet, la résistance trouvée avec du courant continu a été de :

1 700 ohms de bras à bras et de 1 500 ohms de jambe à jambe.

Dans des mesures ultérieures, le sujet étant tranquillisé, les résistances étaient de :

1 000 ohms de bras à bras et 1 200 ohms de jambe à jambe.

Dans les deux cas, avec le courant alternatif, on a obtenu les mêmes résultats :

255 ohms de bras à bras et 415 ohms de jambe à jambe.

F. L.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Aménagement d'ensemble de la vallée d'Aure et de la haute vallée d'Ossau

Dans un article récemment paru ici [1] et ayant pour objet : « L'utilisation rationnelle des chutes d'eau, pour la création d'usines hydro-électriques », M. Eydoux avait conclu que, pour tirer le meilleur parti possible des ressources hydrauliques d'une région, l'aménagement des chutes qu'il est possible d'y créer doit être subordonné à l'élaboration préalable d'un programme d'ensemble. Nous nous proposons, dans le présent article, de montrer comment nous avons, dans cet ordre d'idées, dressé à des fins bien différentes le programme d'aménagement hydraulique complet de deux importantes vallées des Pyrénées.

Conditions générales. — Si l'on étudie le régime actuel des cours d'eau, on constate que la puissance hydraulique qu'ils sont susceptibles de fournir et qui est proportionnelle à leur débit est très sensiblement constante pendant les différentes heures d'une même journée, mais varie, dans de grandes proportions, suivant les diverses périodes de l'année.

D'autre part, les usines que l'on peut avoir à établir se classent en deux catégories principales :

1° Les usines d'électrochimie ou d'électrométallurgie qui fonctionnent à charge très sensiblement constante pendant les vingt-quatre heures de la journée, mais qui peuvent supporter, par contre, d'importantes variations de la charge dans le courant de l'année ;

2° Les usines qui alimentent la plupart des réseaux de distribution et dont l'énergie est à peu près exclusivement utilisée pour l'éclairage, la traction ou la production de force motrice. Dans ces usines, la moyenne de la puissance journalière absorbée reste sensiblement constante aux diverses périodes de l'année, mais varie, par contre, dans de très fortes proportions avec les différentes heures de la journée.

Si donc on a à installer une usine de la première catégorie, point n'est besoin de se préoccuper de modifier le régime du cours d'eau. La charge de l'usine, par la variation du nombre de groupes mis en service, suivra les fluctuations de la puissance hydraulique disponible, car, en période de hautes eaux, on absorbera facilement la puissance supplémentaire par des fabrications en stock pour lesquelles une période de courte durée suffit, à condition que la fabrication soit suffisamment intensive, à amortir le matériel et à rémunérer le capital correspondant. Dans la pratique courante, on prévoit l'utilisation d'un débit très supérieur au débit d'étiage ; on armait, en général, ces usines, avant la guerre, pour le débit sur lequel on peut compter pendant au moins 180 jours par an ; soit ce que M. l'Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Tavernier, a très heureusement appelé le minimum semi-permanent ; actuellement, avec l'élévation du prix du charbon, cette limite remonte de plus en plus, et la tendance générale est d'équiper pour le débit sur lequel on peut compter pendant environ trois mois.

Pour ces usines, la question du bas prix de revient de l'énergie est une condition primordiale. Aussi, quoique la régularisation de la puissance dans l'année soit toujours désirable, il sera inutile, à moins de circonstances particulièrement favorables, de créer des réservoirs annuels, et on se dispensera, puisqu'on n'a pas à faire des pointes dans la journée, de construire des réservoirs journaliers ou de pointes, organes toujours coûteux et qui, en l'espèce, sont loin de s'imposer.

Par contre, pour des usines de la deuxième catégorie, il faudra, si l'on veut utiliser convenablement la puissance, modifier totalement le régime du cours d'eau :

1° Par la création de réservoirs annuels permettant de ramener à une valeur très sensiblement constante la puissance moyenne journellement disponible ;

2° Par la construction de réservoirs journaliers, permettant de répartir cette puissance moyenne, selon les besoins, aux diverses heures de la journée.

Les usines de cette catégorie seront donc, en général, d'un prix de revient beaucoup plus élevé, mais en revanche l'énergie qu'elles produisent se vend beaucoup plus cher, car il est universellement admis qu'une chute ou un ensemble de chutes a d'autant plus de valeur que la courbe des puissances moyennes journalières fournies dans le cours d'une année se rapproche davantage d'une droite d'ordonnée constante, surtout lorsque l'énergie produite est en majeure partie destinée à alimenter un réseau de traction, d'éclairage ou de force motrice.

Nous avons d'ailleurs envisagé, dans ce qui précède, les cas extrêmes ; il est évident qu'on pourra créer des usines intermédiaires à celles que nous venons d'indiquer, soit, pour les usines sans aucune régularisation, en ven-

[1] Voir *Revue générale de l'Electricité*, 2 juin 1917, t. I, p. 857-862.

Digitized by Google

dant la partie constante de la puissance, comme énergie à prix élevé, soit, pour les usines régularisées, en vendant à bas prix l'énergie de hautes eaux (car la régularisation ne peut jamais être absolument complète) pour des fabrications en stock.

Suivant les cas, l'une ou l'autre des deux tendances pourra prédominer, mais il paraît toujours d'une bonne économie de ne jamais négliger complètement l'une aux dépens de l'autre.

Nous allons maintenant, comme nous l'avons dit au début, donner un exemple concret de l'aménagement hydraulique de toute une région dans chacun de ces deux cas, mais, en ce qui concerne le second, nous insisterons uniquement, pour rester dans le cadre d'ensemble que nous nous sommes tracé, sur la régularisation de la puissance à fournir dans le cours de l'année par usines hydrauliques de secours établies sur réservoirs annuels et nous laisserons de côté, pour le moment, la constitution des réservoirs de pointe qui sont des cas plus particuliers et n'intéressent pas la conjugaison d'ensemble.

A. — Usines utilisant le débit naturel des cours d'eau dans l'année avec consommation constante dans le courant de la journée.

Aménagement de la vallée d'Aure (Hautes-Pyrénées).

Ces usines devront simplement être établies en utilisant au mieux les chutes qu'il est possible de créer en suivant les principes indiqués aux premier et deuxième paragraphes de l'article de M. Eydoux que nous avons déjà cité.

Nous prendrons comme exemple la vallée d'Aure, en amont d'Arreau, où existe déjà l'usine d'Eget que construit la Compagnie du Midi pour l'électrification de son réseau [1] et dont le reste va être aménagé par la Société minière et métallurgique de Peñarroya en vue d'alimenter des usines électrochimiques et électrométallurgiques.

I. — **Description géographique** (fig. 1). — La vallée d'Aure qui se termine à Arreau est contiguë à l'Est à la vallée du Louron ; elle est limitée au Sud par la haute chaîne qui forme la frontière franco-espagnole et à l'Ouest par les crêtes qui la séparent, dans la partie méridionale, de la haute vallée du Gave de Pau et, dans la partie septentrionale, de la haute vallée de l'Adour.

En allant de l'aval vers l'amont, on trouve d'abord, sur 11 km environ, d'Arreau à Saint-Lary, une partie à pente relativement faible (Arreau est à la cote 700 et Saint-Lary à la cote 820 environ) ne recevant sur la rive gauche que deux vallées secondaires, celles des ruisseaux de Lavedan et d'Espiaube, orientées toutes deux, en allant de l'aval vers l'amont, sensiblement Est-Ouest.

A partir de Saint-Lary, la pente augmente, la vallée se rétrécit, et sa direction devient sensiblement Sud-Est-Nord-Ouest jusqu'à Eget, à 6 km en amont de Saint-Lary, où on atteint déjà la cote 1010. En ce point, se trouve la puissante usine d'Eget, appartenant à la Compagnie des Chemins de fer du Midi et dont nous venons de parler.

Entre Saint-Lary et Eget, débouchent sur la rive droite l'importante vallée du Rioumajou, orientée très sensiblement Nord-Sud et un vallon secondaire, celui du ruisseau de Lassas, de même orientation que le Rioumajou.

A partir d'Eget et jusqu'à Fabian, la vallée devient nettement une vallée de haute montagne à très forte pente orientée nettement Est-Ouest.

Le seul affluent de la Neste entre ces deux points est l'important ruisseau du Moudang.

A Fabian, point où se termine la vallée d'Aure proprement dite, viennent converger les deux vallées des Nestes de Couplan et d'Aragnouet.

Si la Neste d'Aragnouet, formée elle-même par les ruisseaux de Badet, de Géla et de Saux, ne présente rien de particulier, la Neste de Couplan, au contraire, possède dans sa partie haute un certain nombre de lacs importants qui sont, d'une part :

Les lacs d'Oredon, de Capdelong, d'Aumar et d'Auber, aménagés en réservoirs par le Service de l'Hydraulique agricole et dont l'ensemble représente une capacité de 19 000 000 m³ environ, et, d'autre part :

Le lac artificiel de l'Oule de 6 500 000 m³ de capacité créé spécialement pour régulariser le débit du ruisseau de l'Oule, lequel alimente l'usine d'Eget de la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

Cette situation est particulièrement avantageuse au point de vue de la création des usines hydro-électriques, et la Compagnie du Midi en a su tirer un précieux avantage en dérivant dans le canal d'amenée de son usine d'Eget les eaux de l'émissaire du lac d'Oredon dont le débit est réglé par le jeu des robinets de lacs dont nous avons parlé.

Bien que le jeu des robinets des réservoirs autres que celui de l'Oule soit uniquement subordonné aux besoins de l'agriculture et non à ceux de l'industrie, il n'en est pas moins vrai qu'il y a là une source de régularisation importante dont les usines de la vallée sont appelées à bénéficier, puisque les besoins de l'agriculture correspondent aux époques des basses eaux.

II. — **Régime hydrologique de la vallée de la Neste**. — Le Service des Grandes Forces hydrauliques dans la région des Pyrénées a installé dans la région considérée un certain nombre de stations de jaugeage ; malheureusement, il résulte des vérifications faites, que les jaugeages, aussi bien que les lectures des hauteurs d'eaux aux échelles, ont été faits, par suite de circonstances que nous ignorons, dans des conditions qui ne permettent d'en déduire qu'un fort petit nombre de résultats précis.

Nous avons dû dans ces conditions procéder surtout par analogie avec des vallées voisines, semblablement

[1] Voir *Revue générale de l'Electricité*, 24 février 1917, t. 1, p. 298-301.

Digitized by Google

situées et pour lesquelles nous avions des renseignements beaucoup plus précis.

Ayant eu, vers 1907, à propos d'études faites pour l'usine de Soulom, à définir le régime des Gaves de Pau et de Cauterets, M. Eydoux s'était servi de résultats antérieurs qu'il possédait pour la vallée de la Neste, et

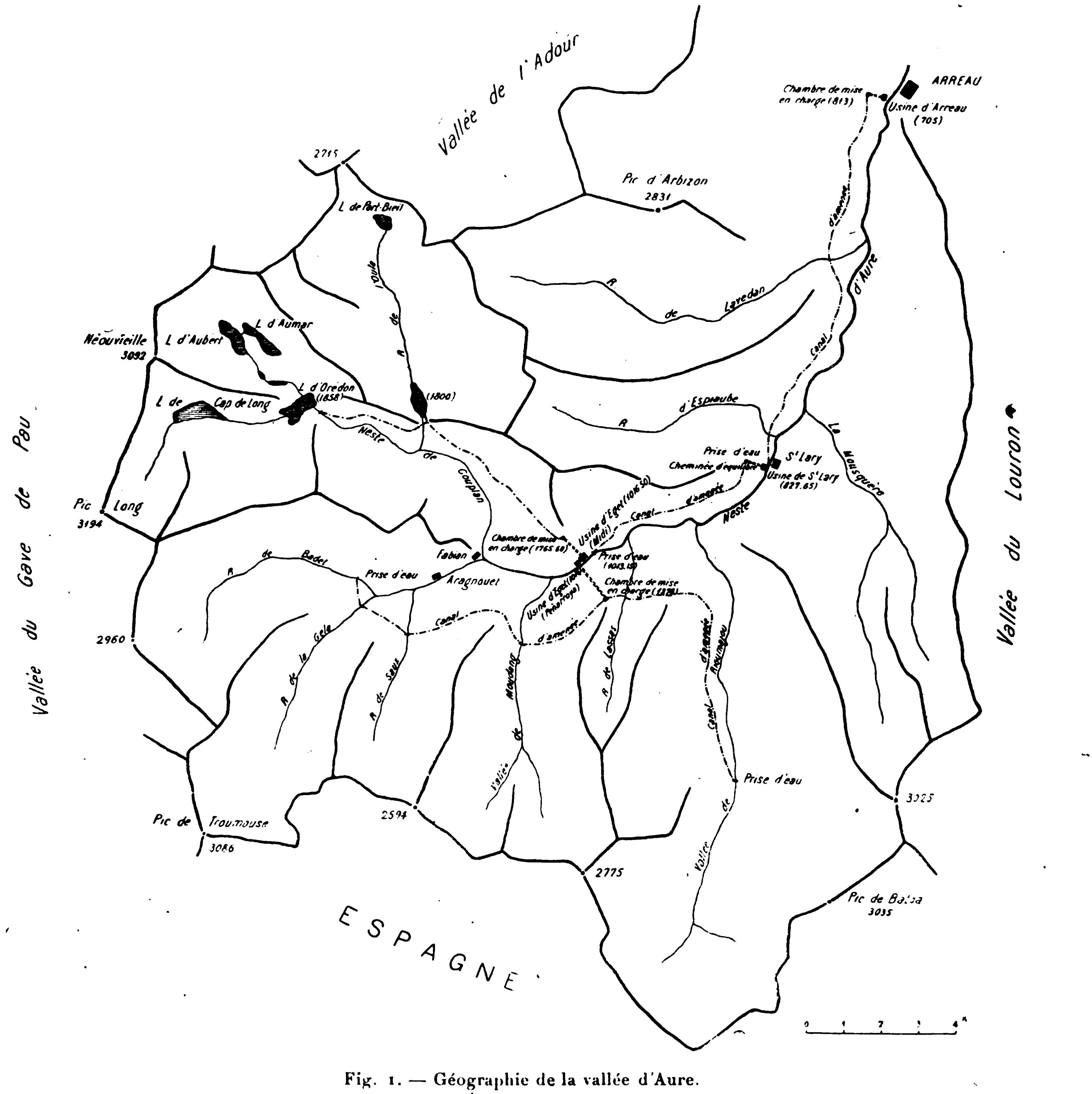


Fig. 1. — Géographie de la vallée d'Aure.

avait déjà procédé par analogie en tenant compte des deux lois générales ci-après :

1° Dans la région pyrénéenne et dans des conditions géographiques égales, un bassin donne un débit moyen d'autant plus grand qu'il est plus près de l'Océan et que son altitude est plus élevée ;

2° Si l'on considère deux bassins de superficie et d'altitude égales, l'un ouvert vers le Nord ou le Nord-Ouest, l'autre vers le Nord-Est ou l'Est, le mieux alimenté et de beaucoup, car ce chiffre peut aller parfois dans le rapport de 1 à 2, est celui qui est orienté vers le Nord ou le Nord-Ouest.

Digitized by Google

Ce fait extrêmement important résulte de ce que les nuages sont toujours amenés par les bourrasques d'outre-Atlantique et que ceux-ci, entrant facilement dans la vallée orientée Nord-Ouest, se condensent et se résolvent en pluie ou en neige, en arrivant aux hautes crêtes qui le limitent, amenant ainsi une bonne alimentation en eau tandis qu'au contraire il en passe beaucoup moins dans la vallée orientée Nord-Est ou Est qui lui est juxtaposée. On comprend ainsi l'importance de l'orientation des vallées.

Ceci posé, les conclusions que M. Eydoux avait tirées pour les vallées des Gaves, des résultats que l'on possédait sur la vallée de la Neste, se sont trouvées entièrement vérifiées par les jaugeages systématiquement poursuivis depuis aux prises d'eau de l'usine de Soulom, avec cette seule restriction, toutefois, que, par mesure de prudence, on était toujours resté plutôt en dessous de la vérité.

De jaugeages ainsi exécutés sur les vallées des Gaves, nous avons, par une réciprocité toute naturelle et avec une précision plus grande, déduit, avec une approximation très suffisante en pareille matière, les débits que l'on peut escompter pour les diverses vallées entrant dans la constitution du bassin de la Neste d'Aure.

Avant de définir ces débits, nous rappellerons que l'on désigne par :

Débit caractéristique d'étiage (D. C. E.) le débit au-dessous duquel un cours d'eau ne descend pas normalement plus de dix jours par an.

Débit caractéristique moyen (D. C. M.) celui au-dessous duquel le cours d'eau ne descend pas normalement plus de cent quatre-vingts jours par an.

Débit caractéristique de neuf mois (D. C. 9) celui au-dessous duquel le cours d'eau ne descend pas normalement pendant plus de quatre-vingt-dix jours par an.

On définirait de même, et cela est à envisager pour des usines devant fabriquer des stocks, le débit caractéristique de trois mois, celui au-dessus duquel le débit se maintient au moins quatre-vingt-dix jours par an.

Les débits, exprimés en litres par seconde et par kilomètre carré de bassin versant, auxquels nous sommes arrivés, sont les suivants :

1° Partie haute de la Vallée :

D.C.E	12	l : sec.
D.C.9	25	Id.
D.C.M	36	Id.
D.C.3	58	Id.

2° Partie d'altitude moyenne de la Vallée :

D.C.E	10	l : sec.
D.C.9	24	Id.
D.C.M	34	Id.
D.C.3	55	Id.

3° Partie basse de la Vallée :

D.C.E	10	l : sec.
D.C.9	22	Id.
D.C.M	30	Id.
D.C.3	45	Id.

III. — **Emplacement et consistance des usines à créer dans la haute vallée d'Aure.** — En dehors de l'usine d'Eget, actuellement en construction pour l'électrification du réseau du Midi, les usines que l'on peut créer dans cette vallée sont au nombre de trois, placées en échelon l'une au-dessous de l'autre.

Nous les définirons successivement en descendant de l'amont vers l'aval.

1° Usine haute ou d'Eget (Peñarroya). — Par un canal situé sur la rive de la Neste, et suivant à peu près la cote 1385, on recueillera successivement, en allant de l'Ouest vers l'Est, les eaux des bassins supérieurs de Badet, de la Géla, de Saux, du Moudang et du Rioumajou.

La superficie des bassins versants utilisés est de 115 km² environ ; d'après les chiffres indiqués plus haut, les débits totaux, utilisables dans cette usine, peuvent donc être évalués comme suit :

D.C.E	1 380
D.C.3	3 875
D.C.M	4 140
D.C.9	6 600

La seule particularité de cette usine est que le canal d'amenée, qui joue en réalité le rôle d'un collecteur, a un très grand développement. Cette disposition, que M. Eydoux avait indiquée dans son article précité, doit être employée dans bien des cas si l'on veut réaliser des chutes puissantes avec une utilisation rationnelle de la puissance hydraulique disponible.

Le bâtiment d'usine sera établi à la cote 1013 environ, et la chute nette ainsi réalisée atteindra 350 m environ.

L'armement de l'usine sera constitué par quatre groupes de 5750 poncelets chacun, nets à l'entrée des turbines, ou 4250 kw aux bornes des alternateurs et la puissance moyenne annuelle de

$$\frac{350 \times 3}{12 \times 100} \cdot \left[6600 + \frac{6600 + 4140}{2} + \frac{4140 + 3875}{2} + \frac{3875 + 1380}{2} \right] = 15\,400$$

poncelets ou 11 400 kw environ aux bornes des alternateurs avec un maximum de 17 000 kw et un minimum de très courte durée de 3600 kw.

2° Usine intermédiaire ou de Saint-Lary. — Cette usine, dont les travaux sont actuellement en cours d'exécution, a sa prise d'eau sur la Neste, immédiatement à l'aval de l'usine précédente à la cote 1011 environ. D'autre part, les dispositions de la prise ont été étudiées de manière que les eaux déjà décantées de l'usine d'Eget (Peñarroya) et de l'usine d'Eget (Midi) puissent être envoyées directement dans le canal d'amenée.

Cette disposition, outre qu'elle permet de conserver aux eaux venant de ces deux usines leur pureté, a l'avantage de ne laisser perdre aucune fraction de chute disponible.

Dans ces conditions, les débits que l'on peut escompter pour cette usine comprennent :

1° Les eaux de fuite de l'usine d'Eget (Midi) que l'on

Digitized by Google

peut évaluer à 1 500 l en basses eaux, à 2 000 l en eaux moyennes et à 2 500 l pendant six mois;

2° Les eaux de fuite de l'usine d'Eget (Peñarroya) que nous avons évaluées au paragraphe précédent;

3° Les eaux du bassin moyen de la Vallée dont la superficie utile est de 67 km², ce qui représente un débit total utilisable ainsi défini :

D.C.E	670
D.C.9	1 605
D.C.M	2 280
D.C.3	3 700

D'où, au total pour l'usine, les débits ci-après :

D.C.E	1 500 + 1 380 + 670 = 3 550
D.C.9	2 000 + 2 875 + 1 605 = 6 480
D.C.M	2 500 + 4 140 + 2 280 = 8 920
D.C.3	2 500 + 7 000 + 3 700 = 13 200

Il est à remarquer, à propos de cette usine, que le débit du canal de fuite de l'usine d'Eget (Midi), usine de traction, est très irrégulier dans la journée, ce qui pourrait constituer pour l'usine de Saint-Lary une gêne considérable; aussi a-t-on songé à créer en amont des conduites forcées une réserve de 15000 m³ environ destinée à compenser l'effet perturbateur de l'usine d'Eget (Midi).

Cette réserve a été constituée, partie à ciel ouvert par un réservoir de 11000 m³ de capacité, situé à l'origine du canal d'amenée, partie en souterrain, dans le canal d'amenée lui-même prévu comme devant fonctionner en charge et dont la section a été calculée pour permettre un emmagasinement supplémentaire de 4000 m³, ce qui donne bien au total les 15000 m³ indiqués plus haut.

Le bâtiment d'usine sera établi à la cote 827 environ et la chute nette réalisée sera de 172 m.

L'usine sera armée de 4 groupes de 5750 poncelets chacun, nets à l'entrée, ou 4250 kw aux bornes, et la puissance moyenne annuelle sera de

$$\frac{172 \times 3}{12 \times 100}\left[13\,200+\frac{13\,200+8\,920}{2}+\frac{8\,920+6\,480}{2}+\frac{6\,480+3\,550}{2}\right]$$
$$= 15\,800 \text{ poncelets.}$$

ou 11700 kw environ aux bornes des alternateurs avec un maximum de 17000 kw et un minimum de très courte durée de 4700 kw.

3° Usine inférieure ou d'Arreau. — Cette usine aura également sa prise d'eau sur la Neste, sensiblement à hauteur de l'usine précédente, à la cote 825 environ, et la prise sera de même étudiée de manière à recueillir directement les eaux décantées du canal de fuite de l'usine précédente.

Dans ces conditions, les débits que l'on peut songer à utiliser sont les suivants :

1° Débit du canal de fuite de l'usine de Saint-Lary défini au paragraphe précédent;

2° Débit du bassin inférieur de la Vallée, y compris les bassins des ruisseaux d'Espiaube et du Lavedan, que l'on captera au passage et dont la superficie totale utile est de 70 km² environ.

Ce débit est défini ci-après :

D.C.E	700
D.C.9	1 440
D.C.M	2 100
D.C.3	3 500

Et le débit total utilisable à l'usine sera le suivant :

D.C.E	3 550 + 700 = 4 250
D.C.9	6 480 + 1 440 = 7 920
D.C.M	8 920 + 2 100 = 11 020
D.C.3	13 200 + 3 100 = 16 400

Le bâtiment d'usine sera établi à la cote 705 environ, un peu en amont du village d'Arreau, et la chute nette réalisée sera de 105 m environ.

L'usine sera armée de 3 groupes de 5750 poncelets chacun, nets à l'entrée, ou 4250 kw aux bornes, et la puissance moyenne annuelle sera de

$$\frac{105 \times 3}{12 \times 100}\left[16\,400+\frac{16\,400+11\,020}{2}+\frac{11\,020+7\,920}{2}+\frac{7\,920+4\,250}{2}\right]$$
$$= 12\,000 \text{ poncelets.}$$

ou 8900 kw environ aux bornes des alternateurs avec un maximum de 12700 kw et un minimum de très courte durée de 3300 kw.

L'usine d'Eget (Midi) représentant une puissance moyenne de 11000 kw, l'aménagement d'ensemble de cette vallée donne donc une puissance moyenne totale de 43000 kw, dont 32000 kw pour les trois usines de la Société de Peñarroya.

La superficie totale des bassins utilisés étant de 310 km², on voit que l'on obtient, dans cette région de haute altitude et par son utilisation totale, une puissance totale de 140 kw : km².

B. — Usines ou groupes d'usines fournissant une puissance constante dans l'année mais variable dans la journée.

Aménagement de la haute vallée d'Ossau (Basses-Pyrénées.)

Ces usines ou groupes d'usines doivent être étudiés dans un esprit tout différent et nous verrons, à propos du projet d'aménagement des chutes de la vallée d'Ossau pour l'électrification du réseau du Midi, comment on peut arriver à disposer d'une puissance très sensiblement constante dans le cours de l'année, sans l'intervention d'usines thermiques de secours, grâce à l'utilisation d'un réservoir annuel de capacité convenable.

Si on n'envisage qu'une seule chute et qu'on veuille régulariser la courbe des puissances uniquement par le jeu des réservoirs, le problème que l'on a à résoudre revient, puisque la puissance est proportionnelle au débit, à celui de la régularisation du débit lui-même du cours d'eau.

Digitized by Google

Divers auteurs se sont déjà occupés de cette question de manière très complète, et nous ne pensons pas qu'il y ait lieu d'y revenir (1).

Mais nous pensons avoir fait un pas de plus dans cette voie en faisant porter systématiquement la régularisation, non plus sur le débit d'un cours d'eau, mais sur la puissance totale que l'on peut tirer du cours d'eau et de ses affluents.

Cette distinction s'impose. En effet, la quantité d'eau nécessaire pour fournir un appoint déterminé de puissance diminuant avec la hauteur de chute sous laquelle l'eau est utilisée, on conçoit que, par un choix judicieux et une utilisation rationnelle des chutes, on pourra, avec un même cube de réserves, obtenir un effet de régularisation plus marqué.

Nous allons montrer dans la suite du présent article comment, à l'aide d'épures très simples, nous avons fait application de ces principes généraux dans l'étude de l'aménagement hydraulique de la haute vallée d'Ossau.

Auparavant, nous donnerons quelques explications générales sur la façon d'établir ces épures.

I. — **Courbes des débits cumulés**.

— Cette représentation graphique, qui n'est pas nouvelle (2), nous a paru se prêter d'une façon remarquable à ce genre d'études.

Soit A B C D (fig. 2) la courbe des débits instantanés

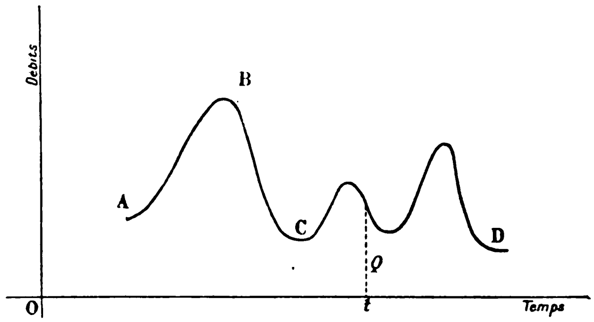


Fig. 2. — Courbe des débits instantanés d'un cours en fonction du temps.

d'un cours d'eau, la courbe des débits cumulés M N P Q (fig. 3) est celle dont l'ordonnée en chaque point est définie, en fonction du temps et du débit instantané Q, par l'expression

$$y = \int_{t_0}^{t} Q \, dt,$$

ce que l'on peut traduire en langage ordinaire en disant qu'une ordonnée quelconque P p de cette courbe représente, à l'échelle adoptée, le volume total de l'eau passé entre les temps t_0 et t_1 au point où ont été mesurés les débits ; d'où le nom de courbe des débits cumulés.

D'autre part, le coefficient angulaire de la tangente à cette courbe en un point quelconque N, représente le débit instantané du cours d'eau au moment correspondant, car l'on a $\frac{dy}{dt} = Q$ et on obtient le débit moyen entre deux instants t_0 et t_1 en prenant le coefficient angulaire $\frac{Pp}{t_1 - t_0}$ de la droite M P (voir fig. 3).

Cela posé, pour montrer tout le parti qu'on peut tirer

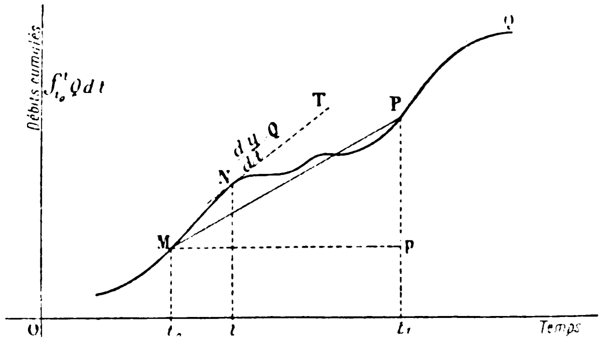


Fig. 3 — Courbes des débits cumulés en fonction du temps.

de cette courbe, nous allons résoudre un premier problème simple, savoir la régularisation du débit d'un cours d'eau en calculant la capacité à donner à un réservoir pour obtenir ce résultat ; proposons-nous d'étudier, à titre d'exemple, la régularisation du débit de l'émissaire du lac d'Artouste situé dans la haute vallée d'Ossau, d'après les relevés de débit exécutés au déversoir naturel du lac.

Construisons (fig. 4) la courbe des débits cumulés pour des périodes successives allant du 1er mai au 31 avril de l'année suivante (1).

On voit tout de suite sur cette courbe que, pendant l'année 1912-1913, le cube total de l'eau passée au déversoir du lac a été de 15 500 000 m³, correspondant à un débit moyen de 485 litres environ.

Supposons le lac aménagé en réservoir. Dans une première période, allant du 1er mai au 1er juillet, les débits naturels du bassin étant supérieurs au débit moyen de l'émissaire, on aurait eu accumulation d'eau dans le lac. A partir de ce moment et pendant la deuxième période de l'année, l'inverse se serait produit et le débit moyen

(1) Voir Lévy-Salvador. *R. G. E.*, 17 février 1917, t. I, p. 253-266. — Malterre. *Service des Grandes Forces hydrauliques, région du Sud-Ouest*, t. I, p. 64 sqq.

(2) Malterre. *Loc. cit.* Ce procédé a d'ailleurs été employé pour la première fois par M. Pendaries, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, dans les premières études faites pour la création d'une usine utilisant l'étang de Lanoux (Pyrénées-Orientales).

(1) On fait choix en général de cette origine pour l'étude des réservoirs en haute montagne, parce qu'elle fait partir les études de régularisation du moment où les réservoirs, généralement vides après l'étiage d'hiver, vont de nouveau se remplir au moment de la fonte des neiges, mais on peut aussi prendre une origine postérieure à la fonte des neiges de manière à faire partir l'étude de la régularisation du moment où les réservoirs sont pleins, ainsi que nous le verrons plus loin à propos de l'étude de la conjugaison des usines de la haute vallée d'Ossau.

Digitized by Google

n'aurait pu être maintenu qu'en faisant appel aux réserves accumulées dans le lac. Le cube minimum des réserves nécessaires se détermine en mesurant l'ordonnée comprise entre les deux tangentes extrêmes à la courbe parallèles à la ligne de débit moyen. Il aurait été, cette année-là, de 4 500 000 m³ environ.

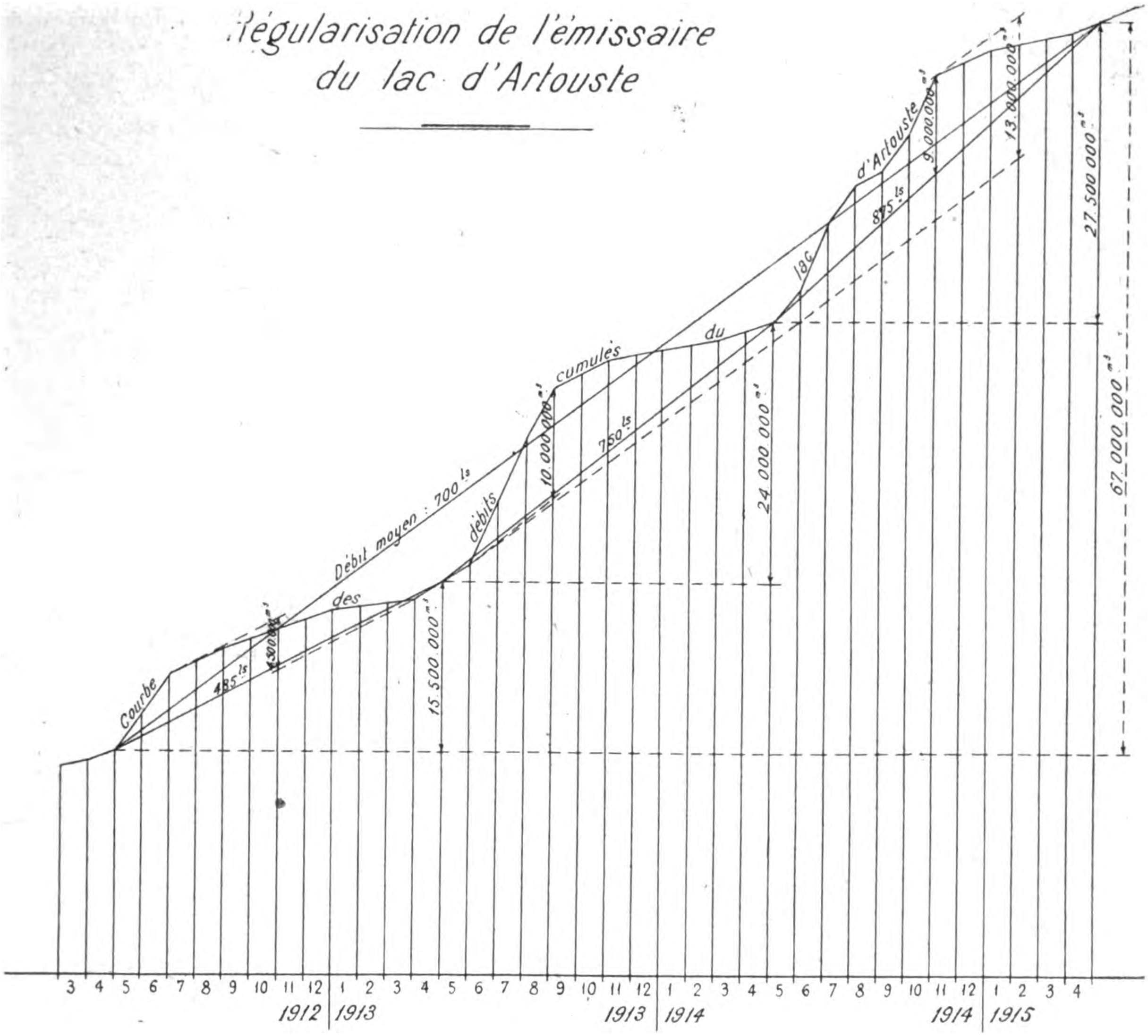


Fig. 4. — Courbes des débits cumulés de l'émissaire du lac d'Artouste pour une période de trois années.

En considérant successivement les diverses années pour lesquelles les débits ont été relevés, on obtient le tableau ci-après :

Tableau I.

ANNÉES	DÉBIT TOTAL	DÉBIT MOYEN	CAPACITÉ A DONNER AU RÉSERVOIR
1912-1913	15 500 000	485	4 500 000 m³
1913-1914	24 000 000	750	10 000 000
1914-1915	27 500 000	875	9 000 000
1912-1915	67 000 000	700	13 000 000

On peut ainsi, année par année, se faire une première idée du fonctionnement du réservoir. Mais, en pratique, la question doit être envisagée autrement car il n'est pas possible de savoir à l'avance quel sera, pour l'année, le cube total des apports, de manière à régler en conséquence le débit et d'ailleurs, ce qu'il est intéressant d'obtenir, ce n'est pas le débit moyen, correspondant au cube total des précipitations de l'année en cours, mais le débit moyen correspondant à une très longue période et qui celui que l'on doit pouvoir assurer indéfiniment.

Il faudra donc, en se basant sur les années où les débits sont connus, faire choix de ce débit moyen, qu'à de rares exceptions près on s'efforcera d'obtenir indéfiniment.

Digitized by Google

Ce choix est immédiat, si l'on dispose de la courbe des débits cumulés pour une assez longue période. Il suffit d'appliquer la méthode ci-dessus en bloc à toute la période au lieu de la restreindre à une année.

On voit ainsi que, de 1912 à 1915, il est passé au déversoir du lac environ 67 000 000 m³, correspondant à un débit moyen de 700 litres et que la capacité qu'il conviendrait de donner au réservoir pour obtenir la régularisation serait de 13 000 000 m³ environ.

En pratique, pour tenir compte des infiltrations et de l'évaporation, il ne serait pas prudent de compter sur un débit moyen effectif de plus de 650 litres, tout en donnant au réservoir une capacité de 13 000 000 m³.

Il convient de remarquer que, ainsi envisagée, la

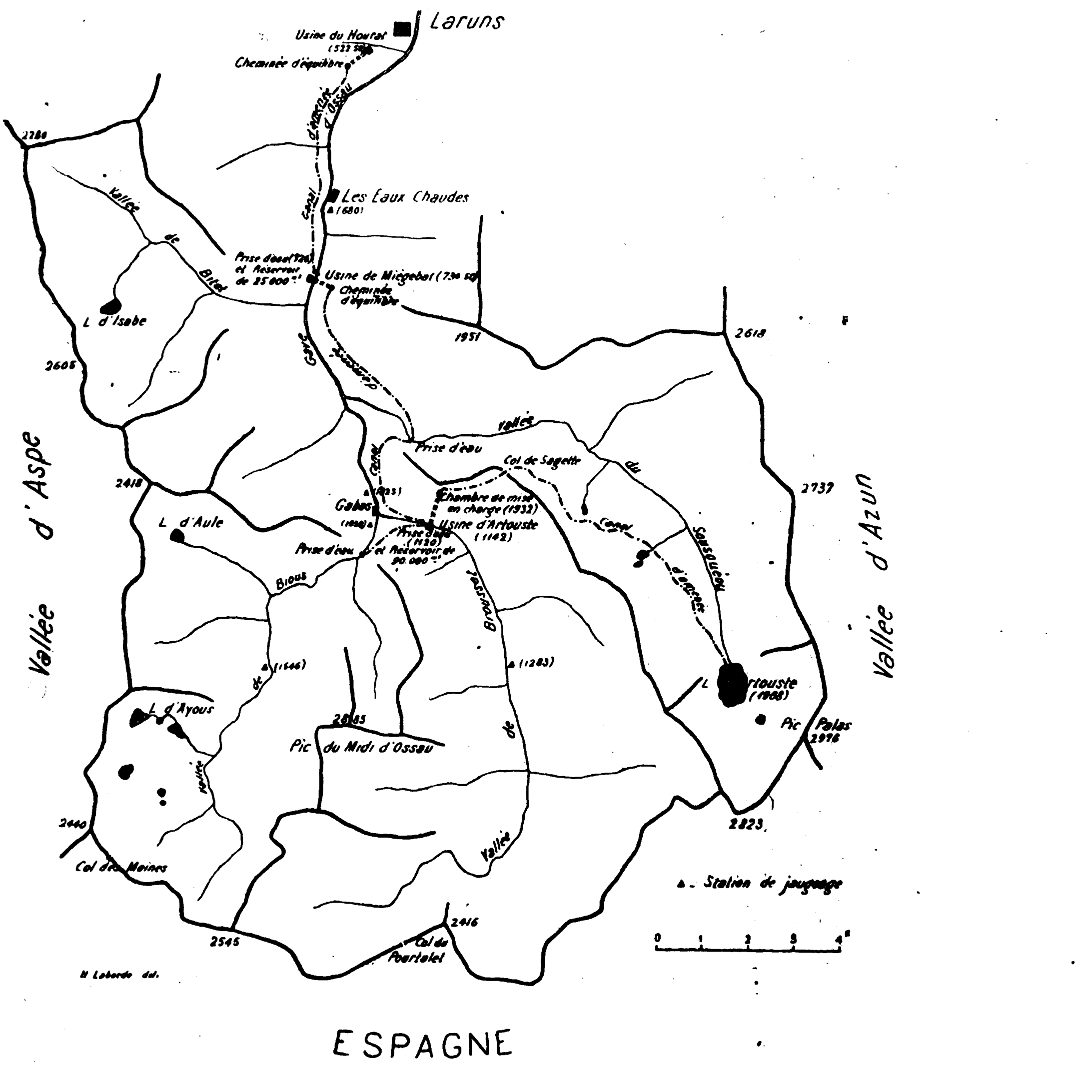


Fig. 5. — Géographie de la haute vallée d'Ossau.

régularisation comporte implicitement des reports d'emmagasinement, à longue échéance, des années pluvieuses aux années exceptionnellement sèches. En pratique, ces reports se font automatiquement sans autre inconvénient que de nécessiter une plus grande capacité pour le réservoir régulateur, ainsi que nous avons pu le constater à propos de l'exemple étudié du lac d'Artouste.

On voit, par cet exemple, comme cette méthode simplifie la solution des problèmes relatifs aux réservoirs. Nous allons maintenant, comme nous l'avons indiqué plus haut, en faire application à un problème plus complexe, savoir l'étude complète de l'aménagement hydraulique de la haute vallée d'Ossau.

II. — Étude hydraulique de la haute vallée d'Ossau — Description géographique.

— La haute vallée d'Ossau, figurée au croquis (fig. 5) est comprise entre les gorges du Hourat, un peu en amont du village de Laruns et la frontière franco-espagnole.

Elle est limitée au Sud, à l'Est et à l'Ouest par

Digitized by Google

des crêtes dont l'altitude moyenne dépasse 2 300 m.

Le Gave d'Ossau qui coule dans cette vallée est formé, au hameau de Gabas, par la jonction du Gave de Brousset, qui prend naissance aux environs du col du Pourtalet et du Gave de Bious, qui a sa source près du col des Moines.

Sur la rive droite, son seul affluent important est le Gave du Sousouéou, qui prend sa source au lac d'Artouste à la cote 1 968,60.

Ce lac, de haute altitude, de 45 hectares de superficie, est alimenté lui-même par un bassin versant de 7 km², extrêmement favorisé au point de vue des précipitations atmosphériques en raison de son orientation et de la ceinture de hautes montagnes qui l'entourent. Nous verrons par la suite quel parti on peut en tirer comme réservoir régulateur.

Sur la rive gauche, on trouve, comme affluent intéressant, le ruisseau de Bitet.

La haute vallée d'Ossau est donc, au point de vue qui nous occupe, constituée par les bassins partiels définis ci-après :

1° *Bassin d'Artouste*. — Superficie au-dessus de la cote (1 968,68), 7 km²;

2° *Bassin de Brousset*. — Superficie au-dessus de la cote (1 130,00), 54 km²;

3° *Bassin de Bious*. — Superficie au-dessus de la cote (1 132,00), 37 km²;

4° *Bassin du Sousouéou*. — Superficie au-dessus de la cote (1 130,00) et déduction faite du bassin d'Artouste, 36 km²;

5° *Bassin inférieur de l'Ossau*. — Superficie au-dessus de la cote (730,00) et déduction faite des bassins précédents, 50 km².

III. — **Répartition des chutes**. — En raison de la très grande différence d'altitude des bassins extrêmes, savoir : bassin d'Artouste, cote moyenne (2000) et bassin inférieur de l'Ossau, cote moyenne (800), l'utilisation complète et rationnelle des ressources hydrauliques ne peut se faire que par un système d'usines en échelon, convenablement conjuguées. D'autre part, l'extrême variation des débits suivant les diverses périodes de l'année exige, si l'on veut disposer d'une puissance aussi constante que possible, la création de réserves annuelles.

La répartition envisagée dans ce but et qui comporte la création de trois usines superposées est la suivante :

1° Usine supérieure ou d'Artouste. — Installée à la cote 1 200 m environ, en amont du hameau de Gabas, près de la route nationale n° 134 *bis*, elle utilisera les eaux de l'émissaire du lac d'Artouste, aménagé en réservoir annuel.

2° Usine intermédiaire ou de Miegebat. — Installée au lieu dit « Miegebat », près de la route nationale n° 134 *bis* à 6,500 km environ, en aval du hameau de Gabas, elle utilisera :

a) Les eaux du canal de fuite de l'usine supérieure ;

b) Les eaux du bassin de Bious;

c) Les eaux du bassin de Brousset;

d) Les eaux du bassin de Sousouéou.

3° Usine inférieure ou du Hourat. — Installée au pied des gorges du Hourat près de la route nationale n° 134 *bis* à 1 km environ, en amont du village de Laruns, elle utilisera :

a) Les eaux du canal de fuite de l'usine intermédiaire;

b) Les eaux du bassin moyen du Gave d'Ossau tel qu'il a été défini ci-dessus.

IV. — **Hydrologie des bassins versants**. — Nous avons tout d'abord à définir les débits moyens utilisables que l'on peut escompter pour chacune de ces usines.

Nous avons eu recours pour cela aux renseignements qui nous ont été fournis par le Service des grandes Forces motrices hydrauliques de la région des Pyrénées.

Ce service possède, en effet, différentes stations de jaugeage dans la région qui nous intéresse; ce sont celles :

1° Du pont de Camps (cote 1 283) sur le Gave de Brousset;

2° De Bious (cote 1 546) sur le Gave de Bious;

3° De Gabas (cote 1 030) sur le Gave de Bious;

4° De Gabas (cote 1 025) sur le Gave d'Ossau;

5° Des Eaux-Chaudes (cote 680) sur le Gave d'Ossau.

En outre, nous avons pu nous procurer auprès du service constructeur du Transpyrénéen par le Somport des renseignements de même nature relatifs aux débits du lac d'Artouste, mesurés à l'émissaire même du lac, et du Gave de Sousouéou mesurés directement sur ce Gave.

Il nous a alors été possible de calculer, pour chaque mois de la période considérée, le débit moyen par seconde et par kilomètre carré du bassin versant, correspondant à chacune des stations de jaugeage précitées et d'obtenir, également pour chaque mois, le *débit total moyen* correspondant au bassin versant de chaque usine.

En multipliant ces résultats par la hauteur de chute nette de l'usine correspondante, nous avons obtenu, pour chaque mois, la puissance moyenne que chacune des deux usines intermédiaire et inférieure est susceptible de fournir de façon continue pendant vingt-quatre heures et que nous appelons : *puissance moyenne continue*.

Nous avons ensuite construit (fig. 6) une courbe ayant, mois par mois pour ordonnée, la somme des puissances moyennes de ces deux usines et, une fois en possession de cette courbe, nous avons cherché quelle ordonnée il convient de donner à l'horizontale figurative de la puissance annuelle régularisée, pour que les vides restant entre elle et la courbe définie ci-dessus puissent être comblés, mois par mois, par la puissance fournie par le débit du lac d'Artouste tombant d'une hauteur de 1 384 m, laquelle représente la somme des

Digitized by Google

hauteurs de chute nettes des trois usines, savoir :

$$800 + 380 + 204 = 1\,384.$$

La détermination de cette ordonnée, autrement dit de la *puissance moyenne annuelle continue*, se fait de la façon suivante.

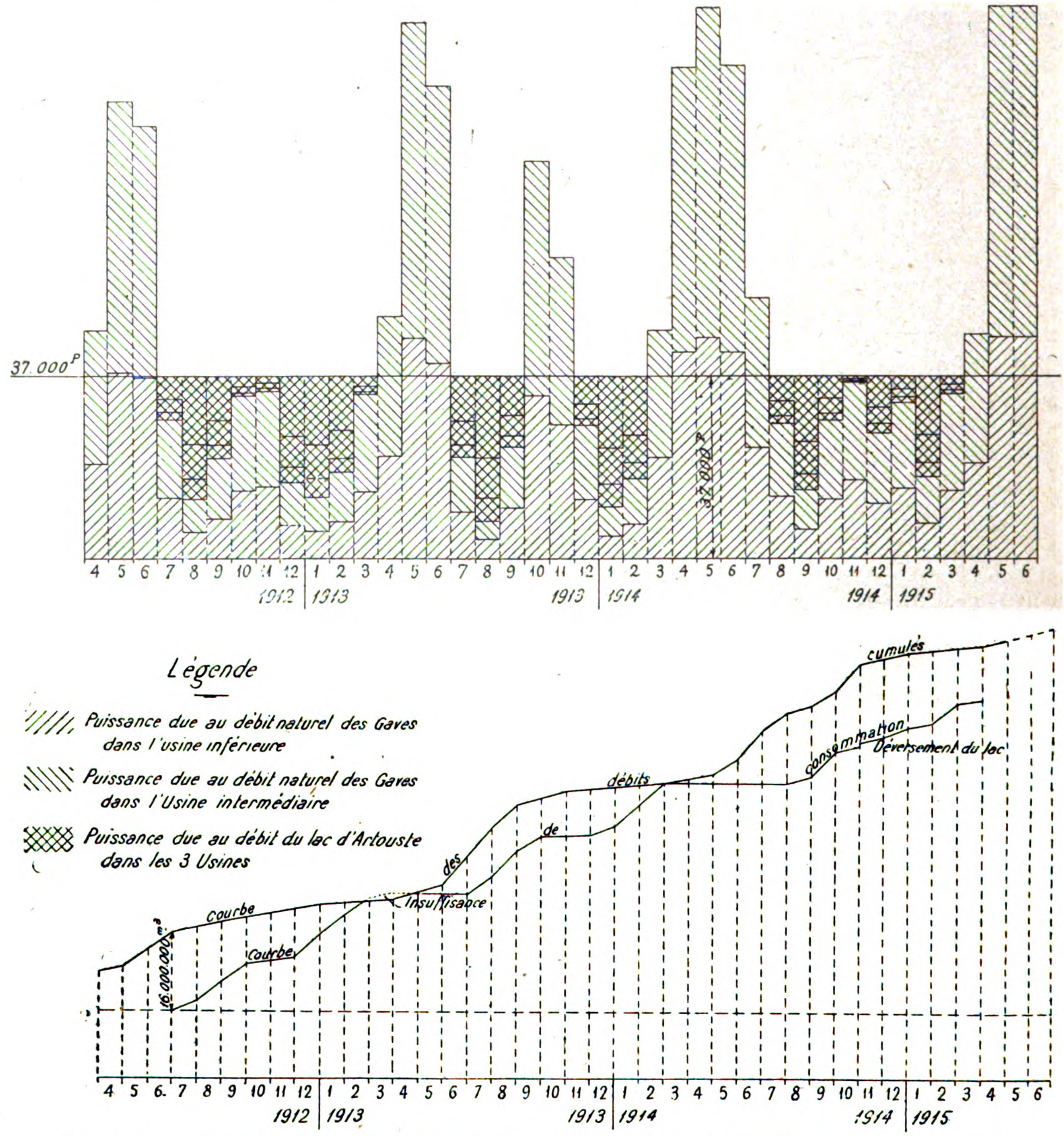


Fig. 6 et 7. — Graphiques des puissances mensuelles continues et de consommation des usines d'Artouste, Miegebat et Hourat.

Ayant tracé une première horizontale avec une ordonnée approchée quelconque, on mesure, mois par mois, à l'échelle, par la différence entre l'ordonnée de la courbe et l'ordonnée de la droite, la puissance que l'émissaire du réservoir devra fournir ; on en déduit le cube total qui serait mensuellement nécessaire pour assurer ce débit de façon continue et on construit, mois par mois (fig. 7), la courbe des débits cumulés de l'émissaire du réservoir, que nous appellerons *courbe de consommation* par opposition à la *courbe des débits cumulés* du bassin versant.

En admettant que nous partons du réservoir plein, ce

Digitized by Google

qui revient à supposer implicitement que nous commençons l'étude de la conjugaison à la fin de la période de la fonte des neiges, l'origine de la courbe de consommation se trouve au-dessous de la courbe des apports cumulés, à une distance représentant à l'échelle adoptée pour les ordonnées, la capacité du réservoir (1) qui a été fixée dans le cas présent, en raison de la configuration des lieux, à 16 000 000 m³.

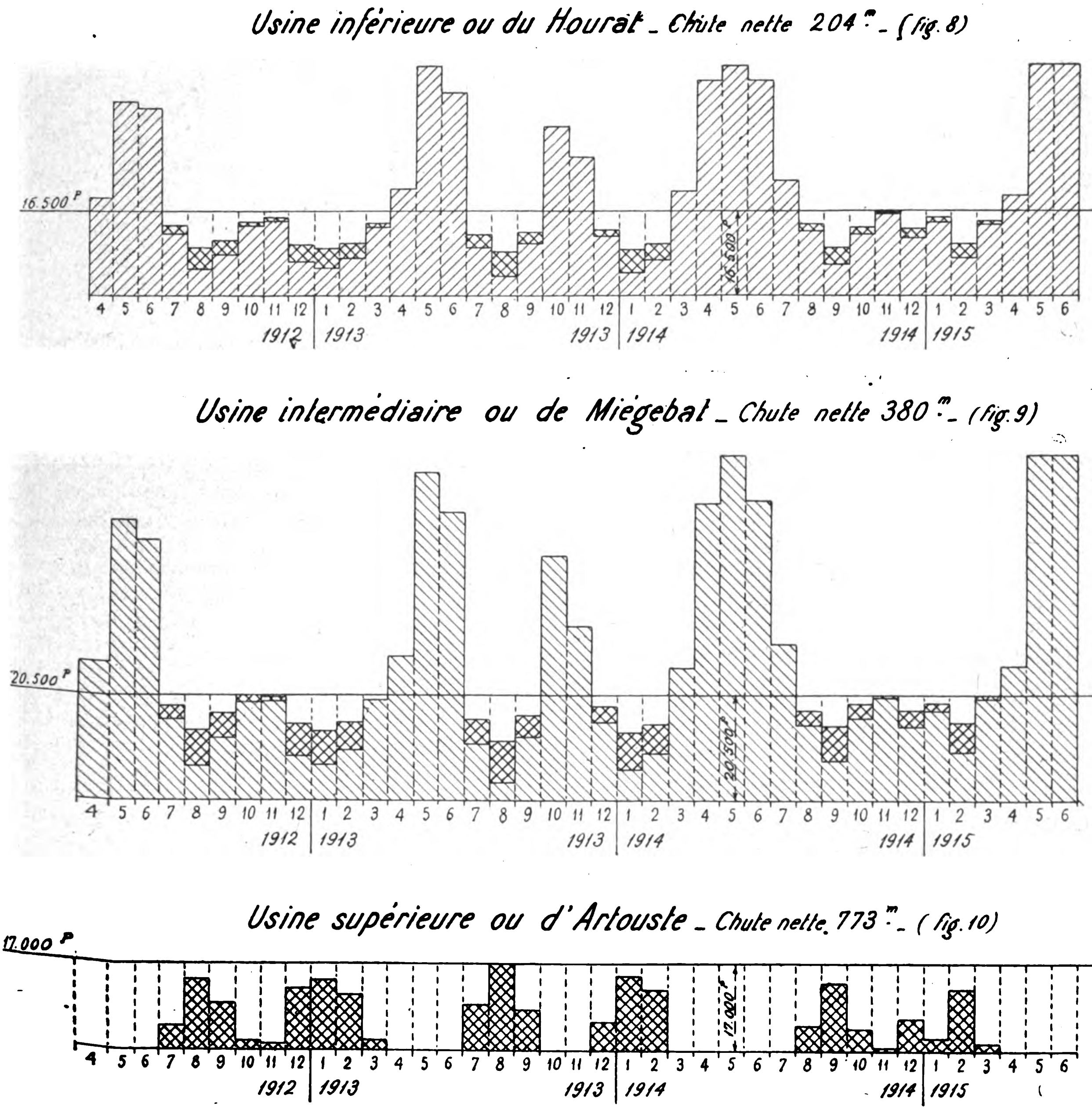


Fig. 8, 9 et 10. — Graphiques de la puissance moyenne mensuelle des trois usines.

OF THE UNIVERSITY OF

Selon la position respective de ces deux courbes, on déplace par approximations successives (en général deux opérations suffisent) l'horizontale définie plus haut jusqu'à ce que, pendant toute la période sur laquelle porte l'étude de la conjugaison, la courbe de consommation correspondante se rapproche le plus possible par ses points hauts de la courbe des apports, sans jamais la couper.

(1) On a intérêt à forcer cette capacité au delà du chiffre strictement nécessaire, tel qu'on peut le déterminer d'après les considérations ci-dessus, mais, en général, on est pratiquement guidé dans le choix de cette capacité par les possibilités résultant de la configuration du terrain et aussi, par la considération des ressources hydrauliques du bassin versant.

Digitized by Google

L'ordonnée de l'horizontale définitive mesure alors à l'échelle la puissance moyenne annuelle continue que l'ensemble des usines est susceptible de fournir, et l'approximation est d'autant plus grande que l'étude porte sur un plus grand nombre d'années.

On peut suivre alors mois par mois, par simple inspection de ces courbes de débit, la quantité d'eau emmagasinée dans le réservoir, puisque cette quantité est figurée par la différence des ordonnées de deux courbes. Lorsque cette différence est nulle, c'est que le réservoir est vide; si la courbe de consommation coupe la courbe des apports pour passer au-dessus, c'est que les apports du bassin sont insuffisants pour assurer le régime figuré par la courbe de consommation, enfin, s'il existe entre les deux courbes une distance supérieure à la capacité du réservoir, cette situation indique que le lac déverse et que l'on perd ainsi, au moins pour l'usine haute, une quantité d'eau que l'on peut immédiatement déterminer par la différence entre cette distance et la hauteur représentant la capacité du réservoir.

Nous avons ainsi trouvé, dans le cas qui nous occupe, que la puissance régularisée peut être portée à 37000 poncelets, avec une légère insuffisance de 1 200 000 m³ pour l'année 1912-1913 qui a été exceptionnellement sèche (¹).

En remarquant que la puissance complémentaire, fournie par le débit du réservoir et figurée par l'aire hachurée de la figure 6, se répartit mois par mois entre les trois usines proportionnellement à la hauteur de chute de chacune d'elles, nous avons dressé (fig. 8, 9 et 10) la courbe figurative de la puissance moyenne mensuelle continue relative à chaque usine, en ayant soin de distinguer par des hachures la part de cette puissance qui est due au débit de l'émissaire du lac.

On détermine ensuite par la simple considération du graphique des puissances, la puissance moyenne de chaque usine. Il suffit de rechercher, mois par mois, quelle est la puissance maximum que chaque usine doit fournir pour que la puissance moyenne totale des trois usines représente 37 000 poncelets.

Nous avons trouvé ainsi que la puissance moyenne de chaque usine correspondante au mois le plus chargé pour elle est :

Usine supérieure.............	17 000	poncelets
Usine intermédiaire...........	20 500	Id.
Usine inférieure..............	16 500	Id.

(¹) On remarquera par contre qu'en 1915 le déversoir du lac fonctionne à un moment donné. On pourrait éviter ce déversement, qui ne se produit d'ailleurs qu'exceptionnellement, en donnant au réservoir une plus grande capacité.

Par cet exemple, on peut se rendre très nettement compte de l'influence de la capacité du réservoir. On voit aussi combien il est utile, pour pouvoir établir avec quelque certitude les graphiques de conjugaison, de faire porter l'étude sur une période aussi longue que possible.

Il ne reste plus ensuite qu'à fixer la puissance d'armement qui dépend uniquement du rapport que l'on est tenu d'adopter entre la puissance moyenne continue et la puissance en pointes que le groupe d'usines doit être susceptible de fournir, mais, comme ce rapport dépend lui-même du service que l'on veut faire assurer par les usines, nous considérons que cette question sort du programme de notre article et nous la laisserons de côté.

Nous indiquerons simplement que, pour faire face aux pointes du service de traction, cet armement a été fixé comme suit :

Usine d'Artouste : 5 groupes de 5 000 poncelets chacun à l'entrée des turbines, ou de 3 600 kw aux bornes.
Usine de Miegebat : 8 groupes semblables.
Usine du Hourat : 7 groupes semblables.

Ce mode de régularisation permet d'obtenir, d'une façon constante, pendant toute l'année, une puissance sensiblement supérieure à celle qui correspondrait au débit de six mois.

Il restera encore des kilowatts de hautes eaux qu'on ne régulariserait qu'au prix de dépenses hors de proportion avec le résultat à obtenir et qu'on pourra, le cas échéant, utiliser pour des fabrications de stock.

Nous avons, par les deux exemples qui précèdent, montré comment on peut utiliser au mieux, suivant le but que l'on se propose, les ressources hydrauliques de notre pays et nous pensons avoir confirmé ce que M. Eydoux avait indiqué dans l'article que nous avons cité, c'est que l'on ne peut arriver à des solutions rationnelles dans cet ordre d'idées que par des aménagements s'étendant sur l'ensemble d'une région. Nous ferons remarquer d'ailleurs, en ce qui concerne le second cas, qu'on peut concevoir de la même façon, non seulement la conjugaison de chutes situées dans une région définie, mais aussi la conjugaison de plusieurs vallées aménagées, en se servant de réservoirs situés, suivant les cas, dans une ou plusieurs d'entre elles.

D. Eydoux,
Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ingénieur principal de la Voie, aux Chemins de fer du Midi.

A. Causse,
Ancien élève de l'Ecole supérieure d'Électricité, Conducteur du Service électrique aux Chemins de fer du Midi.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

La nouvelle usine génératrice d'Essex (États-Unis) pour les services publics de traction [1].

La station génératrice d'Essex, de la Compagnie d'électricité pour les services publics, fournit un excellent exemple des derniers perfectionnements apportés dans la construction des usines génératrices à vapeur. Nous donnons ci-dessous la description sommaire des diverses installations constituant cette station centrale.

Cette Compagnie, dont le siège social est Newark, alimente les services publics de traction de l'Etat de New-Jersey et possède dix-sept stations centrales bien réparties dans cet État. Leur puissance totale est d'environ 200000 kw. La demande d'énergie augmentant constamment, on a dû créer une nouvelle usine génératrice dans laquelle on s'est efforcé d'apporter tous les perfectionnements nécessaires pour produire l'énergie au plus bas prix de revient. On a cherché l'emplacement le plus favorable pour l'approvisionnement en charbon par voie ferrée et par voie fluviale, permettant de se procurer facilement la grande quantité d'eau nécessaire pour la condensation, de constituer un stock considérable de charbon et de faire la distribution d'énergie dans tout l'ensemble du réseau avec le minimum de pertes. L'endroit choisi est situé sur la Passaic River à 4 km environ à l'est de l'important centre industriel de Newark, à mi-chemin entre ce centre et la station génératrice Marion appartenant à cette Compagnie et on y a édifié l'usine d'Essex, prévue pour une puissance maximum de 200000 kw.

Dispositions générales de l'usine. — L'usine comprend quatre parties principales : 1° la salle des turbines ; 2° la chaufferie ; 3° le bâtiment des interrupteurs ; 4° les silos de charbon et l'appareillage de manutention du combustible.

La salle des turbines contient dès maintenant deux unités de 25000 kv-A, 13200 v, 60 p : sec, courant triphasé, construites par la General Electric Company. Une unité de 35000 kv-A du même type est actuellement en montage ; une unité de 50000 kv-A est commandée pour être livrée en 1919. Cette salle est remarquablement vaste ; toutes les turbines auxiliaires sont situées en dessous des turbines principales dont les abords sont absolument libres.

La chaufferie est placée immédiatement à côté de la salle des turbines. Chaque rangée de chaudières comprend quatre unités Babcock et Wilcox du type marine, de chacune environ 1235 m² de surface de chauffe. Chaque unité est munie d'une grille automatique Sanford Riley. Dans le sous-sol, au-dessous du niveau des chaudières, se trouvent les ventilateurs pour le tirage forcé, les appareils de manutention des cendres et les chaudières auxiliaires. Immédiatement au-dessus des chaudières sont situés les économiseurs du type BF Sturtevant, au nombre de huit, chacun d'eux ayant une surface de chauffe de 690 m² environ. Deux cheminées en acier sont dès maintenant en place, leur hauteur est de 76 m, leur diamètre intérieur de 4,90 m environ.

La salle des interrupteurs comporte six étages ; elle est séparée du bâtiment principal par un intervalle de 7 à 8 m ; une passerelle réunit la salle des turbines à la salle des interrupteurs.

(1) *Electric Railway Journal*, 9 juin 1917, t. LXIX, n° 23, p. 1040.

A l'étage inférieur se trouvent les interrupteurs à huile principaux pour les générateurs avec leurs accessoires, les parafoudres, les transformateurs et l'appareillage de coupure pour les circuits auxiliaires de l'usine à 440 v, une installation pour les essais des câbles. Les deux étages supérieurs sont occupés principalement par les bobines de réactance, les batteries auxiliaires d'accumulateurs et divers appareils de sectionnement.

Au quatrième étage sont les interrupteurs de feeder, les autres interrupteurs à huile, la cuisine électrique, le réfectoire et les bureaux d'administration.

Au cinquième étage sont les différents groupes de barres omnibus, les canalisations pour la commande électrique à distance des divers appareils.

Au dernier étage se trouve la salle de contrôle avec les panneaux et les pupitres disposés en arc de cercle, ainsi que les bureaux de l'ingénieur d'exploitation et du chef électricien. Les barres omnibus des alternateurs avec leurs parafoudres électrolytiques sont situées également à cet étage.

Dans l'angle nord-est du bâtiment principal se trouve le double élévateur de charbon, derrière lequel est construit un silo en forme de V dont l'axe court tout le long des couloirs de chauffe des chaudières. Le double élévateur est haut de 56 m environ, il est actuellement équipé avec un appareillage électrique actionnant une benne preneuse s'élevant à la vitesse de 396 m environ à la minute. Cet élévateur est prévu pour un double équipement de ce type. Actuellement, on peut décharger un bateau de charbon à l'allure de 180 t à l'heure, et cette allure peut être augmentée en utilisant une benne plus large, car l'appareil de commande a été prévu pour une puissance plus grande que celle à laquelle il fonctionne actuellement. Le charbon est ensuite déversé dans une trémie placée sur le côté de l'élévateur, passe à travers un concasseur, puis est transporté par une courroie transporteuse Robin dans le silo. Cet élévateur est actionné par un moteur d'induction qui marche en récupération lors de la descente de la benne. Le silo peut contenir 2000 t. Le charbon est distribué dans les couloirs de chauffe au moyen d'une trémie transporteuse Robin de 15 t munie d'une bascule. Le charbon est pesé lorsqu'il sort du silo ; on refait une pesée lorsque les trémies de chaque chaudière sont remplies, la bascule donne ainsi une fiche journalière de la consommation de charbon. Chaque trémie de chaudière contient 7 t.

La commande des grilles automatiques est faite dans chaque couloir de chauffe par quatre moteurs de 12 ch. La vitesse d'alimentation en charbon peut varier de 730 kg à 6800 kg par heure et par chaudière. Les cendres tombent dans des wagonnets roulant sur une voie étroite qui court en dessous des chaudières. Ces wagonnets sont manutentionnés par des locomotives à accumulateurs.

Eau de circulation. — L'eau de circulation pour les condenseurs est puisée dans la rivière au moyen de tunnels de prise d'eau ayant chacun une section de 2,840 m sur 2,440 m. Elle passe à travers des épurateurs rotatifs et est menée aux condenseurs par des pompes centrifuges capables de débiter chacune 108 m³ environ à la minute, il y a deux de ces pompes par unité turbine ; l'une est actionnée par un moteur électrique et l'autre par une turbine auxiliaire. La

pompe à turbine fonctionne normalement, mais la pompe électrique est automatiquement mise en service lorsque la température de l'eau à la sortie du condenseur dépasse une valeur donnée. Les condenseurs sont du type à surface Westinghouse et sont suspendus directement sous les turbines. Chacun d'eux contient 6 434 tubes de 0,0254 m de diamètre sur 3,657 m de long, donnant, par kilowatt, une surface de 1,19 m². L'eau, à la sortie des condenseurs, s'écoule par deux tunnels de décharge ayant chacun une section de

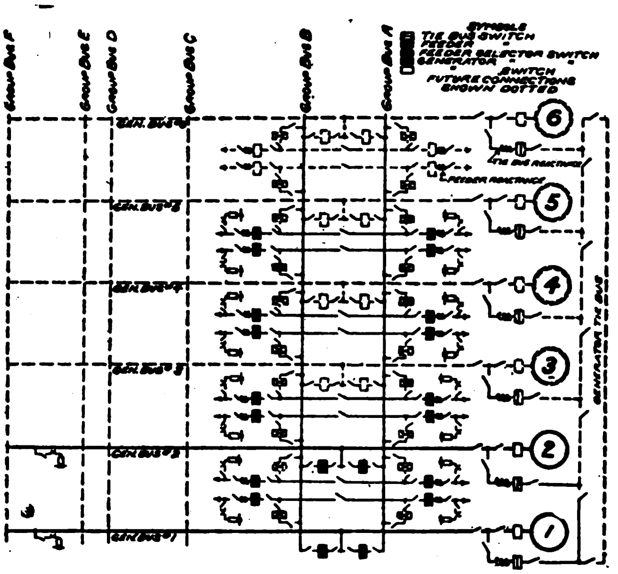


Fig. 1. — Schéma simplifié des circuits principaux.

4,06 m sur 2,840 m. Ces deux tunnels se trouvent à la partie supérieure des tunnels de prise d'eau.

Le circuit de l'eau vaporisée. — L'eau d'alimentation est prise dans un réservoir où arrivent les eaux condensées, l'eau d'adjonction passe à travers des compteurs et des réchauffeurs d'eau d'alimentation. Le mélange d'eau est aspiré de ce réservoir par des pompes d'alimentation, sa température est d'environ 73,5° C. Les pompes d'alimentation sont actionnées par des turbines au moyen d'un régulateur Foster, maintenant une différence constante entre la pression de l'eau d'alimentation et la pression de la vapeur dans les chaudières.

On utilise un régulateur d'eau d'alimentation système Copes pour maintenir à une valeur convenable le niveau de l'eau dans chaque chaudière. Au sortir des pompes, l'eau passe à travers les économiseurs qui élèvent sa température à 118° C environ, température à laquelle elle est admise dans les chaudières. La vapeur sort des chaudières à la pression de 15 kg : cm² et se rend aux turbines en passant par des surchauffeurs et par des collecteurs de vapeur disposés de manière à présenter le parcours le plus court possible entre les chaudières et les turbines, tout en permettant le plus grand nombre possible de combinaisons pour le passage de la vapeur en cas d'accident. Le surchauffeur élève la température de la vapeur d'environ 100° à la charge normale et de 150° pour une surcharge atteignant 30 pour 100 de la charge normale, ce qu'on appelle l'allure forcée.

L'eau condensée est extraite des condenseurs à l'aide des pompes à eau chaude. L'air est extrait des condenseurs à l'aide de pompes à air Leblanc, actionnées chacune par un moteur électrique de 120 ch. La pression au condenseur est maintenue à 720 mm de mercure au-dessous de la pression atmosphérique.

Circuits parcourus par l'air de combustion et les autres gaz. — Comme l'air nécessaire à la combustion traverse en partie les générateurs électriques pour les refroidir, cet air passe d'abord dans des laveurs à chicanes construits par « The Spray Engineering Company ». L'aspiration est produite par les ailettes fixées sur le rotor de chaque turbo-alternateur. En sortant des générateurs électriques, cet air est directement envoyé dans la chambre d'air des grilles automatiques dans laquelle se trouve, pour chaque chaudière, un ventilateur multicellulaire Sturtevant, capable de débiter 1 680 m³ d'air à la minute sous une pression de 17 à 18 cm d'eau. Le débit de l'air est contrôlé par un régulateur Mason. Les gaz, au sortir des chaudières, peuvent être dirigés sur les cheminées par trois routes différentes. Ils peuvent aller directement aux cheminées, ou passer par les économiseurs seulement, ou par les économiseurs et l'installation du tirage induit. Des registres sont disposés pour permettre de régler rapidement et convenablement le tirage avec la charge. Les ventilateurs pour le tirage induit, au nombre de quatre, peuvent débiter chacun 2 800 m³ d'air à la minute, la dépression produite à l'entrée des économiseurs étant de 5 cm de mercure ; chaque ventilateur est commandé par un moteur électrique de 100 ch.

Les circuits électriques. — Ils peuvent être divisés en trois groupes principaux :

1° Les circuits à 13 200 v, allant des générateurs électriques aux feeders de lignes ;

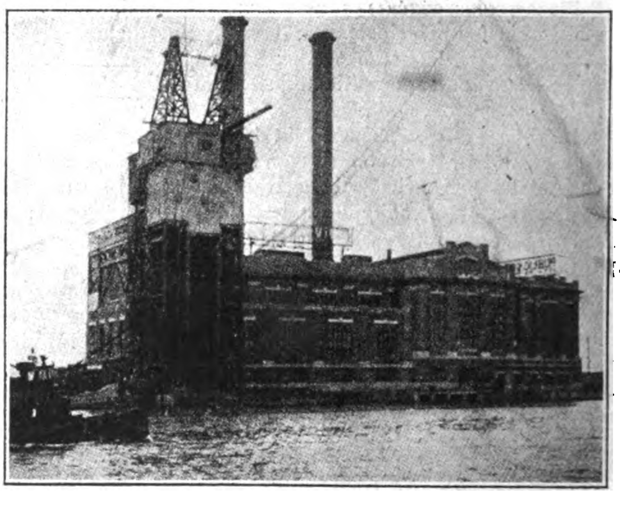


Fig. 2. — Vue générale de l'usine d'Essex.

2° Les circuits alternatifs basse tension, destinés à alimenter les moteurs des services auxiliaires de l'usine et à fournir l'éclairage ;

3° Les circuits à courant continu destinés à servir de réserve aux excitatrices, à l'alimentation des circuits de commande électrique à distance, à la charge des batteries d'accumulateurs pour les locomotives, etc.

Chaque alternateur actuellement installé est capable de produire en marche continue 25 000 kv-a sous une tension

Digitized by Google

de 13 200 v à une vitesse de 1 800 t:min. Chacun de ces alternateurs est muni d'une excitatrice en bout d'arbre d'une puissance de 100 kw sous 250 v.

Le schéma des connexions est donné par la figure 1. L'ensemble est disposé de manière à présenter le maximum de souplesse dans les manœuvres. On peut facilement alimenter un groupe de feeders par l'un ou l'autre des alternateurs, isoler un groupe d'alternateurs ou un groupe de feeders, mettre en parallèle les générateurs et les feeders, le tout avec le minimum de risques en cas de court-circuit.

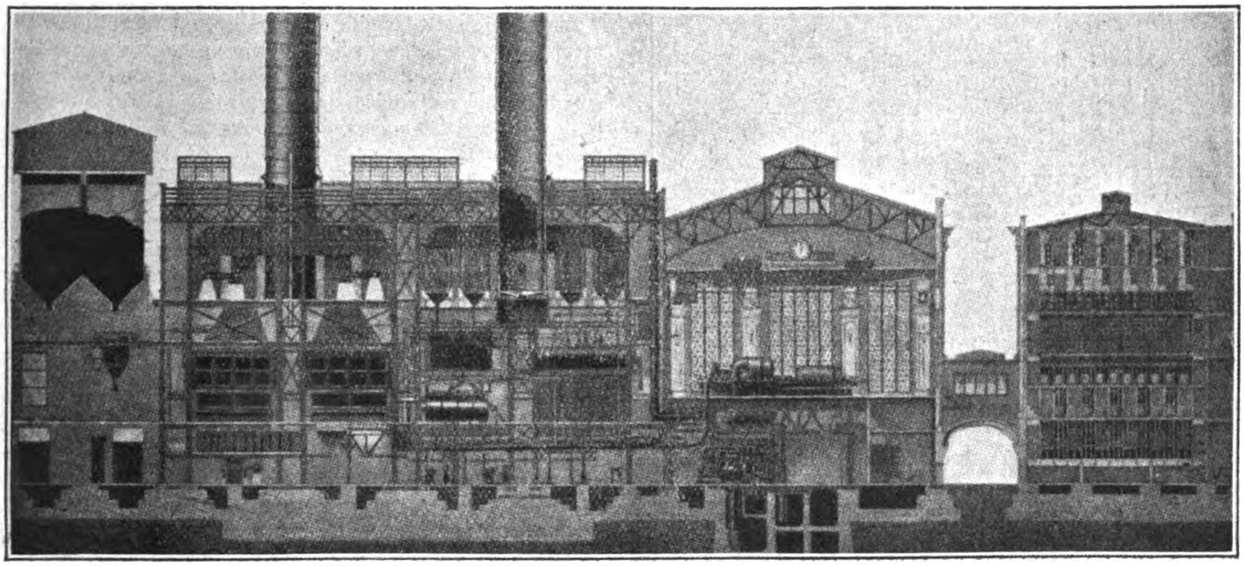


Fig. 3. — Coupe transversale de l'usine.

On a prévu, lors de la marche complète de l'usine, six jeux de barres omnibus avec les interrupteurs nécessaires pour permettre d'alimenter un ou plusieurs d'entre eux par un ou plusieurs alternateurs.

On a de plus prévu un jeu de barres en boucle pour la marche en parallèle des alternateurs. Jusqu'ici, on n'a installé que deux jeux de barres omnibus. Le circuit général pour aller des alternateurs aux feeders de départ est le suivant : alternateur, interrupteur d'alternateur, sectionneurs, interrupteur-sélecteur de jeu de barres, jeu de barres

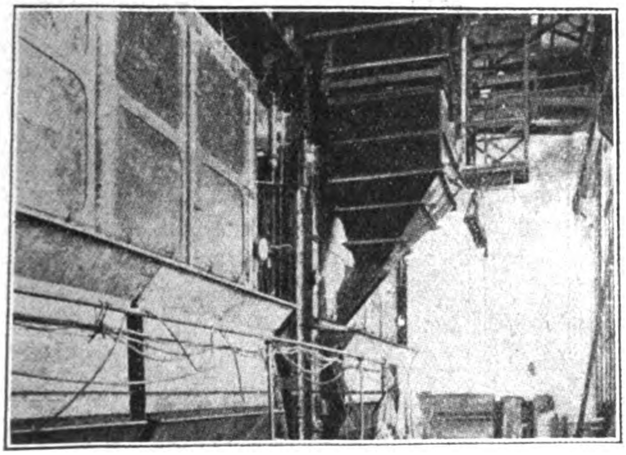


Fig. 4. — Vue de la trémie transporteuse dans la salle des chaudières.

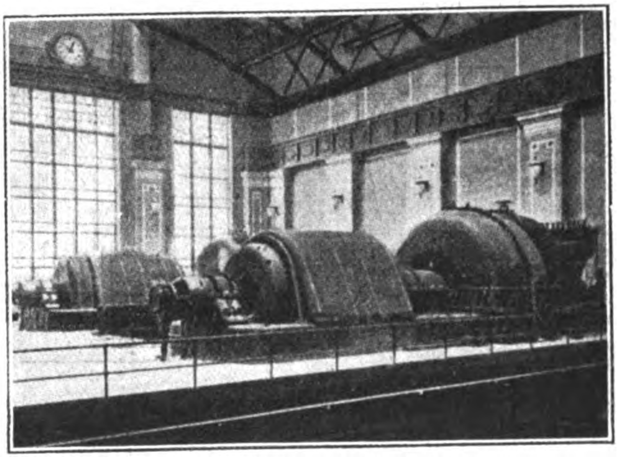


Fig. 5. — Vue de la salle des turbines.

omnibus, avec sectionneurs de chaque côté de l'interrupteur, interrupteur-sélecteur de feeder, interrupteur de feeder, bobine de réactance, feeder de départ.

Entre les alternateurs et le jeu de barres omnibus en boucle, on a installé des bobines de réactance pour limiter le courant de court-circuit. Des parafoudres électrolytiques sont placés sur chaque feeder de départ ainsi que sur chaque jeu de barres omnibus d'alternateur.

Les interrupteurs sont commandés électriquement à distance au moyen de solénoïdes. Tous les interrupteurs sont munis de relais à déclanchement automatique, sauf les interrupteurs de sélection des alternateurs.

Digitized by Google

Le fonctionnement automatique des interrupteurs successifs s'opère de la façon suivante : chaque interrupteur principal d'alternateur possède un relais à retour de puissance fonctionnant pour la pleine puissance en sens inverse. Les interrupteurs pour le bouclage des alternateurs sont munis de relais de surcharge très retardés et ne fonctionnent

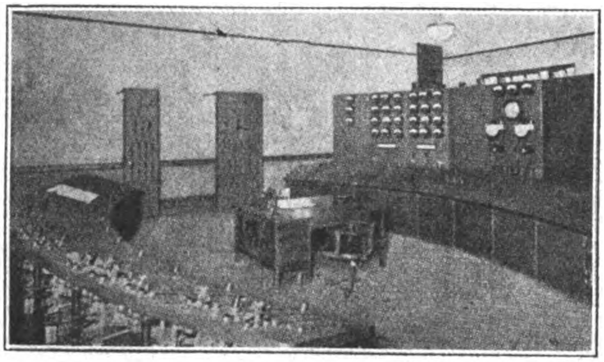


Fig. 6. — Vue de la salle des tableaux de manœuvre et de contrôle.

qu'au cas où un court-circuit n'a pas été coupé par les interrupteurs à huile des feeders ou des sélecteurs de feeders. Les interrupteurs-sélecteurs de feeders, munis de relais de surcharge à temps, ne fonctionnent qu'en cas d'accident survenu aux interrupteurs de feeders. Ces derniers interrupteurs sont armés de relais de surcharge à temps pour les feeders de la distribution radiale et de relais spéciaux pour les feeders de bouclage avec les autres usines. Les barres omnibus à haute tension sont constituées par des barres plates en cuivre nu, les canalisations allant aux sélecteurs d'alternateurs et aux feeders sont en tubes de cuivre isolés sous tresse et ruban. Les interrupteurs et les barres omnibus sont installés dans des cellules en dalles de béton.

L'excitation de chaque alternateur est fournie normalement par l'excitatrice en bout d'arbre ; un groupe auxiliaire d'excitation d'une puissance de 150 kw peut être rapidement substitué à l'excitatrice de chacun des alternateurs ; une batterie d'accumulateurs de secours est également prévue pour l'excitation.

Alimentation des services auxiliaires. — Ces services auxiliaires sont dans la plus large mesure actionnés par des moteurs électriques triphasés. L'ensemble est alimenté par deux transformateurs de chacun 3 000 kv-A ; un troisième sera ajouté cette année.

La distribution de force motrice se fait sous 440 v. Pour la lumière, on a prévu deux transformateurs de 200 kv-A monophasés fournissant l'éclairage sous 250-125 v système 3 fils.

La figure 2 donne la vue générale de l'usine avec l'élévateur de charbon ; la figure 3 est une coupe longitudinale totale de l'ensemble de l'usine ; la figure 4 montre la construction de la trémie transporteuse à bascule automatique ; la figure 5 donne une vue des turbo-alternateurs actuellement installés, enfin la figure 6 montre l'ensemble de la salle des tableaux et des pupitres de contrôle, placée au sixième étage du bâtiment des interrupteurs. E. P.

Notes pratiques

Connexion d'un circuit souterrain à une ligne aérienne [1]. — C'est la description du dispositif employé pour transformer une canalisation souterraine à 4 conducteurs, 2 400 v, en une transmission aérienne. On flanque d'abord le pylône d'un tuyau de fer de type habituel (9 cm de diamètre) allant du caniveau à environ 3 m au-dessus du sol. Ce tuyau est prolongé par un tube en fibre de même diamètre atteignant un point situé à environ 10 cm, au-dessous de la traverse précédant la traverse portant les fils. Une sorte de collier fait d'érable imprégné de paraffine est placé entre les tubes de fer et de fibre, tandis qu'un autre collier est installé dans le tube de fibre à environ 4,60 m du sommet du pylône. Le but de ces colliers est de soutenir le poids du câble. Après que le câble a été introduit dans les tubes, on serre les colliers et on adapte un tube en T à l'extrémité du tube de fibre. La base du T est fixée à la traverse inférieure. L'enveloppe de plomb du câble est enlevée jusqu'à un point situé à environ 5 cm au-dessus de l'extrémité inférieure du T et on applique un ruban gommé autour des extrémités dépouillés des conducteurs. Deux de ceux-ci passent dans une branche du T et les deux autres dans l'autre. Ils longent les bras de la traverse inférieure jusqu'à un point d'où ils pourront atteindre verticalement l'isolateur qui leur est destiné sur la traverse supérieure. On prévoit, lors de leur sortie du T, deux tubes, un de chaque côté, de 5 cm de diamètre sur 15 cm de longueur, qu'on fixe aux deux bras de la traverse inférieure. Après qu'on a rempli le T d'une composition isolante, on bouche le trou d'emplissage : l'installation est terminée. Cette disposition élimine les mises à la terre par l'enveloppe de plomb des câbles au sommet des pylônes ; elle donne de bons résultats. — P. V.

(1) R.-A. Paine. *Electrical World*, 21 juillet 1917, t. LXX, p. 112, 500 mots, 1 fig.

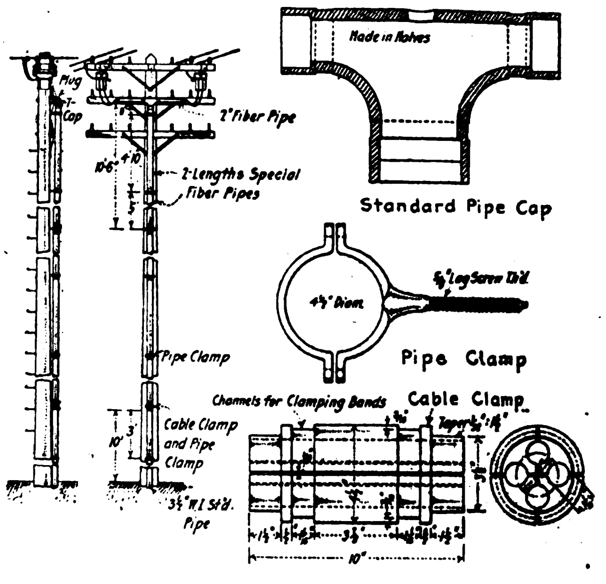


Fig. 1. — Jonction d'un circuit souterrain à une ligne aérienne. Détails d'équipement.

Fiber Pipe, tube en fibre de 9 cm de diamètre ; Pipe Clamp, collier du tube ; Cable Clamp, collier du câble ; Made in Halves, fait en deux moitiés ; le signe ' désigne *foot*, *pied* = 0,305 m ; le signe " désigne *inch*, *pouce* = 2,54 cm ; Channels for Clampings Bands, cannelures pour l'insertion des bandages.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Etablissements Maljournal et Bourron.

Assemblée générale ordinaire du 20 octobre 1917.

Les Etablissements Maljournal et Bourron ont continué pendant cet exercice à maintenir la marche parallèle de leurs fabrications de guerre ainsi que de leurs fabrications habituelles. Pour ces dernières, prévoyant un élargissement considérable de leur champ d'action dans l'avenir, ils ont fait construire au Bachut une usine moderne très considérable dans laquelle fonctionnent déjà quelques branches de leurs fabrications et qui leur permettra, dès la cessation des hostilités, de prendre leur part dans la rénovation économique de notre pays.

Le bénéfice de l'exercice, après attribution de 372533 fr à divers amortissements, s'élève à 757666 fr, sur lesquels 150000 fr ont été réservés en vue du paiement de l'impôt sur les bénéfices de guerre pour l'exercice 1916-1917; les actionnaires ont reçu, outre un intérêt de 5 pour 100, un dividende de 7 fr par action, soit un total de 12 fr par action; le surplus des bénéfices, soit 110304 fr, a été porté à la réserve de prévoyance facultative qui se trouve ainsi atteindre 1344842 fr.

La situation de trésorerie ressortant du bilan est des plus favorables, puisque les disponibilités forment un total de 1559139 fr alors que l'ensemble des créances exigibles n'est que de 808237 fr, soit un excédent de disponible de 750901 fr.

Bilan au 30 juin 1917.

Actif.

	fr
Caisse, portefeuille et banques	1 594 624,63
Débiteurs	1 532 053,05
Actionnaires	28 111,30
A reporter	3 154 788,98
Report	3 154 788,98
Titres divers	218 458,90
Stocks commerce	884 635,50
Stocks usines	925 685 »
Constructions générales	996 235,85
Matériel et mobilier	642 179,65
Etablissement industriel et commercial	635 000 »
Agencement et installations	172 967,80
Ecuries, remises et autos	27 284,15
Matériel spécial de guerre et petit outillage	350 554,10
Impôt sur les bénéfices de guerre	98 039,50
Terrains	251 550 »
Rachat des parts de fondateurs	400 000 »
	8 487 379,43

Passif.

	fr
Créanciers divers	700 143,39
Coupons	45 736,45
Voyageurs et divers	353 529,50
Capital	3 500 000 »
Amortissements :	
Constructions générales	175 768,60
Matériel et mobilier	409 544,55
Etablissement industriel et commercial	255 499,90
Agencement et installations	115 143,30
Ecuries, remises et autos	25 840,20
Matériel de guerre et petit outillage	134 66 1,
Provision pour escomptes et rabais	24 687,
Réescompte du portefeuille	3 843,55
Provision pour débiteurs litigieux	250 000 »
Dépréciation sur valeurs mobilières	104 500,80
Réserve légale	136 276,40
Réserve de prévoyance facultative	1 234 537,59
Primes d'émission	260 000 »
Profits et pertes 1916-1917	737 666,55
	8 487 379,43

Revues, analyses et informations

Un projet allemand pour la création légale de Chambres corporatives d'ingénieurs (1).

Le résumé que nous donnons ci-dessous fait suite à la décision du groupe autrichien de l'Association des Ingénieurs sortis des Universités des pays de l'Europe centrale, qui a été signalée dans la « Revue générale de l'Électricité » du 4 août 1917, page 36 (Documentation).

Le présent résumé a trait à une décision analogue prise par la section allemande de cette Association. La création de Chambres corporatives d'ingénieurs est liée directement à la loi autrichienne du 2 janvier 1913 (voir *E. T. Z.*, 1913, p. 1213).

Le projet a été exposé, sous forme de mémoire par ladite Association; il a été rédigé à la suite des nombreuses constatations fâcheuses et des ennuis considérables provoqués par les conseils techniques donnés par beaucoup de gens dont la formation scientifique n'était pas suffisante, non plus que les qualités morales, pour pouvoir se donner comme ingénieur-conseil. L'ensemble du projet de loi se présente comme une réglementation légale du droit de porter le titre d'*ingénieur civil*.

L'idée consiste en la formation, parmi toutes les personnes qui s'intitulent actuellement « ingénieurs civils » ou « architectes privés », d'un groupe déterminé composé de celles qui présentent les qualités techniques et morales suffisantes pour offrir toute garantie dans les conseils qu'elles sont appelées à donner. La formation scientifique devra être obtenue par des études régulières et dûment prouvées dans une école technique supérieure (Technische Hochschule) et par une pratique de plusieurs années au service de l'État, des communes ou de l'industrie privée. Le nombre d'années de pratique ne devra pas être inférieur à cinq années. Cette formation scientifique et pratique étant obtenue, les candidats devront se soumettre à un examen portant sur les connaissances en droit et en économie politique nécessaires à tout ingénieur-conseil. Cet examen devra porter principalement sur des problèmes pratiques de la vie courante et laisser complètement de côté le point de vue scientifique pur qu'on envisage actuellement dans les examens de docteur ingénieur. On dispensera naturellement de l'examen sur ces matières les personnes qui auront déjà

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 5 avril 1917, t. XXXVIII, p. 194-195, 1 700 mots.

Digitized by Google

subi les épreuves pour être avocats, ingénieurs des mines, architectes de l'administration militaire et du gouvernement, etc... Après avoir satisfait à cet examen, on pourrait alors porter le titre d'ingénieur civil, garanti par l'État au moyen d'un diplôme délivré par lui.

Les Chambres corporatives d'ingénieurs seraient, d'autre part, l'organe essentiel de la nouvelle réglementation. Elles s'occuperaient à régler, en agissant au nom d'une corporation autonome, toutes les questions relatives à la technique et aux affaires de la profession d'ingénieur civil. Ces Chambres corporatives d'ingénieurs dépendraient du ministère de l'Intérieur, chacune serait affectée à une région déterminée et d'elle dépendrait tous les ingénieurs civils de cette région. Ces Chambres seraient analogues aux Chambres de commerce, aux conseils des prud'hommes, aux associations corporatives des médecins, etc...; elles auraient à régler des questions de justice de paix, de tribunaux d'honneur, elles auraient voix consultative dans les questions techniques se rapportant aux corporations légalement reconnues; elles pourraient même avoir des attributions militaires et administratives. Cette institution profiterait grandement à l'État, qui déchargerait ainsi ses services d'un grand nombre de travaux. Etant donnée la diversité des travaux à effectuer par l'Etat, la conduite de ces travaux exige un grand nombre de fonctionnaires spécialistes, l'Etat pourrait confier à l'avenir une importante partie de ces travaux à la corporation des ingénieurs civils : surveillance des voies ferrées, des installations électriques, des installations de vapeur, travaux d'agrandissement des villes, construction des ponts, essais des constructions d'après les règlements de police, etc... Nous donnons ci-dessous le résumé des principaux articles de la loi proposée.

Paragraphe 3. — Sera reconnue ayant la formation technique et pratique suffisante toute personne qui aura obtenu un diplôme d'ingénieur d'une école technique supérieure allemande, qui prouvera avoir fait, depuis l'obtention de ce grade, au moins cinq années de pratique et qui, de plus, aura satisfait aux examens pour l'obtention du titre d'ingénieur civil. En ce qui concerne les diplômes étrangers, le chancelier d'empire décidera dans chaque cas s'ils sont jugés suffisants.

Paragraphe 4. — L'examen pour l'obtention du titre d'ingénieur civil portera sur les matières suivantes : études de l'économie politique, droit administratif allemand, lois et décrets ayant trait aux questions industrielles intéressant la spécialité du postulant. Seront dispensés de ce dernier examen les postulants qui auront occupé, pendant leurs années de pratique, un poste dans une administration d'État.

Paragraphe 5. — On donnerait aux ingénieurs civils les mêmes attributions qu'aux fonctionnaires d'État pour l'exécution des entreprises faites par l'Empire, les États confédérés, les communes ou des particuliers pour leur propre compte. Les ingénieurs civils devront être autorisés à s'occuper d'affaires techniques et d'affaires en partie comme : recherches, consultations techniques, devis, estimations, calculs, travaux de dessins, conduite et surveillance de travaux et d'entreprises, essais, contrats, etc..., lorsque ces travaux ne seront pas confiés à des organes administratifs spéciaux. Les décisions prises par les ingénieurs civils en ce qui concerne les chiffres, les mesures et les poids feront foi officiellement.

Paragraphes 20 et 22. — Pour représenter la corporation des ingénieurs civils, pour défendre leurs intérêts et pour maintenir la discipline de la corporation, il sera créé des Chambres corporatives d'ingénieurs. Ces Chambres corporatives seront divisées en plusieurs groupes, suivant les spécialités :

a) Constructions générales (constructions au jour, constructions souterraines, constructions de voies ferrées) ;

b) Constructions mécaniques, constructions de navires, constructions de machines marines, électrotechnique ;

c) Travaux d'usines métallurgiques, travaux dans les mines, travaux dans les industries chimiques.

Paragraphe 24. — Ces chambres corporatives seraient sous la dépendance directe du ministère de l'Intérieur. Ce sont là les dispositions de la loi projetée ; il va sans dire qu'une période de transition doit être prévue entre le régime actuel et le régime futur, pour garantir principalement les intérêts d'un grand nombre de personnes exerçant la profession d'ingénieur sans que leur situation réponde aux exigences du nouveau règlement. On a donc prévu un certain nombre de mesures qui tiendraient compte de cette situation.

Paragraphe 35. — Le titre d'ingénieur diplômé n'est pas exigé, si les postulants prouvent qu'ils sont titulaires d'un diplôme d'une École supérieure technique ou d'un diplôme de l'État, pour la spécialité dont ils s'occupent ou si, pour les chimistes ou les électrotechniciens, ils ont obtenu le diplôme de docteur ès sciences d'Université.

Paragraphe 36. — L'examen spécial d'ingénieur civil n'est pas demandé aux ingénieurs diplômés ayant au moins dix années de pratique dans leur spécialité. Il en est de même pour les personnes désignées à l'article 35.

Paragraphe 37. — Toute personne qui pourra prouver qu'elle a pratiqué sa profession pendant au moins vingt années et qui peut, à l'appui de ses dires, fournir une liste de travaux effectués par elle, peut, par exception et sur proposition spéciale, être admise à porter le titre d'ingénieur civil sans être pourvue d'un diplôme constatant un cycle d'études dans une École technique supérieure et sans avoir à satifaire à l'examen spécial des ingénieurs civils. Cette durée de vingt années peut être réduite au cas où on peut prouver qu'on a fait un cycle d'études dans une École technique supérieure. Cette exception ne pourra être appliquée que pendant un intervalle de temps de deux années après la mise en vigueur de la présente loi.

Telle est, dans ses grandes lignes, la loi projetée. Les intéressés qui ont émis cette proposition en Allemagne pensent toutefois que le Reichstag ne voudra pas se prononcer définitivement avant la fin de la guerre, étant donné que la présence sous les drapeaux d'un grand nombre d'ingénieurs qui se sont formés eux-mêmes, ainsi que l'impossibilité où sont de nombreux groupements de l'Association, de participer à la discussion, ne permettraient pas de pouvoir résoudre la question d'une manière absolument équitable pour tous. On a fait aussi remarquer, au sujet des électrotechniciens, que le diplôme de docteur ès sciences ne pouvait pas remplacer le diplôme d'ingénienr, lorsqu'il s'agit d'un technicien pratique. Il faudrait, dit-on, y ajouter la preuve d'un cycle d'études de plusieurs semestres dans une École technique supérieure, pour toutes les personnes qui n'entreraient pas dans les catégories désignées au paragraphe 37.

Nous avons tenu à exposer suffisamment en détail cette étude de loi, parce qu'elle tend à prouver que les Allemands ont l'intention de perfectionner encore l'organisation technique de leur industrie au moyen d'une sélection plus parfaite et plus complète des individus et par une direction plus nette encore vers la spécialisation totale des ingénieurs. Cette étude est du reste intéressante pour nous, en France, au moment surtout où la réforme de l'organisation de notre enseignement technique est à l'ordre du jour. E. P.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Exploitation en régie des distributions d'énergie électrique par les communes et les syndicats de communes

Commentaire du réglement d'administration publique du 8 octobre 1917.

Nous publions ci-dessous un commentaire très complet et très documenté du règlement d'administration publique du 8 octobre 1917 qui fixe les conditions d'exploitation en régie des distributions d'énergie électrique par les communes ou les syndicats de communes. Ce règlement d'administration publique a été publié au « Journal officiel » du 8 novembre 1917, il y est suivi d'un décret réglementaire émis en date du 30 août 1917 approuvant le cahier des charges type applicable à ces distributions et du texte de ce cahier des charges. Nous donnerons, dans notre numéro du 8 décembre, le commentaire de ce cahier des charges.

Un règlement d'administration publique en date du 8 octobre 1917, rendu pour l'exécution de la loi du 15 juin 1906 vient (1) de fixer les conditions de l'exploitation en régie des distributions d'énergie électrique par les communes ou les syndicats de communes et un décret réglementaire du 30 août 1917 a approuvé le cahier des charges type applicable à ces distributions (2).

Cette réglementation nouvelle, dont le besoin commençait depuis plusieurs années à se faire vivement sentir, vient à son heure et il faut féliciter l'Administration des Travaux publics du progrès réel qu'elle constitue dans la voie d'une application raisonnée et méthodique de la législation électrique issue de la loi du 15 juin 1906.

La largeur de vues qui est une des qualités principales des industriels empêchera certainement les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique de voir, dans l'élaboration de ces textes, une mesure propre à les concurrencer en permettant aux communes de se substituer à eux pour l'installation et l'exploitation d'un certain nombre de réseaux communaux. Ce n'est qu'un pas nouveau vers la transformation de nos méthodes d'exploitation, transformation due à de multiples causes, surtout économiques, dont la législation doit tenir compte et même suivre de très près sous peine de n'être plus qu'une entrave au développement de l'industrie et du commerce.

Le jour n'est pas proche d'ailleurs où la généralisation des exploitations en régie (3) pourra amener des modifi-

(1) Publié au *Journal officiel* du 8 novembre 1917, reproduit dans la *Revue générale de l'Electricité* du 24 novembre, t. II, p. 339.

(2) Le texte de ce cahier des charges publié au *Journal officiel* du 8 novembre, sera donné dans le prochain numéro.

(3) La statistique publiée en 1912 par le ministère des Travaux publics cite 122 réseaux de distribution publique d'énergie électrique exploités en régie par des communes, savoir :

	Commune de	Départements.
Réseau de	Chantelle	(Allier)
Id.	Varennes-sur-Allier	Id.
Id.	l'Argentière	(Hautes-Alpes)
Id.	d'Aspremont	(Alpes-Maritimes)
Id.	Belvédère	Id.
Id.	Bonson	Id.
Id.	Castellar	Id.
Id.	Gattières	Id.
Id.	Gilette	Id.
Id.	Roquesteron-Grasse	Id.
Id.	Roquesteron-Puget	Id.
Id.	St-Martin-Vésubie	Id.
Id	Tagnon	(Ardennes)
Id.	Vireux-Molhain	Id.
Id.	d'Ax-les-Thermes	(Ariège)
Id.	d'Irazein	Id.
Id.	Labastide-de-Sérou	Id.

	Commune de	Départements.
Réseau de	Saverdun	(Ariège)
Id.	Varilhes	Id.
Id.	Vicdessos	Id.
Id.	Bossancourt	(Aube)
Id.	Labastide-en-Val	(Aude)
Id.	St-Florent-sur-Cher	(Cher)
Id.	Laignes	(Côte-d'Or)
Id.	d'Arc-sous-Cicon	(Doubs)
Id.	Charmoille	Id.
Id.	Pierrelatte	(Drôme)
Id.	Taulignan	Id.
Id.	d'Etrepagny	(Eure)
Id.	d'Authon	(Eure-et-Loir)
Id.	Cazères	(Haute-Garonne)
Id.	d'Izaut-de-l'Hôtel	Id.
Id.	Martres-Tolosane	Id.
Id.	Miramont	Id.
Id.	Montesquieu-Volvestre	Id.
Id.	Muret	Id.
Id.	Mauvezin	(Gers)
Id.	La Réole	(Gironde)
Id.	Gignac	(Hérault)
Id.	d'Hérépian	Id.
Id.	Popian	Id.
Id.	Neuvy-St-Sépulcre	(Indre)
Id.	d'Allevard	(Isère)

Digitized by Google

cations appréciables à l'état actuel de l'organisation de la distribution de l'énergie électrique en France. Les changements dans l'industrie, comme dans la nature, ne s'effectuent que lentement, laissant aux hommes le temps de s'organiser peu à peu et sans heurt, presque à leur insu, pour faire face, le jour voulu, au nouvel état économique dont ils retireront le plus souvent un profit plus grand mais par des méthodes transformées.

Dans le même ordre d'idées, la conception fausse de la concurrence désastreuse que ne devait pas manquer de faire la voie fluviale à la voie ferrée n'a-t-elle pas fait son temps aujourd'hui, et les industriels qui ont vu juste et ont transformé à temps leurs méthodes quelque peu surannées ne trouvent-ils pas dans cette coopération annoncée comme nuisible les plus certains des bénéfices?

Si l'exploitation directe de quelques réseaux municipaux par les communes est aujourd'hui et sera encore demain sans influence sur l'industrie électrique, il ne semble pas douteux cependant que la réglementation instituée par ces nouveaux décrets va développer les régies communales de distribution d'énergie électrique. Toutefois le nombre maximum des demandes d'exploitation directe ne se produira guère qu'à partir de 1936 et 1938, quand on commencera à entrer dans la période d'expiration des concessions accordées vers 1906 et 1908 et dont les cahiers des charges établis tous sous le régime de la loi du 15 juin 1906 prévoient le retour gratuit des réseaux aux communes, en fin de concession.

L'heure approchera alors où cette transformation dans les modes d'exploitation devra fixer l'attention des industriels et les pousser, de gré ou de force, dans une voie nouvelle déjà indiquée : le développement des réseaux de transport appelés à alimenter les distributions communales qu'ils feront naître sur leur parcours.

Ainsi, les circonstances paraissent devoir conduire automatiquement au point précis par où l'on eût peut-être pu commencer, par l'établissement d'un système de grandes lignes de transport à haute tension, issues des régions particulièrement fertiles en ressources hydrauliques et suivant des directions étudiées et déterminées d'avance, lignes sur lesquelles seraient venus se greffer les réseaux secondaires créés au fur et à mesure des besoins économiques des contrées traversées.

On eût évité ainsi de voir ce qui se produit aujourd'hui : certaines régions encore pour longtemps deshéritées au point de vue énergie électrique alors que d'autres sont, dès maintenant, largement desservies parce que le hasard a voulu qu'elles se soient trouvées à proximité de sources naturelles de force motrice hydraulique. L'effet bienfaisant de ces distributions doit évidemment s'étendre à tout le pays et c'est vers ce but que doivent, dans l'avenir, être dirigés tous les efforts.

	Commune de	Départements.
Réseau de	Grenoble	(Isère)
Id.	Moutaret	Id.
Id.	Mens	Id.
Id.	d'Arbois	(Jura)
Id.	Lesperon	(Landes)
Id.	Riou-des-Landes	Id.
Id.	Langeac	(Haute-Loire)
Id.	Saugnes	Id.
Id.	Ste-Florine	Id.
Id.	Mézin	(Lot-et-Garonne)
Id.	St-Barthelémy	Id.
Id.	Sos	Id.
Id.	des Pieux	(Manche)
Id.	Selles	(Marne)
Id.	d'Einville	(Meurthe-et-Moselle)
Id.	Jœuf	Id.
Id.	Mont-St-Martin	Id.
Id.	Nomeny	Id.
Id.	d'Euville	(Meuse)
Id.	Mouzay	Id.
Id.	Vignot	Id.
Id.	d'Imphy	(Nièvre)
Id.	Varzy	Id.
Id.	Tourcoing	(Nord)
Id.	Bretoncelles	(Orne)
Id.	Carrouges	Id.
Id.	Mesle-sur-Sarthe	Id.
Id.	Moulins-la-Marche	Id.
Id.	Rânes	Id.
Id.	d'Arudy	(Basses-Pyrénées)
Id.	Bielle	Id.
Id.	Lembeye	Id.
Id.	Louvie-Juzon	Id.
Id.	Navarreux	Id.
Id.	Cadéac	(Hautes-Pyrénées)
Id.	Campan	Id.
Id.	Guchen	Id.
Id.	Lannemezan	Id.
Id.	Sarrancolin	Id.

	Commune de	Départements.
Réseau de	Vic-Bigorre	(Hautes-Pyrénées)
Id.	Bouloire	(Sarthe)
Id.	la Bazoge	Id.
Id.	Savigné-l'Évêque	Id.
Id.	La Chambre	(Savoie)
Id.	St-Avre	Id.
Id.	St-Michel-de-Maurienne	Id.
Id.	Bonneville	(Haute-Savoie)
Id.	Elbeuf et St-Aubin J.-B	(Seine-Inférieure)
Id.	Veules-les-Roses	Id.
Id.	Bourron	(Seine-et-Marne)
Id.	Chaumes	Id.
Id.	Méréville	(Seine-et-Oise)
Id.	Angerville	Id.
Id.	St-Clair-sur-Epte	Id.
Id.	Villepreux	Id.
Id.	Long	(Somme)
Id.	Péronne	Id.
Id.	Dourgne	(Tarn)
Id.	Labruguière	Id.
Id.	Lavaur	Id.
Id.	St-Paul-Cap-de-Joux	Id.
Id.	Roquecourbe	Id.
Id.	d'Ampus	(Var)
Id.	Carcès	Id.
Id.	d'Entrecasteaux	Id.
Id.	Montferrat	Id.
Id.	Gadagne	(Vaucluse)
Id.	Lauris	Id.
Id.	Le Thor	Id.
Id.	Pernes	Id.
Id.	Védènes	Id
Id.	Villelaure	Id.
Id.	Couhé	(Vienne)
Id.	Gençay	Id.
Id.	Lusignan	Id.
Id.	Mirebeau	Id.
Id.	St-Léonard	(Haute-Vienne)
Id.	La Bresse	(Vosges)

Digitized by Google

Quoi qu'il en soit, il est permis de prévoir qu'au développement de ces grands réseaux de transport installés par de puissantes sociétés industrielles, correspondra l'essor d'une multitude de petites distributions rurales, dont l'exploitation, dans chaque commune, deviendra un organisme purement local géré, comme tout autre service public, par des groupements d'administrés, sous le contrôle de la municipalité.

L'actualité et l'importance de la réglementation instituée par les décrets précités des 30 août et 8 octobre 1917, nous font un devoir d'en exposer l'économie à nos lecteurs.

Le cahier des charges type du 30 août 1917, qui n'est qu'une appropriation du cahier des charges type du 17 mai 1908 (pour les distributions communales) au cas d'une exploitation en régie, n'appelle aucun commentaire particulier au point de vue spécial qui nous occupe.

Par contre, le règlement d'administration publique fixant les conditions d'exploitation en régie est tout à fait inédit, ses dispositions ne sont calquées sur aucun autre texte en application et nous en donnerons ci-après un commentaire détaillé, présenté de telle façon qu'il permettra à chaque groupe et à chaque personne, appelés à collaborer à son application dans les communes, de trouver réunis, en quelque sorte sous forme de tableau synoptique, leurs attributions et leur rôle.

Mais, avant d'aborder l'examen de ce règlement, il paraît nécessaire de rappeler en quelques lignes les faits et circonstances ayant conduit à la réglementation qui va être appliquée. Nos lecteurs comprendront ainsi comment il se fait que le Conseil d'État ait approuvé ces textes malgré l'hostilité certaine qu'il a montrée pendant longtemps contre l'exploitation en régie.

Des régies municipales en général. — Aperçu historique. — On sait qu'aucune disposition de la loi du 5 avril 1884 (communément appelée loi municipale) ne s'oppose à ce qu'une commune exploite en régie ses services publics. Toutefois, les communes étant des personnes morales publiques sont à ce titre soumises à la tutelle administrative et ont besoin d'une autorisation spéciale pour assurer cette exploitation directe, notamment en raison des risques qu'elle peut faire courir à leur budget.

Aussi le Conseil d'État est-il presque toujours consulté par le ministre de l'Intérieur avant que l'autorisation ne soit donnée, et pendant longtemps la haute Assemblée s'est montrée nettement opposée, en principe, à ce mode d'exploitation.

Les raisons qu'elle faisait valoir à ce sujet et qu'on trouve exposées dans divers avis notamment dans celui des 1er et 15 mars 1900 peuvent se résumer ainsi :

Par l'exploitation en régie de leurs services publics les communes se trouvent conduites à faire des opérations industrielles et commerciales qui sortent des attritions des conseils municipaux.

La multiplicité de ces opérations n'en permet pas un contrôle sérieux et la commune échappe ainsi en fait à la tutelle administrative reconnue indispensable, particulièrement en matière intéressant le budget communal.

Une gestion industrielle ou commerciale exige des connaissances et des qualités qui ne se rencontrent pas habituellement au sein des assemblées communales.

Le personnel chargé de l'exploitation n'a pas à subir personnellement et directement les conséquences d'une gestion imparfaite qui retombe de tout son poids à la charge de la commune, c'est-à-dire du public.

Par l'exploitation en régie beaucoup de communes peuvent rechercher le moyen de s'assurer des bénéfices. Or, le Conseil d'État s'est toujours refusé, à juste raison, à laisser des municipalités s'engager dans une telle voie, redoutant de voir ces bénéfices éventuellement réalisés au détriment des intérêts des administrés.

On ne peut nier que ces arguments avaient une réelle valeur

Peu à peu, cependant, cette jurisprudence s'est modifiée, par la force même des choses, dans un sens plus favorable aux régies et cela sous l'influence de causes diverses, les unes de fait, les autres économiques.

Comme circonstances de fait, on peut citer le rachat de concessions et, surtout, la déchéance des concessionnaires, qui laissaient un service public en suspens faute de concessionnaire nouveau, parfois impossible à trouver. Le même cas se présentait par l'expiration normale de services concédés.

Devait-on alors priver les habitants des avantages d'un service public qui intéressait souvent l'hygiène, et cela, sous prétexte de les protéger? C'eût été aller un peu loin. Le Conseil d'État ne pouvait que céder.

D'autre part, des circonstances économiques vinrent aussi élargir la brèche ainsi faite dans la jurisprudence de la Haute assemblée. L'augmentation du coût de la vie entraînait, par voie de conséquence, une augmentation correspondante des exigences de concessionnaires souvent groupés ou syndiqués dans une région, de telle sorte qu'il fallait, ou accepter des propositions *inacceptables* pour de petits abonnés et de pauvres communes, ou supprimer le service public. N'était-il pas plus logique de permettre à une commune d'exploiter elle-même en affectant le bénéfice, qui eût été au concessionnaire, à la diminution des charges des abonnés ? La tendance à la suppression de l'intermédiaire n'est-elle pas une conception moderne à laquelle les communes ne devaient pas plus échapper que tout autre particulier dans la gestion de ses affaires ? Le Conseil d'État, tout en limitant ses avis favorables aux cas dans lesquels il était démontré que l'exploitation ne pouvait se faire autrement qu'en régie, se vit donc conduit à admettre ce mode d'exploitation pour un certain nombre de services publics qui fonctionnent aujourd'hui et ont pour objet l'alimentation en eau potable, l'éclairage au gaz, à l'électricité, etc., etc.

Ces exploitations ne donnent pas toutes, hélas ! entière satisfaction au public, mais une exploitation imparfaite est encore préférable à la suppression totale d'un service.

Digitized by Google

Des régies municipales de distribution d'énergie électrique. — L'exploitation en régie des services de distribution d'éclairage et de force motrice dans les communes a été soumise aux mêmes fluctuations que celle des autres services municipaux, et le nombre des réseaux ainsi exploités est encore très restreint, comme nous venons de le dire.

D'ailleurs, en cette matière, des raisons spéciales ont contribué en outre à ralentir le développement des régies. La science électrique est trop moderne pour être vulgarisée, même dans ses grandes lignes, et bien des municipalités, ne faisant pas très nettement la distinction entre les connaissances nécessaires pour l'exploitation administrative et celles indispensables pour l'exploitation technique, redoutent de provoquer la mise en régie de leur réseau par crainte de se heurter à des problèmes qui risqueraient de mettre leurs capacités à une trop rude épreuve. De plus, sous le régime antérieur à la loi du 15 juin 1906, celui de la loi du 25 juin 1895, la réglementation était trop rudimentaire pour qu'un contrôle efficace fût exercé et la rédaction des traités de concession était des plus fantaisistes (n'a-t-on pas cité le nom d'une commune qui avait concédé pour cent ans sa distribution d'éclairage ?)

Par suite, beaucoup de ces traités ne prévoyaient pas, comme actuellement, le retour *gratuit* des réseaux aux communes et la plupart des municipalités, ne disposant pas des capitaux nécessaires pour les acquérir, renouvelaient fatalement la concession; d'autres étaient opposées à la régie ou trouvaient plus simple, même lorsque le retour du réseau était prévu, de renouveler le traité pour s'éviter tout souci.

Dans ces conditions, le nombre des exploitations directes ne pouvait guère s'accroître.

Enfin, il existe encore actuellement environ 1 300 réseaux de distribution publique d'énergie électrique établis par permissions de voirie, sans durée déterminée ni cahiers des charges, pour lesquels le mode d'exploitation en régie peut n'avoir pas à être envisagé avant fort longtemps.

Cependant, au cours de ces dix dernières années, un certain nombre de communes ont pris l'initiative de demander l'autorisation d'exploiter en régie les réseaux dont elles venaient d'entrer en possession pour des causes de toute nature, ou d'en établir à leur compte.

Aussi, est-ce dès l'année 1907, au cours de la période de préparation des règlements à rendre pour l'application de la loi de 1906 que la question de l'exploitation en régie par les communes commença à attirer sérieusement l'attention de l'Administration des Travaux publics. Parmi les demandes d'exploitation en régie formulées à cette époque, on peut citer comme les plus connues celles émanant des communes de Varilhes (Ariège) et d'Homécourt (Meurthe-et-Moselle), dont les noms resteront attachés à l'origine de la réglementation nouvelle qui va entrer en vigueur. Elles provoquèrent une première étude du régime susceptible d'être appliqué à l'exploitation en régie des distributions d'énergie, et la commission spéciale chargée de la rédaction des règlements prévus par la loi de 1906 eut à s'en occuper. Toutefois, ce mode d'exploitation ne semble pas avoir été envisagé à ce moment comme devant prendre plus tard assez d'importance pour justifier l'insertion de dispositions spéciales dans les textes en voie d'élaboration.

Quelques années plus tard, vers 1910, une nouvelle demande présentée par la commune de Caveirac (Gard), qui voulait installer elle-même et exploiter en régie une distribution municipale, fit faire un pas nouveau en avant dans la voie d'une règlementation spéciale aux régies qui parut bien alors devoir s'imposer dans un avenir prochain.

L'examen de cette demande avait conduit à étudier en détail sous quelle forme pouvait être accordée l'autorisation d'exploitation directe par une commune.

Pouvait-on délivrer une simple permission de voirie pour l'installation du réseau ou devait-on accorder une concession à la commune? Le mutisme regrettable de la loi et des règlements à ce sujet rendait toute solution incertaine. Le ministre de l'Intérieur était d'avis que rien ne s'opposait à ce qu'on accordât une permission de voirie, alléguant qu'il y avait lieu de considérer une commune qui demande à exploiter elle-même son service de distribution d'énergie comme un simple particulier. Il arguait que toute commune constitue à la fois une personne morale publique en tant qu'elle est chargée de l'administration des intérêts collectifs des habitants et une personne morale privée placée, en raison de la tutelle à laquelle elle est soumise, dans la même situation qu'un mineur; qu'elle peut, à ce dernier titre, administrer, affermer, aliéner les biens composant son domaine privé qui sont assimilables à des propriétés particulières. Il estimait que, pour mettre en œuvre à l'égard de la commune, la procédure instituée par la loi de 1906, il suffisait d'admettre, par une simple fiction, que la commune « personne morale privée » adressait à la commune « personne morale publique » une demande de permission de voirie et à soumettre cette demande à l'instruction réglementaire prévue par le décret du 3 avril 1908. Le ministre des Travaux publics ne crut pas devoir se ranger à cette opinion pour plusieurs raisons. D'une part, la permission de voirie ne comportant pas l'obligation d'une enquête n'offrait pas une garantie suffisante aux consommateurs qui se seraient vus obligés de payer l'énergie électrique à un tarif pour lequel aucune publicité n'aurait été faite et contre lequel ils n'auraient pas été mis à même de formuler leurs observations.

D'autre part, l'impossibilité créée par l'article 5, § 2 de la loi du 15 juin 1906, d'insérer dans l'arrêté préfectoral ou municipal accordant la permission de voirie, aucune disposition relative aux conditions commerciales de l'exploitation, enlevait à l'Administration tout pouvoir de contrôle sur la fixation des tarifs et les conditions d'abonnement. Un tel régime laissait vraiment trop de place à l'arbitraire pour être appliqué à une entreprise intéressant toute une collectivité !

Enfin, la précarité et la révocabilité *ad nutum* (sinon

Digitized by Google

en fait, du moins en droit), qui sont de l'essence même de la permission de voirie, semblaient peu compatibles avec l'installation d'une entreprise de cette nature. Le caractère de permanence est en effet, inséparable de toute idée de gestion d'un service public dont l'utilité apparait comme devant subsister pendant une durée imprévisible au moment même de la passation du contrat.

Tout en restant opposée au système de la permission de voirie, pour les nombreux inconvénients que nous venons d'énumérer, l'Administration des Travaux publics ne se regarda cependant pas comme fondée à imposer franchement le système de la concession que le silence de la loi et la rigidité des règlements ne permettaient pas d'appliquer « de plano », au cas d'une régie communale.

La loi de 1906 n'avait évidemment rien enlevé aux municipalités de leur droit d'organiser comme elles l'entendent, et par leurs propres moyens, les services destinés à donner satisfaction aux besoins généraux de l'ensemble des habitants de la commune. Toutefois, du fait qu'une commune organisait son service public d'éclairage en dehors des régimes nettement spécifiés par le législateur de 1906, il ne pouvait s'ensuivre pour elle le droit d'échapper aux prescriptions d'ordre public édictées par la loi en vue d'assurer aux consommateurs les garanties nécessaires à la sauvegarde de leurs intérêts. La loi de 1906 devait donc être considérée comme « limitant », en matière de distribution d'énergie, les droits généraux des communes pour l'organisation de leurs services publics. C'est ainsi que toutes celles de ces prescriptions qui ont trait aux conditions générales d'établissement et d'exploitation des distributions, notamment à la fixation des tarifs et aux rapports avec les abonnés, devaient être déterminés de façon précise et indiscutable. A défaut de cahier des charges, tout au moins un acte officiel en tenant lieu était-il nécessaire, acte ratifié et approuvé par une délibération spéciale du conseil municipal, après accomplissement des formalités de publicité et d'enquête imposées avant toute exploitation d'un service public.

Ces considérations et les principes sur lesquels elles reposent conduisirent à l'adoption d'un système mixte, basé sur la rédaction d'un acte analogue à la concession, soumis, après enquête, à un vote du conseil municipal approuvé par le préfet et comportant des dispositions arrêtées en conformité de celles du cahier des charges type du 17 mai 1908.

Cet acte devait stipuler expressément qu'il ne pourrait être modifié sans une nouvelle enquête et sans une nouvelle délibération du conseil municipal approuvée par le préfet. Les modèles de police d'abonnement devaient y être annexés.

Sans être parfait, ce régime avait le mérite d'assurer au service public la fixité indispensable pour une organisation de ce genre et comportait, grâce à l'enquête obligatoire, la garantie de l'approbation, au moins tacite, des habitants de la commune.

Cette jurisprudence fut appliquée ultérieurement à diverses communes pour l'exploitation en régie de leurs réseaux, mais les décisions prises à ce sujet n'étaient que des solutions d espèce.

L'Administration ne pouvait laisser se généraliser un un tel régime sans se heurter à tout moment à l'examen de problèmes nouveaux et ardus d'interprétation pour rendre les règlements en vigueur applicables à chaque cas spécial.

La nécessité s'imposait de plus en plus pour elle d'arrêter de façon générale et uniforme les conditions dans lesquelles pourrait s'effectuer l'exploitation directe par les communes.

Dès le début de 1914, elle entreprit résolument, l'étude de cette réglementation spéciale, à bâtir de toutes pièces. Rien ne s'y opposait d'ailleurs, car si, comme nous l'avons dit, la loi du 15 juin 1906 et les règlements rendus pour son application n'avaient pas prévu « explicitement » l'exploitation en régie, il n'était pas douteux qu'elle avait été prévue *implicitement* dans le cahier des charges type des concessions communales, dont les articles 22, 24 et 26, § 6, stipulent la remise des ouvrages et du matériel de la distribution aux communes en fin de concession, en cas de rachat, ou en cas de déchéance, quand une seconde adjudication est restée sans résultat.

Mettre les communes en possession du réseau établi sur leur territoire, c'était évidemment leur laisser la faculté de l'exploiter un jour elles-mêmes.

Les décrets nouveaux du 30 août et du 8 octobre 1917 viennent de leur en conférer formellement le droit.

Retardée par la désorganisation des services des Travaux publics, due aux hostilités, l'élaboration de cette réglementation nouvelle, reprise dès que les circonstances le permirent, aboutit aujourd'hui au règlement et au décret précités.

Commentaire du décret du 8 octobre 1917 portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et fixant les conditions d'exploitation en régie des distributions d'énergie électrique. — Ce règlement d'administration publique (1) a été rendu par application

(1) On sait que la principale distinction existant entre un décret portant règlement d'administration publique et un décret réglementaire est la suivante : le règlement d'administration publique est rendu par le Président de la République en vertu d une disposition spéciale d'une loi qui le charge d'en régler les détails d'application sur tel ou tel point ; la consultation du Conseil d'Etat est obligatoire et le décret porte la mention : « le Conseil d Etat entendu. »

Au contraire, le décret réglementaire est rendu par le Président de la République en vertu du pouvoir réglementaire qui lui appartient comme chef du pouvoir exécutif ; la consultation du Conseil d'Etat n'est pas obligatoire (bien qu'en fait il soit souvent consulté) et le décret porte la mention : « Après avis du Conseil d'Etat ».

Exceptionnellement, certains décrets réglementaires doivent cependant être soumis obligatoirement au Conseil d'Etat. C'est le cas pour les décrets approuvant les cahiers

Digitized by Google

de l'article 18 de la loi du 15 juin 1906 et sur le rapport commun des ministres de l'Intérieur, des Travaux publics et des Transports, du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et de l'Agriculture [1].

Il vise dans ses considérants le paragraphe 8 dudit article 18 ainsi conçu :

« ART. 18. — Des règlements d'administration publique... déterminent... :

. . . .

» 8° *Et, en général, toutes les mesures nécessaires à exécution de la présente loi.* »

Par les termes très larges de ce paragraphe, le législateur a voulu laisser à l'Administration toute liberté pour l'établissement des règlements dont il était impossible en 1906 de prévoir l'opportunité. La pratique de la loi devait seule permettre, en effet, de juger, avec le temps, des dispositions nouvelles qu'il y aurait lieu d'introduire dans la législation, au fur et à mesure des besoins.

C'est précisément le cas qui se produit aujourd'hui pour la réglementation à appliquer aux exploitations en régie des réseaux municipaux.

ATTRIBUTION DE LA PERSONNALITÉ CIVILE AU SERVICE DE LA DISTRIBUTION. — Il importe avant tout de faire remarquer qu'aux termes de l'article 2 du règlement [2] du 8 octobre 1917 le service de distribution exploité directement par une commune ou un Syndicat de communes est doté de la personnalité civile. Ce service devient donc une personne morale publique, comme ayant pour mission d'assurer le fonctionnement d'un service public ou d'intérêt général, et semble devoir à ce titre être classé dans la catégorie des *établissements publics* et non dans celle des établissements d'utilité publique.

Le *classement* de certaines personnes morales publiques dans l'une ou l'autre de ces deux sortes d'établissements est parfois, comme on le sait, des plus délicats à effectuer. Bien qu'en l'espèce, quelques-unes des caractéristiques juridiques spéciales aux établissements publics paraissent faire défaut dans la réglementation applicable aux régies de distribution d'énergie électrique, nous pensons néanmoins que ces régies rentrent plutôt, comme il vient d'être dit, dans la catégorie des établissements publics.

Ce classement a des conséquences juridiques importantes, mais leur examen sortirait du cadre de cette étude. On doit donc se borner ici à en prendre note.

CONTRÔLE. — Si dans son paragraphe premier, l'article 2, du décret du 8 octobre, attribue la personnalité civile au service de la distribution et l'appelle ainsi à bénéficier des droits et avantages généraux réservés aux établissements publics, le paragraphe 2 du même article stipule, par contre, que c'est seulement dans la limite précisée par le décret qui lui accorde cette personnalité civile et ajoute que la régie est, en outre, soumise au même contrôle qu'un service concédé.

Il découle de cette dernière disposition que les prescriptions des règlements, décrets, arrêtés et circulaires pris pour l'exécution de la loi du 15 juin 1906 sont applicables aux régies, mais, bien entendu, dans la mesure compatible avec ce mode spécial d'installation et d'exploitation d'un réseau. On peut citer comme principaux parmi ces textes : le décret du 3 avril 1908 (application de la loi de 1906) ; le décret du 17 octobre 1907 (organisation du contrôle), modifié par le décret du 6 septembre 1912 ; le décret du 17 octobre 1907, sur les redevances modifié par le décret du 7 septembre 1912 (sous cette réserve que la régie ne doit pas de redevances à la commune pour l'occupation du domaine public communal) ; l'arrêté technique du 21 mars 1911 ; la circulaire du 5 septembre 1908 relative à la traversée et à l'emprunt des voies ferrées par des canalisations d'énergie électrique et portant envoi d'un modèle d'arrêté-type préfectoral ; la circulaire du 1er septembre 1909 portant envoi d'un modèle d'arrêté-type préfectoral pour l'élagage des arbres sur les voies publiques empruntées par des distributions d'énergie électrique.

L'application aux régies de ces diverses dispositions nécessitera sans doute la publication d'instructions ministérielles, sous forme d'arrêtés ou de circulaires, destinées à régler certains points de détail. C'est ainsi que se posera, par exemple, la question de savoir si, par application de l'article premier du décret du 17 octobre 1907 modifié par le décret du 7 septembre 1912, la régie (en réalité le budget communal) devra payer des redevances à l'*État* et au *Département* pour l'occupation du domaine public, national ou départemental, par le réseau communal.

Il y aura de même à statuer sur la question des frais de contrôle pouvant être dus par la régie à l'État au titre des distributions soumises au contrôle des municipalités (art. 18, § 3° de la loi du 15 juin 1906 et art. 9 du décret des 17 octobre 1917-6 septembre 1912). On sait que ces frais, dont le montant est arrêté annuellement par le ministre, sont actuellement fixés à 5 fr par kilomètre de ligne et par an

des charges type des concessions de distribution d'énergie électrique, en vertu de l'article 6, § 2 de la loi du 15 juin 1906, aux termes duquel toute « concession est soumise aux clauses d'un cahier des charges conforme à l'un des types approuvés par décret *délibéré en Conseil d'Etat*, etc... »

Ces derniers décrets présentent alors une très grande analogie apparente avec les règlements d'administration publique, et il ne sera guère possible de les distinguer les uns des autres que par la qualification qui leur est donnée par la loi même dont ils sont issus.

(1) Le ministre des Finances n'intervient que pour les règlements concernant les redevances dues pour occupation du domaine public tels, par exemple, que le règlement du 17 octobre 1907, modifié par le décret du 7 septembre 1912.

(2) L'article 2 est ainsi conçu :

« Le service de distribution exploité directement par une commune ou un Syndicat de communes est doté de la personnalité civile.

» Il est soumis aux prescriptions du présent décret et assujetti au même contrôle qu'un service concédé. »

Digitized by Google

AUTORISATION DE CONSTRUIRE ET D'EXPLOITER EN RÉGIE. — Aux termes de l'article premier du règlement [1] du 8 octobre 1917, l'autorisation d'exploiter (et celle de construire lorsque la commune veut établir elle-même son réseau) est donnée, si la distribution ne comporte pas de déclaration d'utilité publique et que le cahier des charges est conforme au type approuvé par le décret du 30 août 1917,

1° PAR LE PRÉFET, *si la distribution ne s'étend que sur une ou plusieurs communes situées dans un même département.*

Il y a lieu de remarquer ici que, contrairement à ce qui se passe pour les concessions, le maire (si une seule commune est intéressée) ou le président du Syndicat (si plusieurs communes syndiquées sont intéressées) n'ont jamais à statuer sur les demandes d'autorisation. Il ne pouvait en être autrement car le maire, même comme agent du pouvoir central, ne devait évidemment pas avoir à prendre de décision sur la demande qu'il est appelé, comme représentant de la personnalité civile de la commune, à formuler, au nom du conseil municipal, pour l'exploitation en régie du réseau communal. — Il eût été juge et partie.

2° PAR LE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS, *sur l'avis conforme du ministre de l'Intérieur, si la distribution doit s'étendre sur plusieurs départements.*

En cas de non-approbation de la demande par le ministre de l'Intérieur, la distribution en régie ne peut donc être autorisée par le ministre des Travaux publics seul puisqu'il ne peut statuer que sur avis *conforme* de son collègue.

Le règlement du 8 octobre étant muet à ce sujet, rien ne permet de penser qu'on pourrait étendre à ce cas la procédure instituée, en matière d'examen des projets d'exécution, par l'article 14 de la loi du 15 juin 1906 qui prévoit qu'un décret rendu en Conseil des ministres statuera, si l'accord n'a pu se faire entre les services compétents et que les ministres intéressés n'ont pas tous adhéré à l'avis émis à ce sujet par le Comité d'électricité.

On a voulu, pour les régies municipales, laisser exclusivement aux deux seuls départements ministériels directement intéressés : les Travaux publics et l'Intérieur, le soin de statuer de concert, définitivement et sans appel.

(1) Cet article est ainsi conçu :

« *Règlement du 8 octobre 1917.* ARTICLE PREMIER : L'autorisation d'exploiter en régie une distribution d'énergie électrique est donnée à une commune ou à un syndicat de communes, lorsque l'établissement de la distribution ne comporte pas de déclaration d'utilité publique et est soumise à un cahier des charges conforme au type approuvé par décret délibéré en Conseil d'Etat :

1° Par le préfet, si la distribution ne s'étend que sur des communes situées dans un même département ;

2° Par le ministre des Travaux publics, sur l'avis conforme du ministre de l'Intérieur, si elle s'étend sur des communes situées dans plusieurs départements.

L'autorisation est donnée par décret délibéré en Conseil d'Etat, sur le rapport des ministres des Travaux publics et des Transports et de l'Intérieur, lorsque les conditions énumérées ci-dessus ne sont pas toutes remplies. »

3° PAR DÉCRET DÉLIBÉRÉ EN CONSEIL D'ÉTAT, *rendu sur le rapport commun des ministres des Travaux publics et des Transports et de l'Intérieur « lorsque les conditions énumérées ci-dessus ne sont pas remplies ».*

Pour comprendre le sens de cette dernière expression, un peu laconique, du règlement du 8 octobre 1917, il faut se reporter au premier paragraphe de l'article premier qui énumère les « conditions » auxquelles elle fait allusion, c'est-à-dire : la déclaration d'utilité publique et la non-conformité au cahier des charges-type.

Le sens réel et détaillé du paragraphe indiqué ci-dessus sous le n° 3° est donc le suivant :

Par décret délibéré en Conseil d'Etat rendu sur le rapport commun des ministres des Travaux publics et des Transports et de l'Intérieur, soit lorsque l'établissement de la distribution doit faire l'objet d'une déclaration d'utilité publique, soit quand le cahier des charges n'est pas conforme au type et, a fortiori, quand ces deux circonstances sont réalisées en même temps.

On doit faire observer la différence de procédure instituée par l'article premier du règlement du 8 octobre entre les concessions et les distributions en régie.

En matière de concession, communale, *si le cahier des charges n'est pas conforme au type du 17 mai 1908* l'acte de concession est quand même passé par le maire ou par le préfet, mais il ne devient définitif qu'après avoir été approuvé par un décret délibéré en Conseil d'État.

Au contraire, en matière de distributions en régie, *si le cahier des charges n'est pas conforme au type*, le préfet n'a pas à accorder l'autorisation d'exploitation ; il se borne à transmettre le dossier au ministre des Travaux publics, avec son avis, et c'est par le décret même qu'est accordée l'autorisation d'exploiter.

Par modification à l'article 24 du décret [1] du 3 avril 1908 le décret d'autorisation n'aura pas à comporter l'avis du ministre de l'Agriculture ni celui de l'Administration des Postes et des Télégraphes (ministère du Commerce) car l'article premier du règlement du 8 octobre 1917 prévoit en son dernier paragraphe que le décret d'autorisation est pris seulement sur le rapport des ministres des Travaux publics et de l'Intérieur.

Dans le cas où l'établissement de la distribution en régie doit faire l'objet d'une déclaration d'utilité publique, la procédure de déclaration d'utilité, instituée par l'article 11 de la loi du 15 juin 1906 pour les concessions, doit trouver également son application ici puisque la loi est applicable aux distributions exploitées en régie et que le règlement du 8 octobre 1917 n'a rien

(1) Cet article est ainsi conçu :

« *Décret du 3 avril 1908.* — ART. 24. — Dans tous les cas où l'acte de concession comporte des modifications ou dérogations au cahier des charges-type arrêté en exécution de l'article 6 de la loi du 15 juin 1906, le dossier est transmis par les soins du ministre des Travaux publics au Conseil d'Etat, avec les avis du ministre de l'Intérieur, du ministre de l'Agriculture et de l'administration des Postes et Télégraphes. L'approbation de la concession est prononcée par décret, conformément aux dispositions de l'article 7 de la loi. »

Digitized by Google

innové en ce qui concerne la procédure de déclaration d'utilité publique des régies.

Par suite, la déclaration d'utilité publique de l'établissement du réseau de la régie devra être prononcée, comme l'indique l'article 11 de la loi de 1906, « *après enquête, par un décret délibéré en Conseil d'État sur le rapport des ministres des Travaux publics et de l'Intérieur, après avis du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et du ministre de l'Agriculture.*

L'acte d'autorisation ne devenant définitif qu'après avoir été approuvé par ce décret. »

Une difficulté se présente alors pour la conciliation du paragraphe 2° de l'article premier du règlement du 8 octobre avec l'article 11 alinéas 2 et 3 de la loi de 1906.

L'autorisation d'exploiter est donnée, aux termes de l'article premier, paragraphe 2° (2e alinéa) du règlement du 8 octobre 1917, par décret délibéré en Conseil d'État rendu sur le rapport des ministres des Travaux publics et de l'Intérieur et, aux termes de l'article 11 (alinéas 2 et 3) de la loi du 15 juin 1906, la déclaration d'utilité publique est prononcée aussi par un décret rendu en Conseil d'État sur le rapport des deux ministres précités, *après avis du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes et du ministre de l'Agriculture.* Ce dernier décret devrait alors approuver le premier pour rendre l'autorisation d'exploiter définitive !

Il n'a pu entrer dans les intentions du Conseil d'État d'imposer un tel luxe de formalités. On doit donc concilier ces divers textes par la simple logique, sans s'attacher à une interprétation purement littérale et décider que, dans le cas qui nous occupe, *c'est le décret déclaratif d'utilité publique qui, en statuant sur la déclaration d'utilité publique, autorisera en même temps l'exploitation en régie.* Le paragraphe 2° (2e alinéa) de l'article premier du décret du 8 octobre n'aura donc pas alors à être appliqué.

D'autre part, il y a lieu de remarquer que le décret déclaratif d'utilité publique doit être pris, non seulement comme le décret d'autorisation prévu au paragraphe précité, sur le rapport des ministres des Travaux publics et de l'Intérieur, mais, en outre, après avis du ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, et du ministre de l'Agriculture.

Il en résulte qu'en matière de distribution exploitée en régie, c'est seulement *quand il y aura déclaration d'utilité publique* que le ministre de l'Agriculture aura à recevoir communication des dossiers relatifs aux demandes d'autorisation d'exploitation en régie.

Il est vrai qu'il a été appelé à contresigner le règlement du 8 octobre 1917 et à donner son avis sur le décret du 30 août 1917 approuvant le cahier des charges type.

Avant de terminer l'examen des conditions relatives à la délivrance de l'autorisation d'exploiter, rappelons qu'aux termes de l'article 21 du règlement du 8 octobre, c'est l'acte autorisant l'exploitation directe par la commune qui règle le mode de constitution du fonds de réserve constitué pour les grosses réparations et le renouvellement du matériel.

Retrait de l'autorisation d'exploiter. — Le retrait de l'autorisation d'exploiter, qui correspond à la déchéance en matière de concession, est prononcée dans les conditions prévues à l'article 21 du cahier des charges-type approuvé sur le décret du 30 août 1917 pour les mêmes motifs qu'est prononcée la déchéance. Il serait sans intérêt de donner ici des détails qu'on trouvera exposés dans l'article précité du cahier des charges.

Il faut seulement faire ressortir les modalités essentielles des règles posées en l'espèce qui ne sont en définitive que la reproduction, appropriée aux régies, de celles applicables à la déchéance.

Le retrait *doit* être prononcé si la régie n'a pas présenté les projets d'exécution ou si elle n'a pas achevé et mis en service les lignes de distributions dans les délais et conditions fixés par le cahier des charges.

Le retrait *peut* être prononcé si la sécurité est compromise ou l'exploitation interrompue en partie ou en totalité.

Construction et exploitation du réseau. — Direction de la distribution. — L'exploitation du réseau est confiée à un directeur assisté d'un conseil d'administration dont on parlera ultérieurement.

Dans la plupart des cas l'institution de la régie aura pour objet d'exploiter un réseau déjà installé et le règlement du 8 octobre 1917 a surtout envisagé cette hypothèse (lex statuit de eo quod plerumque fit) mais il a prévu aussi, notamment dans le dernier paragraphe de l'article 4 [1] la possibilité pour une commune de construire le réseau municipal qu'elle se propose d'exploiter ensuite en régie. Une telle intention a déjà été manifestée par plusieurs communes et, comme on l'a dit précédemment, il est vraisemblable qu'avec la réglementation nouvelle dont nous exposons l'organisation, le nombre de communes voulant établir (et exploiter) elles-mêmes leur réseau augmentera sensiblement.

Indépendamment de l'exploitation proprement dite, l'administration de la régie est chargée d'assurer l'exécution des travaux complémentaires rendus nécessaires pour la mise en état du réseau. Elle est appelée en outre à donner son avis sur les projets de lignes nouvelles destinées à étendre le réseau et à augmenter son rendement.

On sait qu'aux termes de l'article 11 (§ 11, alinéa 2), il appartient au conseil d'administration de décider si tels ou tels travaux seront ou non exécutés en régie. Dans ce cas, et si l'exécution de ces travaux est confiée à l'Administration de la régie, cette Administration assure à titre de régisseur l'emploi des fonds votés par le conseil municipal (art. 14, § 2).

Elle est chargée aussi (art. 4, § 1er) de l'acquisition

[1] Art. 4, § 3. — « Elle (l'administration de la régie) peut être chargée par le conseil municipal de la construction des lignes dont l'exploitation devrait lui être confiée. »

Digitized by Google

— le cas échéant, sur simple facture (art. 11, § 11 alinéa 2) — du matériel, de l'outillage et des matériaux indispensables à l'exécution des travaux sur le réseau.

La mise à l'enquête des projets d'installation, l'instruction de la demande d'autorisation, l'instruction et l'approbation des projets définitifs d'installation du réseau ou de travaux complémentaires se feront dans les conditions (¹) prescrites par les chapitres III et V du décret du 3 avril 1908, par le service du contrôle de l'État après examen en conférence par les services intéressés, — conférences auxquelles prendront part les agents du contrôle municipal et les services de voirie intéressés.

La réception des travaux, la mise en exploitation et toutes autres formalités telles que l'autorisation de circulation de courant, par exemple, s'effectueront également suivant les dispositions du décret précité du 3 avril 1908 intégralement applicables (¹) au cas des régies de distribution d'énergie électrique.

Organisation administrative — ADMINISTRATION DE LA RÉGIE. — COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION. — Aux termes des articles 5 et 6 du règlement du 8 octobre, la régie est administrée par un conseil d'administration composé de quatre membres non compris le directeur de la distribution qui en fait partie de droit. Les membres de ce conseil et le directeur sont nommés par le maire après agrément par le préfet.

Ils ne peuvent être relevés de leurs fonctions que dans les mêmes formes.

DURÉE DES FONCTIONS. — Les membres du conseil d'administration autres que le directeur sont nommés pour quatre ans. Ils sont renouvelés par moitié, tous les deux ans ; les membres sur lesquels portera le premier renouvellement partiel sont désignés par voie de tirage au sort, dans le mois de décembre qui suit l'expiration d'une période de deux ans, comptée à partir de l'entrée en fonctions du conseil.

Les membres sortants peuvent être nommés de nouveau (art. 7).

INCOMPATIBILITÉS. — Les fonctions de membre du conseil d'administration et celles de directeur sont incompatibles avec un mandat de sénateur, député, conseiller général ou conseiller d'arrondissement, conseiller municipal, conféré dans le département.

Aucun membre du conseil ne peut être entrepreneur ou fournisseur du service à un titre quelconque (art. 8).

L'ingénieur en chef du contrôle de l'État ou ses délégués, qui, aux termes de l'article 10 du décret du 8 octobre, ont le droit d'assister aux séances avec voix consultative, ne peuvent pas faire partie du conseil d'administration ; il en est de même pour les agents de contrôle communal, dans la commune où ils exercent leurs fonctions.

PRÉSIDENCE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION. — Le conseil d'administration désigne son Président parmi les membres autres que le directeur. En cas de partage, la voix du Président est prépondérante (art. 9).

INDEMNITÉS. — Les membres du conseil reçoivent, pour chaque séance à laquelle il assistent, une indemnité dont le montant est fixé par le conseil municipal (art. 9). Il semble qu'elle pourrait être basée sur un pourcentage des bénéfices de l'exploitation à la fin de chaque exercice.

RÉUNIONS DU CONSEIL. ORDRE DU JOUR. — Le conseil d'administration se réunit sur la convocation de son Président ou sur l'invitation du maire, et au moins une fois par mois.

L'ordre du jour de chaque réunion est adressé, huit jours à l'avance, à l'ingénieur en chef du contrôle de l'État (art. 10).

ATTRIBUTIONS DU CONSEIL D'ADMINISTRATION. — Le conseil d'administration statue sur la proposition du directeur.

Les attributions de ce conseil sont les suivantes :

Il règle l'organisation générale du service (art. 11) ;

Il arrête les dispositions à soumettre au conseil municipal pour les cadres du personnel, les traitements et allocations accessoires et les pensions de retraite (art. 11) ;

Il fixe les règles applicables au recrutement, à l'avancement, à la discipline et aux conditions du travail (art. 11) ;

Il nomme les chefs de service et tous les agents (art. 11) ;

Il propose au maire le fonctionnaire du service de la régie que ce dernier aura à désigner pour remplacer le directeur en cas d'absence (art. 13) ;

Il décide l'exécution des travaux de grosses réparations (art. 11) ;

Il adresse au préfet, pour être soumises au conseil municipal, des propositions en vue de l'exécution des travaux complémentaires (art. 11).

Il approuve les marchés et traités relatifs aux divers services (art. 11).

Il décide, en ce qui concerne la passation des marchés, s'il convient de procéder par voie d'adjudication publique ou de traités à l'amiable avec ou sans appel à la concurrence (art. 11).

Il décide si les travaux seront exécutés en régie et les achats effectués sur simple facture (art. 11).

Il assure à titre de régisseur, lorsque l'exécution de ces travaux ou ces achats lui sont confiés, l'emploi des fonds votés par le conseil municipal (art. 14).

Il approuve les décomptes d'entreprises supérieures à 10 000 fr (art. 11).

Il autorise le directeur, pour tout ce qui concerne l'exploitation, à intenter ou soutenir les actions judiciaires et à accepter les transactions (art. 11).

Il établit les tarifs, dans les limites des maxima fixés par le cahier des charges (art. 11).

Il vote le budget de la régie et délibère sur les comptes (art. 11).

(¹) ART. 2 § 2 du règlement du 8 octobre 1917. — Art. 4 du cahier des charges type annexé au décret du 30 août 1917.

Digitized by Google

Il autorise, par une délibération approuvée par le maire, le versement dans la caisse de la régie des sommes allouées par la commune pour le fonctionnement de la régie (art. 20).

Il autorise, dans les mêmes conditions, les prélèvements à opérer sur le fonds de réserve constitué pour grosses réparations et renouvellement du matériel (art. 21).

Il examine le compte administratif qui est présenté par le directeur dans les trois mois suivant la clôture de l'exercice; on sait que ce compte, communiqué au conseil municipal, est arrêté par le maire (art. 28).

Exécution des délibérations. — Les délibérations du conseil d'administration sont immédiatement communiquées au maire. Elles sont exécutoires, dans les matières pour lesquelles l'approbation d'une autre autorité n'est pas exigée soit par les lois et règlements, soit par les dispositions du présent décret, aussitôt que le maire a fait connaître qu'il ne s'y opposait pas et, en cas de silence du maire, le huitième jour après celui où la communication lui a été faite (art. 12).

En cas de désaccord entre la municipalité et le conseil d'administration, il est statué par le préfet (art. 12).

Attributions du directeur de la distribution. — Le directeur a sous ses ordres tout le personnel de la distribution (art. 13) et fait toutes propositions utiles au conseil d'administration en ce qui concerne les agents de ce service.

Il assure la gestion et le bon entretien du réseau, passe les marchés et les traités, représente la régie en justice et fait tous les actes conservatoires.

Il rend compte au conseil d'administration du fonctionnement des services et prend toutes les décisions non réservées à ce conseil (art 13).

Il prépare le budget de la régie (art. 17).

Il assure le contrôle des recettes et délivre les titres de perception (art. 23).

Il engage les dépenses dans la limite des crédits budgétaires, et conformément aux décisions du conseil d'administration, liquide ces dépenses et en ordonne le montant (art. 23).

Il tient écriture de ces diverses opérations (art. 23).

Il doit, en outre, tenir une comptabilité-matières s'appliquant aux approvisionnements, au matériel, à l'outillage et au mobilier (art. 29).

Il vise les demandes formulées par le caissier en vue d'opérer les retraits de fonds sur la caisse de la régie (art. 25) [1].

Il présente, dans les trois mois suivant la clôture de l'exercice, le compte administratif qui doit être approuvé par le conseil d'administration et arrêté par le maire (art. 28).

Aux termes de l'article 13 du règlement du 8 octobre 1917, le directeur est remplacé, en cas d'absence, par un des fonctionnaires du service désigné par le maire sur la proposition du conseil.

[1] Les demandes de retraits sur le fonds de réserve doivent être visées à la fois par le directeur et par le maire (art. 21).

Organisation financière. — Budget de la distribution. — Préparation du budget. — Le budget des recettes et dépenses annuelles de la régie est préparé par le directeur, voté par le conseil d'administration et approuvé par le maire (art. 17).

Il ne peut être modifié que dans les mêmes formes (art. 17).

Dans l'examen des propositions budgétaires à présenter au conseil d'administration, il y a lieu de tenir compte de ce fait que les dépenses ci-après indiquées sont assurées au moyen de crédits votés par le conseil municipal et inscrits au budget de la commune, savoir :

a) Les dépenses de premier établissement [1] (art. 19);

b) Les dépenses relatives à l'établissement des lignes neuves, aux travaux complémentaires ainsi qu'à l'acquisition de matériel (art. 14 et 19);

c) La dépense correspondant aux sommes mises par la commune à la disposition de la régie à titre de fonds de roulement (art. 19).

Doit être inscrit aussi au budget communal, suivant les cas, soit en recettes, le montant des sommes auxquelles est évalué l'excédent des recettes annuelles de la régie sur les dépenses ; soit en dépenses, le crédit nécessaire pour couvrir l'excédent à prévoir des dépenses annuelles sur les recettes (art. 16).

A l'appui du chiffre à inscrire au budget communal, le directeur devra joindre, pour être présenté par le maire au conseil municipal au moment du vote du budget, un état de développement des prévisions de recettes et de dépenses de la régie, un exemplaire du dernier compte administratif, ainsi qu'un rapport faisant ressortir la situation financière et économique de la distribution et signalant les causes d'accroissement ou de diminution de la consommation d'énergie, des recettes et des dépenses constatées ou à prévoir (art. 16).

Les sommes que la commune met à la disposition de la régie comme fonds de roulement sont déterminées par le conseil municipal (art. 15).

Composition du budget. — Répartition en deux sections. — Le budget est divisé en deux sections, la première afférente aux recettes et aux dépenses annuelles, la deuxième aux dépenses d'établissement, d'extension ou d'amélioration de la distribution et aux ressources destinées à y pourvoir (art. 17).

Première section. — La première section du budget de la distribution comprend :

A. — En recettes :

1° Les produits de l'exploitation ;

2° Les produits du domaine et de la vente des objets mobiliers ;

3° Les produits divers et accidentels, y compris les

[1] Les sommes destinées à faire face à ces dépenses sont versées à la régie, sauf dans le cas où les dépenses ont été effectuées directement par les services municipaux pour la construction des installations.

Digitized by Google

fonds de concours versés pour le service de l'exploitation;

4° Les prélèvements autorisés sur le fonds de réserve;

5° La somme prélevée sur le crédit ouvert au budget communal pour parer, s'il y a lieu, à l'insuffisance des recettes ci-dessus énumérées.

B. — En dépenses :

1° Les frais d'exploitation et d'entretien (services du Conseil d'administration et de la direction, exploitation proprement dite, matériel et bâtiments);

2° Les dépenses diverses;

3° Les grosses réparations et le renouvellement des installations et de l'outillage;

4° Les versements au fonds de réserve;

5° Les charges du capital d'établissement comprenant :

a) Les annuités de rachat des concessions antérieures;

b) Les intérêts, l'amortissement, les frais de timbre et de service des emprunts contractés par la commune pour l'établissement ou le rachat, la mise en exploitation, l'extension et l'amélioration de la distribution;

c) Les charges analogues qui correspondraient aux dépenses faites par la commune pour les mêmes objets et couvertes au moyen de ressources autres que les emprunts; l'évaluation de ces charges est arrêtée par le préfet sur la proposition du conseil municipal;

6° S'il y a lieu, le versement à la commune de l'excédent des recettes de la première section sur les dépenses énumérées ci-dessus.

Deuxième section. — La deuxième section du budget de la régie comprend :

A. — En recettes :

1° Les sommes versées à la régie par la commune pour faire face aux dépenses énumérées ci-après;

2° Les sommes versées directement à la régie par des tiers, à titre de fonds de concours, pour participation aux dites dépenses.

B. — En dépenses :

1° Les dépenses de premier établissement autres que celles qui seraient effectuées directement par les services municipaux pour la construction des installations nouvelles;

2° Les dépenses de travaux complémentaires et d'acquisition de matériel;

3° Le montant du fonds de roulement.

Fonds de réserve. — Il est constitué un fonds de réserve pour grosses réparations et renouvellement du matériel.

Le mode de constitution de ce fonds de réserve est réglé par l'acte autorisant l'exploitation directe (art. 21).

Aucun prélèvement ne peut y être opéré qu'en vertu d'une délibération du Conseil d'administration approuvée, après avis du service du contrôle communal, par le maire, qui en rend compte au conseil municipal dans sa plus prochaine réunion (art. 21).

Ce fonds de réserve fait l'objet d'un compte hors budget dans les écritures de la régie. Le montant en est déposé dans la caisse du receveur municipal à un compte courant spécial. Les retraits ont lieu sur une demande du caissier visée par le directeur de la distribution et par le maire (art. 21).

Exécution du budget. — La période d'exécution du budget de la régie est la même que celle du budget communal (art. 22).

En fin d'exercice les restes à recouvrer et les restes à payer sont ajoutés aux prévisions et autorisations du budget en cours.

Les crédits non utilisés, afférents aux travaux d'établissement ou d'entretien, sont reportés de plein droit au budget de l'exercice suivant.

Caisse de la régie. — Le caissier de la régie est nommé par le maire sur la proposition du Conseil d'administration.

Il est chargé :

1° De centraliser les recettes [1] et les dépenses;

2° D'opérer les recouvrements qui lui sont confiés et d'acquitter les dépenses assignées sur sa caisse (art. 24).

De déposer ses fonds disponibles en compte courant à la recette municipale (art. 25.)

D'adresser au receveur municipal, en temps utile, après les avoir fait viser par le directeur, les demandes de retrait des fonds nécessaires au fonctionnement de la régie (art. 25).

Il est justiciable de la Cour des Comptes et tenu de fournir un cautionnement dont le montant est fixé par arrêté du maire (art. 24).

La gestion du caissier est assujettie aux vérifications de l'inspection générale des Finances (art. 26).

Les comptes du caissier de la régie sont rendus dans les mêmes formes et délais que le compte de gestion du receveur municipal (art. 27).

Attributions du maire *(ou du président du syndicat lorsque la régie est organisée par un syndicat de communes)*. — Les attributions du maire (ou du président du Syndicat) sont les suivantes :

Il nomme les membres du Conseil d'administration et le directeur après agrément du préfet (art. 6).

Il peut inviter le Conseil d'administration à se réunir à défaut de convocation par le président (art. 10).

Il reçoit communication des délibérations du Conseil d'administration (art. 12).

Il déclare s'il s'oppose ou non à l'exécution des délibérations du Conseil d'administration de la régie. Son silence comporte approbation tacite après un délai de huit jours depuis la communication à lui faite (art. 12).

En cas d'absence du directeur de la distribution d'énergie, il désigne le fonctionnaire du service chargé de le remplacer.

Il propose au conseil municipal l'inscription au bud-

[1] Aux termes de l'article 20 du règlement du 8 octobre 1917, les sommes allouées par la commune sont versées, dans la caisse de la régie sur la production d'une délibération du Conseil d'Administration, approuvée par le maire, sur le rapport du service du contrôle communal constatant et certifiant l'état des besoins.

Digitized by Google

get communal des crédits nécessaires au fonctionnement de la régie (art. 15).

Il fournit au conseil municipal, à l'appui du chiffre à inscrire au budget communal, un état de développement des prévisions de recettes et de dépenses de la régie, ainsi qu'un exemplaire du dernier compte administratif. Il y joint un rapport faisant ressortir la situation financière et économique de la distribution et signalant les causes d'accroissement ou de diminution de la consommation d'énergie, des recettes et des dépenses constatées ou à prévoir (art. 16).

Il approuve le budget de la régie, mais seulement après inscription au budget communal du chiffre en recettes ou dépenses, prévu ci-dessus.

Il approuve, sur le rapport du service du contrôle communal, la délibération du conseil d'administration autorisant le versement dans la caisse de la régie des fonds alloués par la commune (art. 20).

Il vise les demandes de retraits sur le fonds de réserve présentées par le directeur; approuve la délibération prise à ce sujet par le conseil d'administration et en rend compte au conseil municipal dans sa plus prochaine réunion (art. 21).

Il nomme le caissier de la régie sur la proposition du conseil d'administration (art. 24.)

Il arrête le montant du cautionnement que cet agent aura à fournir (art. 24).

Il communique au conseil municipal le compte administratif de la régie et l'arrête après approbation par le conseil d'administration (art. 28).

Attributions spéciales du conseil municipal en matière de régie. — Le budget de la régie étant rattaché au budget communal, le conseil municipal exerce en ce qui concerne ce budget annexe, dans les limites indiquées par le règlement du 8 octobre 1917 et suivant les dispositions du décret du 31 mai 1862 sur la comptabilité publique, les attributions normales qu'il tient de la loi du 5 avril 1884; il n'y a pas dès lors à en parler ici.

Il importe seulement d'indiquer le rôle que le conseil municipal est appelé à jouer dans le fonctionnement du service de la distribution exploitée en régie et les attributions spéciales que lui confère à ce point de vue le règlement précité du 8 octobre.

Ces attributions sont les suivantes :

Il fixe les cadres du personnel du service de la régie, les traitements, les allocations, les pensions de retraite (art. 11).

Il fixe le montant des indemnités dues aux membres du conseil d'administration (art. 9).

Il examine les propositions relatives à l'exécution des travaux complémentaires à effectuer sur le réseau (art. 11).

Il reçoit le compte rendu du maire au sujet des prélèvements effectués sur le fonds de réserve (art. 21).

Il statue sur la revision des tarifs (art. 15, cahier des charges type du 30 août 1917).

Il approuve le modèle des polices d'abonnement qui seront proposées par le maire à l'acceptation du préfet (art. 18 du cahier des charges type).

Il examine le compte administratif de la régie qui lui est communiqué par le maire (art. 16 et 28 du règlement du 8 octobre 1917).

J. de Rigney.

Législation, jurisprudence, réglementation

Projet de loi relatif aux contributions directes et aux taxes y assimilées de l'exercice 1918 [1].

Chaque année, le gouvernement soumet aux Chambres, en vue d'obtenir leur autorisation, le projet de loi relatif à l'établissement des contributions et taxes directes pour l'année suivante. Cette année, le projet est présenté suivant la forme habituelle, mais il tient compte naturellement des modifications apportées à notre système fiscal par les votes récents du Parlement.

En effet, c'est à partir du 1er janvier 1918 que doivent être appliquées les nouvelles contributions instituées par la loi du 31 juillet 1917 : impôts sur les bénéfices industriels et commerciaux, sur les bénéfices de l'exploitation agricole, sur les traitements et les salaires, les pensions et les rentes viagères, enfin sur les bénéfices des professions non commerciales formant avec la contribution foncière, dont le taux a été rehaussé par la loi susvisée, un système d'impôts cédulaires auxquels se superpose l'impôt général sur le revenu.

[1] *Journal officiel*, 23 septembre 1917. Documents parlementaires de la Chambre, annexe 3 707, p. 1 153 et annexe 3 715, p. 1 163

D'autre part, les anciens impôts de répartition, contributions personnelle-mobilière et des portes et fenêtres, et contribution des patentes cesseront d'être établis pour 1918 en tant qu'impôts d'État.

Le produit probable des impôts directs est évalué, pour l'année 1918, à la somme de 1 272 812 962 fr.

Le projet actuel ne fait que reproduire les dispositions annuellement adoptées pour tout ce qui touche à la base de ces impositions, à leur quotité et à celle des centimes qui doivent y être ajoutés pour faire face aux dégrèvements et aux frais de perception supportés par l'État.

Le projet est accompagné de trois états. L'état A est un tableau des contributions directes à imposer pour l'exercice 1918; l'état B est un tableau des taxes assimilées aux contributions directes à imposer pour l'exercice 1918; enfin, l'état C est un tableau des droits, produits et revenus, dont les rôles peuvent être établis pour l'exercice 1918 conformément aux lois existantes, au profit de l'État, des départements, des communes, des établissements publics et des communautés d'habitants dûment autorisés.

La Commission du budget a émis un avis favorable à l'adoption du projet de loi.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 23. — 8 DÉCEMBRE 1917.

Chronique. — L'immixtion allemande dans l'industrie électrique suisse. — Société des Ingénieurs civils. — Académie des Sciences, p. 881 et 882.

Section scientifique et technique. — Le potentiel vecteur, par J.-B. POMEY, p. 883. — Revues, analyses et informations : Recherche des défauts des induits des machines à collecteur causant une commutation défectueuse, p. 886 : Essais comparatifs sur les audions, p. 887.

Section industrielle. — Sur l'utilisation de l'aluminium dans les industries électrique, mécanique, chimique et métallurgique, par Jean ESCARD, p. 891. — La tourbe et l'industrie électrique, par Pierre GUIEU, p. 899. — Revues, analyses et informations : Fabrication électrique des nitrates synthétiques, p. 906 ; Machines d'extraction à commande électrique : Influence des données fondamentales fournies par l'ingénieur des mines sur la détermination des installations d'extraction électriques, p. 907.

Section économique et financière. — Assemblées générales : L'Energie industrielle, p. 909 ; Compagnie lorraine d'Electricité, p. 909. — Revues, analyses et informations : L'éducation professionnelle des invalides de la guerre en Angleterre, p. 910.

Section de législation. — Le nouveau cahier des charges type pour l'exploitation en régie d'une distribution municipale d'énergie électrique, par Paul BOUGAULT, p. 911. — Législation, jurisprudence, réglementation : Décret portant approbation d'un cahier des charges type pour l'exploitation en régie d'une distribution d'énergie électrique par une commune ou un syndicat de communes, p. 914 ; Projet de loi tendant à instituer au ministère des Finances un service chargé de centraliser la comptabilité des indemnités pour la réparation des dommages de la guerre, p. 919 ; Décret modifiant le décret du 10 juillet 1913, concernant les mesures générales de protection et de salubrité publique applicables à tous les établissements assujettis, p. 920.

L'immixtion allemande dans l'industrie électrique suisse. — L'information de l' « Exportateur français », reproduite dans notre numéro du 1er décembre 1917, relatant l'achat par le gouvernement allemand de la totalité des actions de l'A. E. G. de Berlin ; l'article de M. Lazare Weiller, paru dans l' « Homme libre » du 28 novembre 1917, annonçant l'accaparement par le Dr Rathenau de toutes les forces électriques suisses, ont provoqué dans les milieux industriels français une émotion considérable.

La nationalisation de l'A. E. G. de Berlin est, à l'heure actuelle, un fait accompli ; mais cette prise de possession par l'Etat allemand de la puissante Société d'électricité n'implique pas, à notre avis, d'une façon générale l'accaparement des forces électriques suisses.

La législation suisse n'accorde pas aussi facilement des concessions de chutes d'eau que ne le suppose l'auteur de l'article cité plus haut. Nos lecteurs pourront utilement consulter à ce sujet la note parue dans notre numéro du 1er décembre 1917.

L'Allemagne, certes, nous ne le savons que trop, possède de grands intérêts dans certaines banques suisses patronnant des sociétés d'électricité, comme par exemple, dans la Banque pour Entreprises électriques, de Zurich.

De son côté, la France participe, elle aussi, par l'entremise de banquiers et d'industriels bien connus, à quelques sociétés suisses d'exploitation de chutes d'eau, de distribution d'électricité, etc.

Il serait donc excessif d'affirmer que la présence seule du Dr Rathenau, avec sa cohorte de 600 spécialistes affectés à l'ambassade de Berne, suffit à faire passer toute l'industrie électrique suisse sous la domination allemande.

Les Chemins de fer fédéraux suisses ont passé commande, comme nous l'avons annoncé dans notre numéro du 24 novembre, de quatre locomotives électriques d'essai destinées à la ligne du Saint-Gothard. La commande a été confiée aux Ateliers de Construction Oerlikon, à la maison Brown-Boveri pour les équipements électriques et à la Société suisse de Construction de Locomotives Winterthur, pour la partie mécanique.

L'A. E. G. de Berlin n'a pas même été consultée pour cette première commande.

L'électrification totale des Chemins de fer suisses, dont le coût est évalué à 500 millions de francs d'après l'article de M. E. Tissot dans le « Journal de Genève », exigera, cela va sans dire, une fourniture beaucoup plus importante de matériel électrique.

Cette électrification est d'un intérêt vital pour la

Digitized by Google

Suisse, car elle constitue le seul moyen pour ce pays de se libérer de la tutelle allemande pour la question des charbons et de retrouver son indépendance, après la guerre, pour tous ses achats de matières premières et produits demi-fabriqués.

Les deux grandes maisons suisses, les Ateliers de Construction Oerlikon et la Société Brown-Boveri sont largement en état d'exécuter, dans son intégrité, le programme d'électrification des chemins de fer. Il est toutefois bien entendu qu'elles seraient obligées d'avoir recours à l'industrie étrangère pour la fourniture des matières brutes nécessaires.

Les États alliés auront donc tout intérêt à combattre, par tous les moyens, l'industrie allemande en facilitant aux industriels suisses les importations des matières nécessaires à l'électrification de leurs chemins de fer.

Société des ingénieurs civils. — Séance du 30 novembre 1917. — Au cours de la séance du 30 novembre 1917 de la Société des Ingénieurs civils, deux intéressantes conférences ont été faites : *Voies ferrées du Havre à Paris* ; *le conducteur de retour du courant alternatif de traction*.

La première communication fut faite par M. E. Evers, ingénieur-conseil, qui a présenté à la Société un projet relatif à l'établissement d'une seconde ligne de chemin de fer entre le Havre et Paris. M. Evers a fait tout d'abord l'historique du port du Havre, a exposé les services que ce port avait rendus depuis le début des hostilités et décrit sommairement les travaux en exécution et en projet pour l'amélioration de ce port. Il a ensuite montré que les débouchés du port vers l'intérieur étaient complètement insuffisants. La Seine et une seule voie ferrée mettent le port en communication avec l'intérieur du pays. On comprend que, vu l'importance actuelle du port et les développements futurs prévus, il est indispensable de créer une nouvelle ligne de chemin de fer reliant le Havre au reste de la France. Depuis longtemps déjà, on s'est préoccupé d'étudier le tracé de la nouvelle ligne, plusieurs projets ont été présentés ; comme la configuration du terrain dans les environs de Rouen ne permet pas, sans des frais inadmissibles, d'augmenter de deux voies la ligne actuelle Paris-le Havre, ou de créer une ligne différente de la première passant à Rouen sur la rive droite de la Seine, il a fallu songer à établir la ligne projetée sur la rive gauche de la Seine, d'où nécessité de traverser le fleuve entre Rouen et le Havre. Cette traversée présente de grosses difficultés, il faut, soit construire un pont à une hauteur considérable, environ 65 m au-dessus du niveau d'eau le plus élevé pour permettre le passage des grands voiliers allant à Rouen, et les rampes d'accès pour y parvenir, soit employer un pont transbordeur, soit passer en souterrain sous le lit de la Seine. A notre avis il n'y a pas lieu de conserver l'idée d'un pont transbordeur, qui en cas de brouillard pourrait causer des collisions entre les bateaux et la nacelle contenant le train, et, de plus, ne pourrait avoir qu'un débit assez restreint, absolument incompatible avec les conditions d'un trafic intense. Restent les deux autres solutions. Celle d'un pont passant au-dessus du fleuve est celle qui a été envisagée par le gouvernement ; son seul inconvénient, et il est important, est la hauteur considérable qu'il devrait avoir, et comme le terrain ne s'y prête pas, il faudrait établir des rampes d'accès d'une très grande longueur pour y parvenir et éviter les pentes incompatibles avec les conditions d'exploitation d'une ligne à grand trafic. Le coût de l'ouvrage serait donc considérable.

Reste la dernière solution qui consiste à passer en tunnel sous le lit de la rivière. Cette solution présente également de grosses difficultés, il faudrait passer à une profondeur d'environ 25 m au-dessous du niveau du fleuve, construire de longues pentes d'accès ; le prix en serait très élevé ; et la construction en serait très délicate car, entre Rouen et le Havre, le lit de la Seine est constitué de sable ou de terrains d'alluvions dans lesquels il serait très difficile de faire avancer le bouclier, et qui constituerait un support peu stable pour le tunnel. De plus, la longueur du tunnel et les difficultés d'aération nécessiteraient l'emploi de la traction électrique et, par conséquent, deux changements de machine, d'où perte de temps et gêne dans l'exploitation à moins que toute la ligne ne soit électrifiée. C'est pourtant à un projet de ce genre que s'est rallié M. Evers et qu'il a présenté à la Société des Ingénieurs civils. Ce projet a cependant un grand avantage, c'est qu'en dehors de la traversée souterraine de la Seine, il n'y aurait à construire que très peu de voies nouvelles. Nos lecteurs trouveront dans le bulletin de la Société des Ingénieurs civils tous les renseignements complémentaires qui pourraient les intéresser sur le projet présenté par M. Evers.

La seconde conférence faite par M. J. Lhériaud, ingénieur à la Compagnie des chemins de fer du Midi, avait trait au retour du courant alternatif par les rails dans le cas de traction électrique à courant monophasé. On connaît les troubles graves causés par le voisinage des lignes de traction à courant alternatif simple dans les lignes à courants faibles telles que lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux. Ces perturbations ont trois causes principales : les dérivations par la terre, l'induction magnétique et l'induction statique. M. Devaux-Charbonnel a étudié ces trois causes dans « La Lumière électrique » (premier trimestre 1916, p. 217, 241, 265, 280 et deuxième trimestre 1916, p. 3), ainsi que les moyens d'y remédier. M. Charles Dachary a exposé également dans la « R. G. E. » des 3 mars et 7 avril 1917, t. 1, p. 333 et 535, l'application des transformateurs suceurs à la ligne de Perpignan à Villefranche de la Compagnie des chemins de fer du Midi ; ces transformateurs suceurs ayant pour but de drainer le courant de retour dans les rails ou dans un conducteur spécial de retour suivant leur mode de montage. M. J. Lhériaud a exposé devant la Société des Ingénieurs civils toute la série d'essais entrepris par la Compagnie des chemins de fer du Midi et se rapportant à cette question.

Après avoir étudié les causes des perturbations, il a exposé en détail tous les résultats des essais, et examiné les différents moyens à employer pour diminuer le plus possible les troubles causés par le courant de traction monophasé. Nous n'insisterons pas autrement sur la très intéressante communication de M. Lhériaud nous réservant d'y revenir plus tard.

Académie des sciences. — Séance du 26 novembre 1917. — Parmi les communications faites à la séance du 26 novembre 1917 à la savante assemblée, nous signalons en particulier celle de MM. H. Le Chatelier et B. Bogitch sur la fabrication des briques de silice ; nous analyserons prochainement cette intéressante communication dans la documentation de la « R. G. E. ».

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Le potentiel vecteur

La définition et les propriétés du potentiel newtonien ou du potentiel électrique sont familières à tous les électriciens. Les lecteurs de Maxwell savent, d'autre part, le grand usage fait par ce savant du potentiel vecteur. On sait que le champ magnétique est égal au rotationnel du potentiel vecteur dû aux courants. Mais cette seule propriété ne suffit pas pour définir complètement le potentiel vecteur, puisque, pour déterminer un champ de vecteur, il faut connaître en tout point non seulement le rotationnel, mais encore, la divergence. Suivant les hypothèses faites sur la divergence, on a donc différentes définitions du potentiel vecteur. L'auteur de l'article ci-après a soin de les distinguer. Il passe ensuite en revue divers points des théories de Maxwell et de Lorentz où intervient le potentiel vecteur et il en rappelle les principales propriétés, en se servant de la notation vectorielle. On trouvera donc réunis ici les divers aspects sous lesquels se présente le potentiel vecteur dans les diverses théories de l'électricité et du magnétisme.

Dans les popotes d'officiers du génie et de l'artillerie, on ne parle pas seulement de ce qui a trait à l'art militaire et aux événements du jour, mais il arrive bien souvent, et sans le moindre effort, que la conversation entremêle avec les saillies et les rires les considérations les plus élevées, et de temps en temps les mathématiques. C'est ainsi qu'un jour j'ai été amené à dire un mot du potentiel vecteur. Je me propose ici d'en parler avec un peu plus de développement.

1° Potentiel ordinaire et potentiel vecteur. — Soient m, m', m'' des masses scalaires placées aux points Q, Q′, Q″ ayant pour coordonnées (xyz), $(x'y'z')$, $(x''y''z'')$ et soient r, r', r'' les distances PQ, PQ′, PQ″ entre les points Q, Q′, Q″ respectivement et un point P de coordonnées $(\xi\eta\zeta)$. Le potentiel V de ces masses en P est

$$V = \frac{m}{r} + \frac{m'}{r'} + \frac{m''}{r''}.$$

Si ces masses m, m', m'', etc., sont des masses électriques, l'intensité du champ électrique en P sera

$$\text{grad } V, \text{ composantes} : -\frac{\partial V}{\partial \xi}, \quad -\frac{\partial V}{\partial \eta}, \quad -\frac{\partial V}{\partial \zeta}.$$

Remplaçons les masses scalaires par des masses vectorielles μ, μ', μ'' respectivement, le potentiel vecteur A en P sera

$$A = \frac{\mu}{r} + \frac{\mu'}{r'} + \frac{\mu''}{r''},$$

Cette égalité étant une égalité géométrique (ou vectorielle).

Supposons, maintenant, que chacun des vecteurs μ, μ', μ'' exerce en P une action à distance conforme à la loi de Laplace et soit H le vecteur représentatif du champ de ces actions. J'aurai

$$H = \text{rot } A,$$

$$\text{composantes} : \frac{\partial A_z}{\partial \eta} - \frac{\partial A_y}{\partial \zeta}, \quad \frac{\partial A_x}{\partial \zeta} - \frac{\partial A_z}{\partial \xi}, \quad \frac{\partial A_y}{\partial \xi} - \frac{\partial A_x}{\partial \eta}.$$

Lorsque les masses vectorielles μ, μ', μ'', etc., représentent aux divers points le vecteur courant, Maxwell appelle F, G, H les composantes de A, au lieu de A_x, A_y, A_z, et il prend comme trièdre de référence Ox, Oy, Oz, un trièdre orienté comme les directions Est, Nord, Zénith. C'est à cette condition seulement que l'action sur un pôle magnétique sera conforme à la règle du bonhomme d'Ampère. Alors H représente le champ magnétique (notre H, non le $H = A_z$ de Maxwell).

Pour démontrer cette propriété, il suffit de se reporter au théorème bien connu de Vaschy, lequel s'énonce ainsi : Soit donné un champ de vecteur, H ledit vecteur, Σ une surface fermée limitant le champ, ν le vecteur unité normal à Σ dirigé vers l'intérieur du champ et posons, en notations vectorielles,

$$4\pi\rho = \text{div } H, \quad 4\pi\mu = \text{rot } H, \quad 4\pi\sigma = (\nu H), \quad 4\pi\tau = [\nu H]$$

Soit V le potentiel scalaire des masses de volume $\rho d\varpi$ et de surface $\sigma d\Sigma$ ($d\varpi$ et $d\Sigma$ étant l'élément de volume et l'élément de surface); soit de même A le potentiel vecteur des masses vectorielles élémentaires $\mu d\varpi$ et $\tau d\Sigma$; on a

$$H = \text{grad } V + \text{rot } A.$$

Appliquons ce théorème. S'il n'y a pas de masses scalaires, on aura

$$\text{div } H = 0, \quad (\nu H) = 0,$$

et il restera (c'est le cas des courants)

$$H = \text{rot } A.$$

Digitized by Google

C'est par cette propriété qu'on fait le plus souvent connaissance avec le potentiel vecteur.

2° Potentiel vecteur et induction magnétique. — Que se passerait-il s'il y avait des masses scalaires réparties dans le volume du champ, si on avait un milieu magnétique en présence de courants? Dans ce cas, il suffirait, conformément aux vues d'Ampère, de remplacer les masses magnétiques par les courants particulaires, qui leur sont équivalents pour le calcul d'une action à l'extérieur du courant particulaire lui-même. Maxwell indique que dans ce cas H, champ magnétique, doit être remplacé par B, induction magnétique; Poincaré en a donné la démonstration [1]; la démonstration de Poincaré elle-même se simplifie, si l'on emploie le théorème de Vaschy.

Je passe cette démonstration.

On a donc, pour un point P, à l'intérieur d'un milieu polarisé

$$B = \text{rot}\, A.$$

3° Masses dont le potentiel vecteur est le vecteur champ. — Le potentiel vecteur est lui-même un vecteur; comme tout vecteur, il peut être considéré, d'après le théorème de Vaschy, comme le vecteur représentatif d'un champ dû à des masses exerçant des actions à distance suivant la loi de Newton et à des masses vectorielles exerçant des actions à distance suivant la loi de Laplace. Soit K (composantes p, q, r, de Maxwell) le courant de conduction, D (composantes f, g, h, le déplacement), S le courant total (Lorentz) soit, le milieu étant en repos,

$$S = K + \frac{dD}{dt}.$$

Appelons potentiel vecteur l'intégrale ci-après, relative aux masses dirigées de densité de courant

$$A = \int \frac{S}{r}\, d\varpi.$$

Et faisons la remarque préliminaire, que l'on a par la définition même de S

$$4\pi S = \text{rot}\, H.$$

D'où l'on déduit immédiatement

$$\text{div}\, S = 0.$$

Cela posé, nous avons vu que les conditions

$$\text{div}\, H = 0, \quad (\nu H) = 0,$$

entraînaient

$$H = \text{rot}\, A.$$

Je dis maintenant que l'on a

$$\text{div}\, A = 0.$$

Le vecteur A sera alors complètement défini dans tout l'espace, puisque l'on connaîtra sa divergence et sa rotation (pourvu que la surface Σ puisse être rejetée à l'infini et qu'en tous les points on y ait $A = 0$).

Voici la démonstration : soient F, G, H, les composantes de A ; j'ai

$$\frac{\partial F}{\partial \xi} = \int S_x \cdot \frac{\partial}{\partial \xi}\left(\frac{1}{r}\right) \cdot d\varpi = -\int S_x \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{r}\right) d\varpi,$$

parce que r est une fonction de $x - \xi$, $y - \eta$, $z - \zeta$.

On peut transformer la dernière intégrale par l'intégration par parties et l'intégrale de surface disparaîtra, le courant S étant nul à la limite du champ, et il reste

$$\frac{\partial F}{\partial \xi} = \int \frac{1}{r} \frac{\partial S_x}{\partial x}\, d\varpi.$$

En ajoutant les trois équations relatives à F, G, H, il vient

$$\text{div}\, A = \int \frac{1}{r} \text{div}\, S . d\varpi,$$

d'où, en tenant compte de ce que la div. de S est nulle,

$$\text{div.}\, A = 0.$$

Remarque. — Si A, au lieu d'être le potentiel vecteur du courant total S, n'était que le potentiel vecteur des courants de conduction tout seuls, on n'aurait div $A = 0$, que si l'on avait invariabilité de la charge

$$\frac{d}{dt} \text{div}\, D = 0.$$

Dans l'exposé de la théorie de Lorentz, Poincaré introduit le potentiel vecteur retardé A' du courant de convection seul eU; dans ce cas, on continue à avoir

$$H = \text{rot}\, A',$$

mais on a

$$\text{div}\, A' = -\frac{1}{V^2} \frac{\partial \psi'}{\partial t}$$

où ψ' est le potentiel scalaire retardé.

4° Équation de Poisson. — De la définition vectorielle

$$A = \int \frac{S}{r}\, d\varpi,$$

résulte l'égalité vectorielle

$$\Delta A = -4\pi S.$$

[1] Poincaré. *Électricité et optique*, p. 308.

Digitized by Google

C'est l'équation de Poisson ; on sait que la démonstration rigoureuse de cette formule est une des plus délicates de l'analyse. Jordan, dans son cours, la ramène aux principes en s'appuyant sur le théorème de Cauchy relatif à l'existence des intégrales des équations aux différentielles partielles. La difficulté provient des conditions qui doivent être remplies pour qu'on puisse intégrer sous le signe somme. Le théorème de Vaschy se démontre facilement avec quelques conditions de continuité imposées au vecteur H que l'on considère ; si on essaye inversement de partir des masses pour remonter au champ, immédiatement les conditions de légitimité de la dérivation sous le signe $\int$ se posent, et le problème devient très délicat ; c'est vraiment de l'analyse.

5° Application a l'électrodynamique. — Le potentiel vecteur joue un rôle important en électrodynamique. C'est ainsi que S représentant toujours le courant total, le travail élémentaire δT [1] est égal à

$$\delta T = \int (A \delta S) \, d\varpi.$$

(formule analogue à $\delta T = \int (V \delta e) d\varpi$ de l'électrostatique).

6° Application a l'induction. — Dans la théorie de l'induction magnétique $-\frac{dA}{dt}$ est la partie de la force électromotrice d'induction qui est due à la variation dans le temps du champ électromagnétique, au point considéré.

7° Loi de réciprocité. — Enfin, il y a une loi de réciprocité intéressante. Si on a

$$(A \text{ rot } A) = 0,$$

on aura

$$(H \text{ rot } H) = 0.$$

Voici sommairement comment on peut en faire la démonstration.

Je dis tout d'abord qu'il y a une famille de surfaces auxquelles le vecteur A est normal en chaque point.

[1] Je conserve la lettre T pour désigner le travail bien que la lettre A soit réservée pour cette grandeur par la Commission électrotechnique internationale des symboles ; la lettre A rappelle l'initiale du mot allemand Arbeit, qui signifie travail et dont le radical est emprunté au latin *arvum*. (Cf. Sachs et Vilætte.)

Appelons ligne de tourbillon une ligne qui est tangente en chaque point au vecteur rot A ; on peut engendrer une surface de « tourbillon » avec des lignes de tourbillon. Sur une surface de ce genre, on a pour une intégrale de ligne, dont l'élément est ds :

$$\int (A \, ds) = 0,$$

d'après le théorème de Stokes. Considérons une ligne P Q perpendiculaire en tous ses points au vecteur A. Par chacun des points de cette ligne, menons la ligne de tourbillon. Soit PP′ et QQ′, deux portions des lignes de tourbillons émanées de P et Q respectivement. Joignons P′ Q′ par une ligne tracée sur la surface de tourbillon que nous venons de construire. L'intégrale de ligne considérée se réduira, comme on le voit aisément, à la portion prise le long de P′Q′. On en déduit que A est normal à la surface de tourbillon en tous les points de P′ Q′, c'est-à-dire en tous les points de cette surface ; en partant d'un autre point que le point P, on tracerait une famille de surfaces de tourbillon jouissant de la même propriété.

Par conséquent, nous devons avoir

$$\text{rot } A = \lambda \text{ grad } W,$$

en appelant λ et W deux fonctions scalaires de x, y, z.

D'où, d'après le théorème de Vaschy,

$$H = \text{grad } V + \lambda \text{ grad } W.$$

On en déduit

$$4\pi S = \text{rot } H = \text{rot } (\lambda \text{ grad } W) = [\text{grad } W, \text{grad } \lambda].$$

Mais de $H = \text{rot } A$, on déduit div $H = 0$.

Si maintenant la divergence de H est nulle, on aura simplement (grad V disparaissant)

$$\text{grad } W = \frac{H}{\lambda},$$

et

$$\text{rot } H = \frac{1}{\lambda} [H \text{ grad } \lambda],$$

d'où

$$(H \text{ rot } H) = 0.$$

Ces propriétés sont intéressantes pour l'intégration de l'équation linéaire aux différentielles totales.

Telles sont les propriétés principales du potentiel vecteur.

J.-B. Pomey,
Ingénieur des Télégraphes.

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

Recherche des défauts des induits des machines à collecteur causant une commutation défectueuse [1].

Cet article est la suite d'une série d'études entreprises par l'auteur au sujet des diverses causes produisant une commutation défectueuse, des moyens de les reconnaître et d'y remédier [2]. L'auteur s'occupe particulièrement ici des perturbations provenant des bobines de l'induit et du collecteur en court-circuit ou à circuit ouvert.

Une bobine d'induit, dont le circuit est ouvert, entraîne la production d'étincelles dangereuses lorsque les lames du collecteur, reliées aux extrémités de la bobine, passent sous les balais. Une réparation provisoire peut être effectuée en soudant les extrémités ensemble. Une mauvaise connexion entre l'extrémité d'une bobine et la lame du collecteur produit le même effet. Dans les deux cas, les lames isolantes de mica sont perforés, ce qui permet de reconnaître la bobine défectueuse; celle-ci sera alors nettoyée et soudée à nouveau.

Un court-circuit dans une bobine, ou entre deux bobines, ou une mise à la terre d'une bobine par le noyau d'induit entraînera un dégagement de chaleur anormal dans la partie intéressée de l'armature. Un contact entre une lame du collecteur et l'anneau de serrage du collecteur produira un échauffement anormal de cette partie du collecteur et des bobines de l'induit correspondantes. En général, tous ces défauts donnent lieu à une mauvaise commutation.

Les deux figures ci-dessous schématisent les moyens de déceler les circuits ouverts, les connexions de grande résistance, les mises à la terre et les courts-circuits.

La figure 1 se rapporte à un induit à enroulement imbriqué : le courant d'une batterie est appliqué à l'armature entre les balais BB; un essai de lame à lame est effectuée au moyen d'un récepteur téléphonique *a*. Si l'armature est en bon état, la vibration du récepteur sera la même pour toutes les paires de lames; si la vibration est inférieure à la normale pour un jeu de lames, c'est qu'il y a un court-circuit entre deux ou plusieurs tours de la bobine correspondante ou entre les lames. On examinera alors soigneusement les lames pour s'assurer qu'elles ne sont pas en contact ou que des particules conductrices ne se sont pas intercalées entre elles; si cet examen n'a rien révélé, alors seulement les connexions des bobines défectueuses seront désoudées et un essai effectué entre les deux lames en montant le récepteur téléphonique en série sur la batterie ainsi qu'il est représenté en *c* (fig. 1). Si une vibration est perçue, le court-circuit réside dans le collecteur, sinon il est dans la bobine.

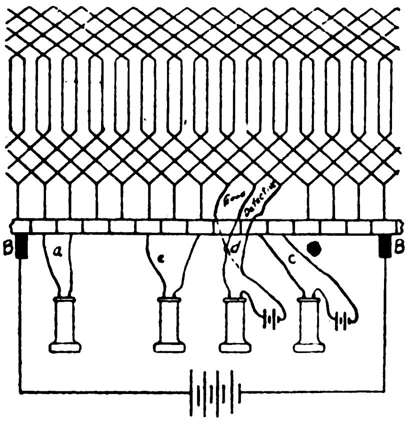


Fig. 1. — Localisation des défauts dans les bobines à induit à enroulement imbriqué.

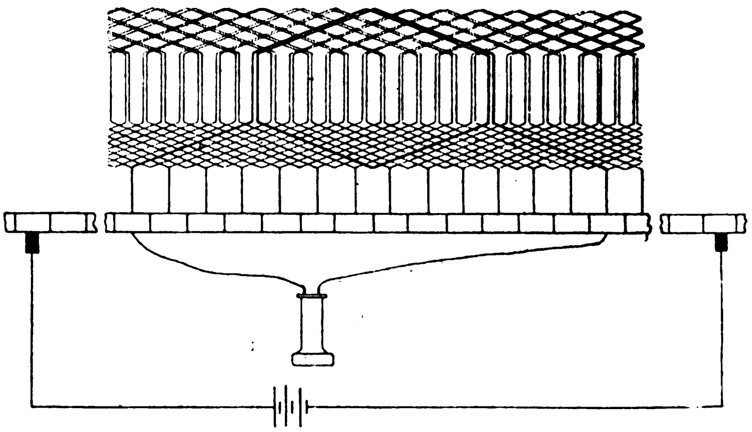


Fig. 2. — Localisation des défauts dans les bobines d'induit à enroulement ondulé à deux tours par bobine.

Dans l'essai des lames consécutives, la perception d'un son plus fort que le son normal décèle un circuit coupé ou une mauvaise connexion.

Pour déterminer si la perturbation a son siège dans la bobine ou dans les connexions au collecteur, il convient de défaire les connexions de la bobine intéressée et d'une bobine reconnue en bon état qui servira de comparaison. L'essai sera conduit comme il est indiqué en *d* (fig. 1).

Si l'essai individuel a permis de reconnaître le bon état de toutes les bobines et si l'induit contient plus d'une bobine par encoche, l'essai sera répété par couples de lames de même parité comme il est représenté en *e*. Cet essai permettra de reconnaître des courts-circuits entre deux bobines d'une même encoche.

Les essais auront lieu de la même façon pour un enroulement ondulé en connectant le téléphone au couple de lames correspondant aux extrémités d'une même bobine (fig. 2). Le courant doit être appliqué entre les balais de noms contraires situés du côté opposé à celui de la bobine essayée, les autres balais étant démontés. Les différents essais seront effectués sur le même principe que pour l'enroulement imbriqué.

Pour reconnaître si une lame ou une bobine est au sol, il est nécessaire de démonter les balais, le récepteur téléphonique sera relié à l'arbre de l'induit et aux lames du collecteur, en série sur la pile. Généralement, un induit à la terre cause un échauffement exagéré du collecteur et des bobines reliées à la lame défectueuse. Lorsque la terre a été approximativement située, les connexions voisines des

[1] E.-H. MARTINDALE. *Electrical Review and Western Electrician*, 16 juin 1917, n° 24, t. LXX, p. 1 020-1 022, 2 100 mots, 2 fig.

[2] Voir : Perturbations du champ affectant la commutation des moteurs et génératrices. *R. G. E.*, 24 novembre 1917, t. II, p. 809.

Digitized by Google

bobines sont défaites et l'essai est répété de façon à déterminer si la terre est dans le collecteur ou dans une bobine et, dans ce dernier cas, on localisera la bobine défectueuse.

Un induit non équilibré mécaniquement peut engendrer des vibrations d'où il résultera une production d'étincelles, le frottement des balais sur le collecteur n'étant pas toujours assuré.

Un arbre d'induit faussé peut également causer une perturbation du même genre; outre les vibrations, ce défaut produit également des courants de court-circuit d'induit dus à l'inégalité des entrefers.

Parfois, sous l'action de la force centrifuge, la surface d'une lame dépasse la surface cylindrique du collecteur. D'autres fois, par suite d'un défaut, une lame est au-dessous du niveau. Toutes ces irrégularités de la surface du collecteur, qui se présentent surtout dans les collecteurs ayant subi des réparations, produisent des étincelles.

Enfin, la production des étincelles et l'échauffement peuvent résulter de l'encrassement du collecteur consécutif à un emploi trop abondant de lubrifiants. P. G.

Essais comparatifs sur les audions [1].

Il existe actuellement un grand nombre de types d'audions plus ou moins différents les uns des autres. De nombreuses comparaisons qualitatives ont été faites à leur sujet mais celles-ci ne permettent pas d'interpréter exactement leur mode de fonctionnement ni de fixer un choix; elles ne peuvent pas non plus servir de guide pour le constructeur dans la création de types nouveaux. L'auteur présente dans l'étude ci-dessous de nouveaux procédés de mesures appliqués à cinq types différents d'audions. L'exposé de la théorie des audions présenté par l'auteur précédemment a servi de base à ces recherches [2].

Incandescence de la cathode. — Ce point constitue une des difficultés les plus sérieuses du problème par les éléments d'incertitude qu'il introduit.

Les cinq appareils étudiés sont constitués par une cathode en tungstène portée à l'incandescence par un courant i sous une tension réglable v fourni par deux accumulateurs au plomb.

Le seul moyen qui ait été applicable pratiquement pour comparer les températures des cinq audions consiste à établir le rapport $\frac{R}{R_0}$ des résistances du filament pour le courant normal i et pour un courant d'intensité très faible.

La variation de la résistance avec l'augmentation de l'intensité et, par suite, de la température a été déduite par la méthode de la chute de tension. Il a été aussi établi des caractéristiques donnant la chute de tension en fonction de l'intensité; de ces caractéristiques en ont été déduites de nouvelles donnant la valeur du rapport $\frac{R}{R_0} = f(i)$ (fig. 1); les conditions de fonctionnement de chaque appareil ont été indiquées par un point sur chaque courbe. On remarquera que la valeur du rapport $\frac{R}{R_0}$ choisie n'est pas la même dans les cinq cas, cela pour tenir compte des erreurs dues à la composition chimique variable des filaments, à la non-uniformité de la répartition de la température le long d'un filament et à la mesure des valeurs R et R_0 qui ne peut avoir lieu que sur le filament uniquement.

Ces résultats ne sont d'ailleurs qu'approximatifs et on

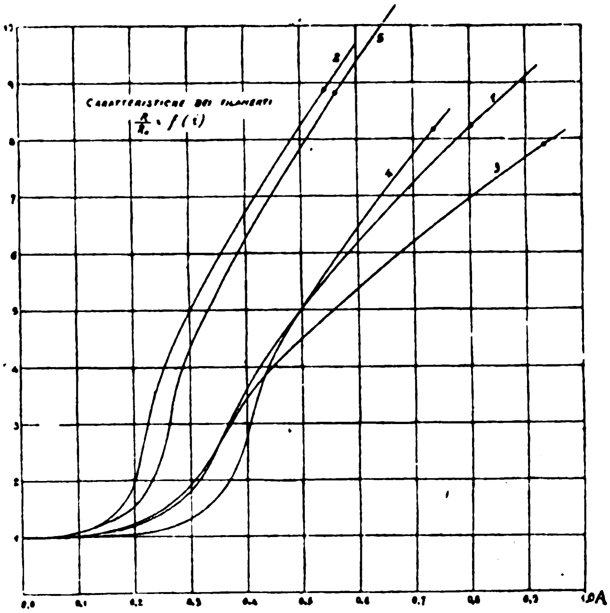


Fig. 1. — Caractéristiques des filaments.

devra éviter de les interpréter d'une façon absolue, mais au contraire seulement dans un sens comparatif de façon à faire disparaître de petites erreurs dans l'évaluation de l'incandescence.

Caractéristiques statiques. — Les propriétés d'un audion intéressant la radiotélégraphie sont: l'action amplificatrice (fonctionnement comme relais ou comme générateur d'ondes) et l'action de redressement (fonctionnement comme détecteur); la théorie permet de prévoir que ces propriétés

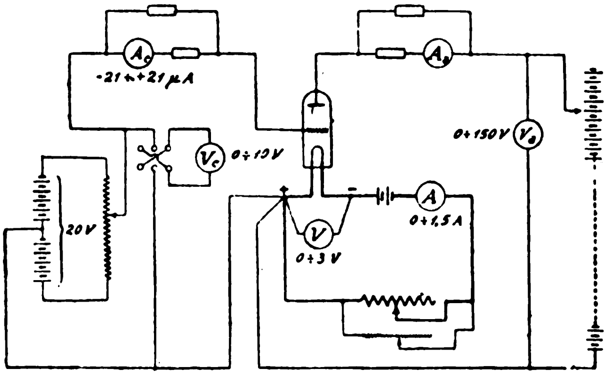


Fig. 2. — Schéma de montage pour la détermination des caractéristiques statiques des audions.

dépendent des caractéristiques statiques, c'est-à-dire des relations existant entre les quatre variables suivantes:

Tension anodique v_a, intensité anodique i_a, (circuit anode filament);

Tension de contrôle v_c, courant de contrôle i_c (circuit électrode intermédiaire-filament).

La figure 2 représente le schéma adopté pour la détermi-

(1) G. Vallauri. *Elettrotecnica*, n° 18-19, 25 juin, 5 juillet 1917, 7500 mots, 17 fig.

(2) G. Vallauri. Sul funzionamento dei tubi a vuoto a tre elettrodi (audion) usati nella Radiotelegrafia. *Elettrotecnica* 1917, t. IV, p. 43 et *Publicazione* n° 1, *dell'Instituto elettrotecnico e radiotelegrafico della R. Marina.*

nation des caractéristiques statiques des audions. L'expérience a démontré qu'il était indispensable que le courant et la tension aux bornes du porte-audion soient maintenus parfaitement constants pendant la durée de chaque série de mesures. La régulation peut être très sensible et continue au moyen de deux rhéostats en parallèle, mais il est préférable de ne pas avoir à les manipuler au cours d'une expérience, et, dans ce but, il convient de mettre l'audion en fonctionnement quelques heures avant le commencement de l'opération et d'utiliser des batteries bien chargées et d'une capacité supérieure à la capacité nécessaire. Le circuit de l'électrode intermédiaire comprend une source dont la tension est réglable au moyen d'un potentiomètre entre + 10 et — 10 v et des appareils de mesures disposés d'une manière appropriée.

Le circuit anodique comprend une batterie de petits accumulateurs pouvant donner une tension maximum de 260 v.

La détermination de la caractéristique statique pour chaque audion a été faite de la façon suivante : le filament étant porté à l'incandescence et les tensions réglées de façon à produire un courant anodique intense, l'audion est laissé quelques heures en fonctionnement. Puis, maintenant la tension anodique à une valeur constante, on fait varier la tension du circuit intermédiaire de — 10 à + 10 v et de + 10 à — 10 v. On répète le cycle lentement plusieurs fois de façon à s'assurer que les deux courants i_a et i_c prennent les mêmes valeurs le long de chaque cycle, c'est-à-dire de façon à obtenir un régime. La branche montante du cycle (de — 10 à + 10 v) ne doit pas alors différer de la branche descendante (de + 10 à — 10 v). L'opération est répétée pour diverses valeurs, généralement 7, de la tension v_a. Les résultats obtenus sont alors traduits en graphiques.

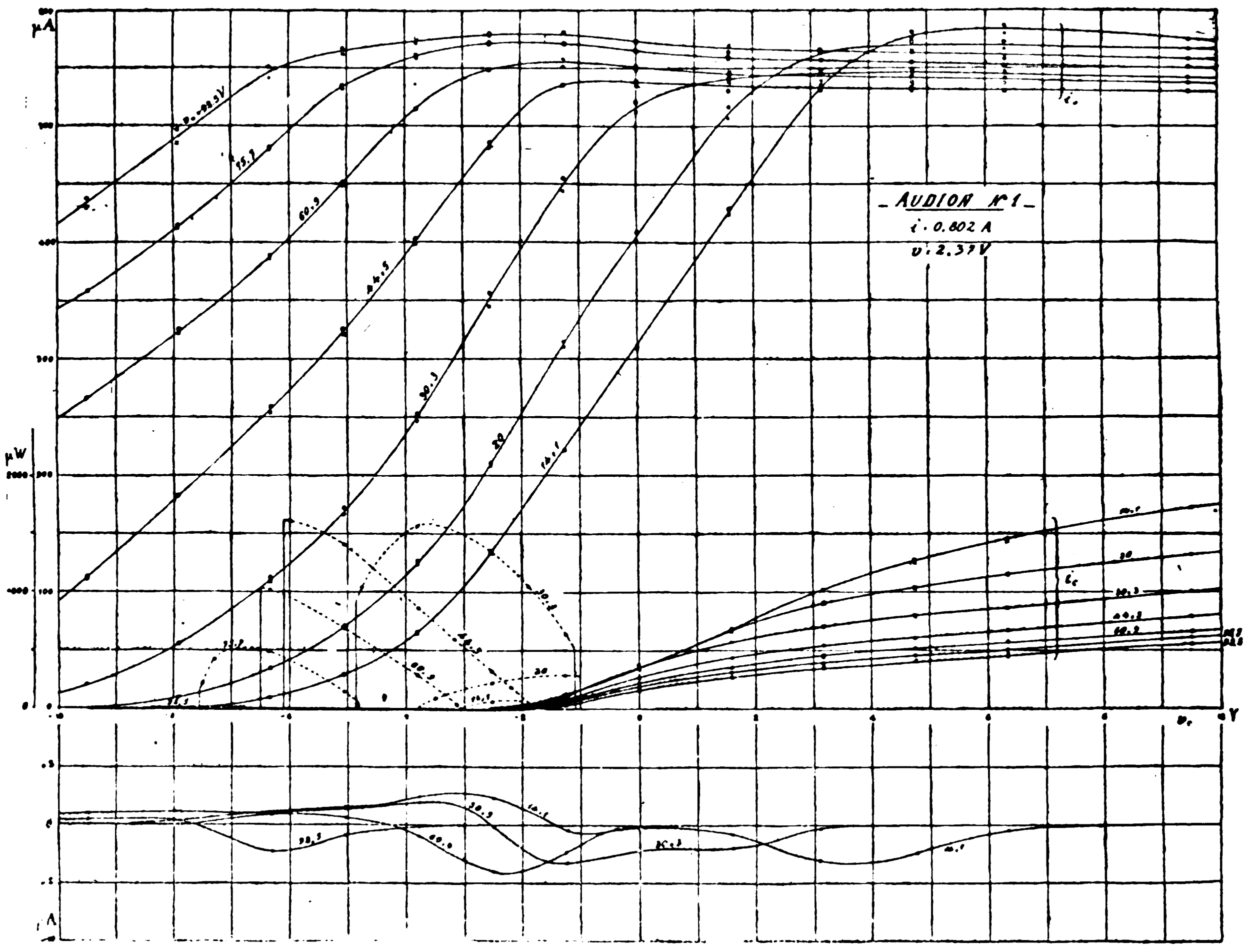


Fig. 3. — Caractéristique statique d'un audion du premier groupe. Les points expérimentaux de la branche montante sont figurés par des cercles, ceux de la branche descendante par des croix.

L'auteur a obtenu ainsi une série de caractéristiques pour chaque audion qui permettent de classer ceux-ci en deux groupes :

L'un dans lequel la branche montante et la branche descendante sont sensiblement confondues, ces appareils ont un fonctionnement plus stable, les conditions de régime sont facilement atteintes ;

L'autre groupe d'audions nécessite un grand nombre de cycles avant d'obtenir des conditions se rapprochant du régime ; les points obtenus pour les valeurs croissantes et décroissantes de v_c ne coïncident pas et sont d'autant plus éloignées que le coefficient angulaire de la tangente à la courbe au point considéré est plus grand. En outre, la différence entre les deux branches dépend de la vitesse avec laquelle le cycle des variations de v_c est parcouru. Lorsqu'on arrête la valeur v_c à un point déterminé, le courant anodique

Digitized by Google

continue à varier dans un sens qui rapproche le point expérimental de la courbe moyenne. Ces variations sont trop lentes pour que l'on puisse les utiliser et n'en relever le point que lorsqu'elles sont achevées. Ce phénomène présente une analogie non pas avec l'hystérésis magnétique, mais avec l'hystérésis visqueuse. On tient compte de la variable temps en observant les points expérimentaux à deux minutes d'intervalle. L'examen des caractéristiques statiques permet de reconnaître que les courbes $i_a = f(v_c)$ partant de zéro pour une valeur négative de v_c présentent d'abord une convexité du côté de l'axe des abscisses puis passent par un point d'inflexion, ont leur concavité vers l'axe des abscisses et enfin deviennent plus ou moins nettement asymptotiques à une horizontale. Les courbes $i_c = f(v_c)$ ont la même allure générale. Les figures 3 et 4 représentent les caractéristiques statiques ; la première, d'un audion du premier groupe ; la seconde d'un appareil du second groupe.

Fonctionnement des audions comme générateurs d'ondes. — Le fonctionnement en générateurs d'ondes des audions

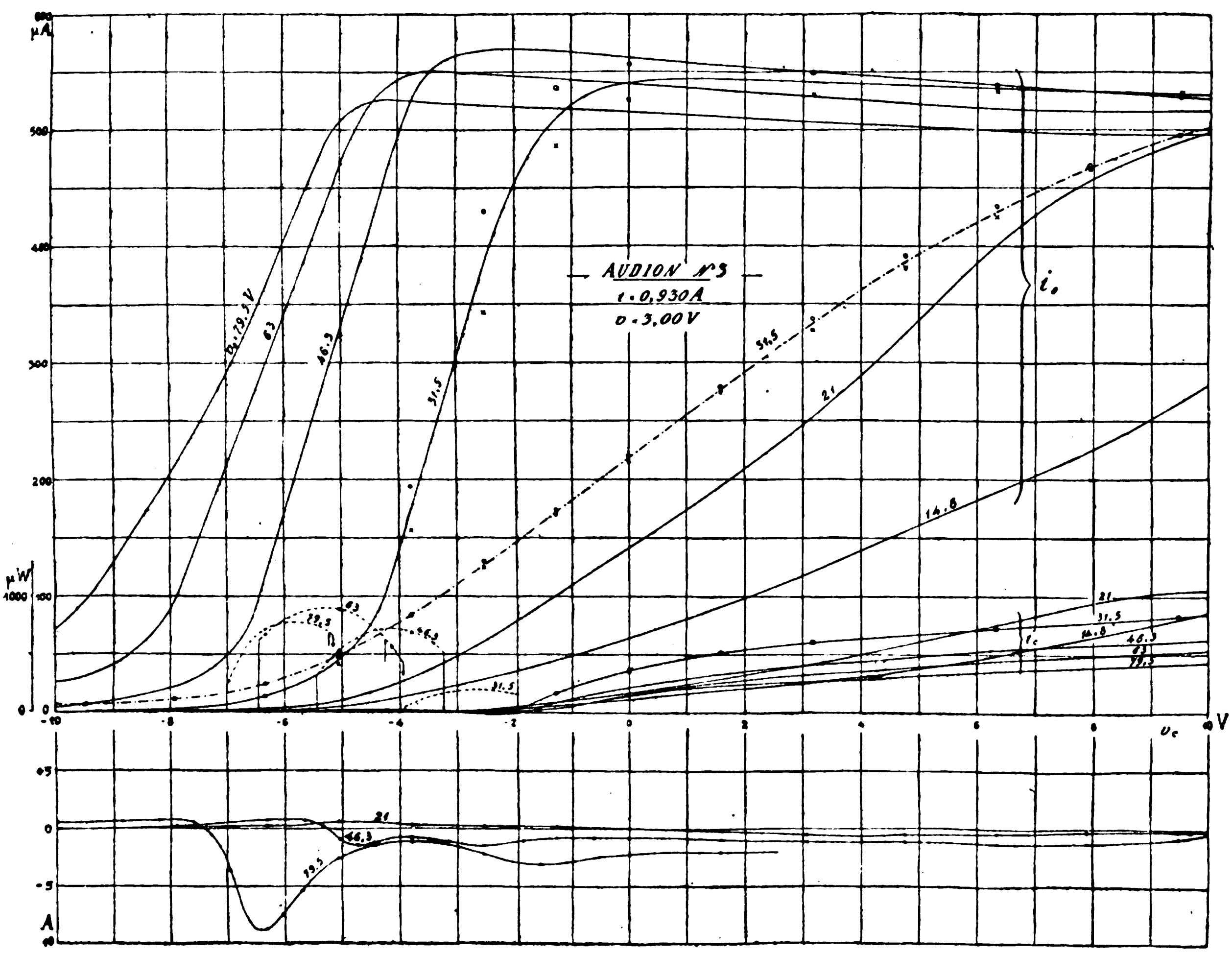


Fig. 4. — Caractéristique statique d'un audion du second groupe. Pour la clarté de la figure, les points expérimentaux n'ont été reportés que pour une série d'essais relatifs à une tension du courant anodique de 31,5 v.

dépendant directement de l'action amplificatrice, les expériences faites à ce sujet ont uniquement pour but de donner des indications sur le pouvoir amplificateur des appareils étudiés [1].

Pour la commodité des essais, l'auteur a adopté l'accouplement magnétique utilisant le schéma de la figure 5 qui comprend, outre les appareils de mesure :

a) Un système de 2 bobines d'inductance $L_a = 2\,900\ \mu H$;
Id. $L_c = 3\,190\ \mu H$;
montées sur un appareil gradué et permettant de faire varier l'accouplement d'une façon continue entre $M = 2\,300\ \mu H$ et $M = 113\ \mu H$. (Le signe de M est négatif selon la convention adoptée dans la théorie).

b) Un condensateur C à lame d'air, variable d'une façon continue d'une valeur inférieure à 0,1 $m\mu F$ à environ 3 $m\mu F$.

c) Un couple thermo-électrique T. E. de 7,87 Ω contenu dans un tube à vide. Résistance du fil de chauffage 0,985 Ω (à froid, entre les bornes).

d) Un galvanomètre d'Arsonval à miroir, résistance 4,74 Ω, constante $4{,}06 \times 10^{-8}$ lorsque l'échelle est à 520 mm du miroir.

Le système couple thermo-électrique galvanomètre obéit à la loi $I = K\sqrt{\delta}$ à moins de 1 pour 100 près dans tout

(1) Voir : Vallauri, *loc. cit.*, fig. 2 et 18.

Digitized by Google

l'intervalle étudié. Si l'intensité efficace I du courant traversant le fil de chauffage est exprimée en ampères et la déviation δ en millimètres (distance 520 mm) $K = 1,21 \times 10^{-3}$.

Si l'on réunit deux à deux par des cavaliers les contacts de mercure $a\,b$ — $c\,f$ — $g\,h$, on obtient le circuit de l'audion générateur à accouplement magnétique.

Le circuit engendrant les oscillations est donc constitué par la bobine de self L_a, le condensateur et le fil chaud.

La résistance ohmique équivalente du circuit oscillatoire pour la fréquence fixée au préalable a été d'abord déterminée au moyen d'un autre audion fonctionnant en générateur d'ondes et en relevant la courbe de résonance. Les essais ont été faits pour une valeur de $C = 2\,156$ $m\mu F$

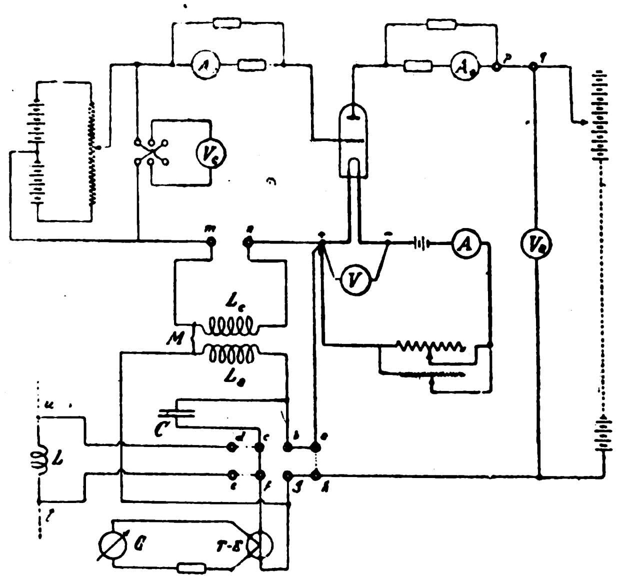


Fig. 5. — Schéma utilisé pour les essais en génératrice ou pour la mesure du pouvoir détecteur ou redresseur.

a, b, c, d, e, f, g, h, m, n, contacts de mercure: La, Lc, bobines d'inductance; C, condensateur à lame d'air; T. E., couple thermoélectrique; G., galvanomètre à miroir.

($\lambda = 4\,720$ m) et une valeur de l'accouplement correspondant à $M = 1\,202$ μH. La résistance équivalente totale a été $R = 39{,}3$ Ω.

Si nous définissons comme puissance P de l'audion générateur la puissance oscillatoire $\frac{1}{2} R I^2$, $P = 28{,}74\ \delta\ \mu W$.

Le mode opératoire consiste à faire fonctionner l'audion générateur pendant quelques heures avant l'essai et prendre comme variable indépendante v_c ; on assigne à v_a une valeur constante (celle de la caractéristique statique correspondante). On répète lentement plusieurs fois les variations cycliques de v_c entre — 10 et + 10 v en observant les déviations δ du galvanomètre.

On part de valeurs extrêmes de v_c pour lesquelles l'audion n'engendre pas d'oscillations jusqu'à une valeur critique de v_c à partir de laquelle l'audion cesse à nouveau d'engendrer. Les résultats sont consignés dans une courbe dont les figures 3 et 4 donnent un exemple (courbes pointillées, les points expérimentaux sont indiqués par des cercles pleins). Les courbes permettent de remarquer que la distinction entre les deux groupes d'audion persiste ; l'ensemble des diagrammes de l'étude permet de déduire les propriétés particulières à chaque appareil.

Fonctionnement des audions comme détecteurs. — On sait que le fonctionnement d'un audion comme détecteur est fonction de son action de redressement, c'est-à-dire de la variation de la valeur moyenne du courant anodique produite par l'application d'une force électromotrice alternative dans le circuit de l'électrode intermédiaire.

Pour cette étude, l'auteur a adopté une méthode basée sur la mesure galvanométrique des variations de i_a provoquées par l'application d'une force électromotrice alternative de fréquence et d'amplitude parfaitement constantes.

Le dispositif adopté est celui de la figure 5 en faisant les connexions $a\,h$ — $d\,c$ — $e\,f$ et fermant le circuit oscillatoire d'un autre audion générateur sur les extrémités de la bobine d'inductance L. Les oscillations engendrées par ce dernier à travers le faible accouplement constitué par Z se transmettent au circuit local $Z\,C\,L_a\,T.\text{-}E$ (complètement isolé de l'audion étudié) et à travers l'accouplement M induisent une force électromotrice oscillatoire dans L_c. En choisissant convenablement les constantes, le courant du circuit local et la force électromotrice induite sont parfaitement sinusoïdaux. Leur amplitude peut également être maintenue constante au moyen d'un rhéostat agissant sur l'audion auxiliaire. L'amplitude de la force électromotrice induite peut être réglée au moyen du courant inducteur de M ou de l'accouplement entre L_a et L_c.

Les graphiques inférieurs des figures 3 et 4 résument les résultats obtenus. En ordonnées ont été portées les valeurs de la variation Δi_a du courant anodique produites par l'effet de la force électromotrice oscillatoire. Ces courbes montrent que le pouvoir redresseur varie comme la dérivée seconde de la caractéristique statique.

L'auteur déduit de ses expériences un coefficient proportionnel à la valeur de l'audion au point de vue de son fonctionnement comme redresseur. Ces nombres comparés avec les nombres correspondants obtenus dans l'essai précédent montrent que tel audion qui se comporte bien comme détecteur peut mal fonctionner comme générateur et inversement.

Vieillissement des audions. — Les caractéristiques statiques ont été relevées à nouveau au bout de 25 heures de fonctionnement pour les audions du premier groupe et de 50 heures pour ceux du deuxième groupe. Les nouvelles caractéristiques ont coïncidé exactement avec les premières pour les appareils du premier groupe. Dans le deuxième groupe l'une n'a été que peu changée, l'autre au contraire (audion n° 3) a subi un changement complet (ligne ponctuée de la figure 4) ; ses qualités de générateur d'ondes se sont amoindries. Le phénomène de vieillissement peut d'ailleurs être éliminé par certaines dispositions constructives.

G.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Sur l'utilisation de l'aluminium dans les industries électrique, mécanique, chimique et métallurgique

Les applications de l'aluminium prennent chaque jour une importance croissante, non seulement dans la fabrication des alliages, mais aussi à l'état de métal pur. Le jour, peut-être prochain, où sa vulgarisation comme métal usuel sera un fait accompli, il deviendra le principal concurrent du cuivre, du zinc et des alliages légers. L'auteur de ce travail passe successivement en revue ses divers emplois et montre les principaux débouchés qu'il ouvre actuellement à l'activité industrielle, continuant ainsi l'étude de l'aluminium qu'il avait commencée dans la R.G.E. du 13 octobre 1917, t. II, p. 577.

I. — Applications dans l'industrie électrique.

Lignes électriques en aluminium. — Les conducteurs en aluminium présentent dans de nombreux cas des avantages économiques marqués sur ceux en cuivre ; dans d'autres cas, assez rares du reste, à défaut de ces avantages leur moindre échauffement peut constituer une propriété importante. On sait en outre que, d'une façon générale, l'aluminium peut rivaliser avec le cuivre lorsque son cours n'est pas supérieur au double de celui de ce dernier métal, condition largement remplie depuis plus de quinze ans.

Au point de vue de l'emploi de l'aluminium comme conducteur aérien, on a craint parfois la facilité de *rupture des fils* sous l'influence d'arcs électriques accidentels, par suite du point de fusion peu élevé de l'aluminium (655°) et du rapide abaissement de sa tension de rupture par élévation de température. Or, l'expérience courante montre que les conducteurs d'aluminium se rompent plus difficilement que les conducteurs de cuivre équivalents, cela en raison de la plus grande chaleur spécifique de l'aluminium et de sa plus grande surface de rayonnement.

Au point de vue du *rapport des sections* à employer, le parallèle peut être aisément établi entre les deux métaux, soit à égalité de conductibilité électrique, soit à égalité d'échauffement. La conductibilité de l'aluminium (métal écroui, commercialement pur à 99,5 pour 100) est de 60 pour 100 par rapport à celle du cuivre électrique commercial moyen. On a donc, entre les poids de deux conducteurs nus de cuivre et d'aluminium de même conductibilité, la relation suivante :

$$\frac{\text{Poids du cuivre}}{\text{Poids de l'aluminium}} = \frac{\text{Densité du cuivre}}{\text{Densité de l'aluminium}} \times \frac{60}{100} = \frac{8,9}{2,7} \times 0,6 = 1,98.$$

Le rapport entre les sections est :

$$\frac{\text{Section aluminium}}{\text{Section cuivre}} = \frac{100}{60} = 1,67.$$

A égalité de conductibilité, la section de l'aluminium est donc 1,67 fois celle du cuivre électrique commercial. On admet 1,70 dans la pratique. Au point de vue du poids, celui du câble d'aluminium n'est ainsi que les 52 centièmes de celui du câble de cuivre ayant même conductibilité, c'est-à-dire pour des sections respectives de 1 700 et 1 000 millimètres carrés. L'économie réalisée par l'emploi de l'aluminium varie entre 15 et 30 pour 100 suivant les sections.

Quant à la *résistance d'isolement*, elle est un peu plus faible pour l'aluminium, par suite du plus grand diamètre des fils, pour une conductibilité égale. Mais la différence est presque négligeable, étant donnée la marge admise normalement pour la résistance d'isolement.

Au point de vue de l'*échauffement*, les conducteurs en aluminium peuvent supporter une intensité de 14 pour 100 plus élevée que ceux en cuivre, à égalité d'échauffement. Les câbles, interrupteurs et coupe-circuits peuvent, d'après cela, assurer une plus grande sécurité des lignes pour des courants de même intensité. En règle générale, on admet pour l'échauffement des conducteurs isolés une surélévation de température ne dépassant pas de plus de 20° la température ambiante. Il existe donc, pour chaque métal, une intensité maximum qui ne doit pas être dépassée. En mettant en regard les chiffres se rapportant au cuivre et à l'aluminium, pour des conducteurs isolés et pour des câbles sous plomb et armés, on a, pour cette intensité, les chiffres suivants qu'on trouvera tableau I.

Au point de vue de la *rigidité électrique*, c'est-à-dire de la force qu'oppose l'isolant à la perforation par l'étincelle, la théorie et l'expérience démontrent qu'à égalité de fatigue de l'isolant, on peut sensiblement réduire l'épaisseur de la matière isolante, dans les câbles équivalents à ceux de cuivre quant à la conductibilité, c'est-à-dire de rayon $r \times 1,305$. Il y a là un important facteur de réduction dans le prix de revient des câbles armés en aluminium et une importante compensation aux conséquences de l'augmentation du diamètre. Mais

Digitized by Google

Tableau I.

Section en millimètres carrés		Intensité maximum admissible en ampères			
		Conducteurs non isolés, souterrains.		Câbles sous plomb, armés.	
cuivre	aluminium	cuivre	aluminium	cuivre	aluminium
10	17	43	48	95	110
25	42,5	100	136	170	193
50	85	160	182	260	295
95	162	240	275	385	440
150	255	325	370	510	580
400	680	640	730	910	1 030
1 000	1 700	1 250	1 420	1 585	1 800

dans une canalisation à courant alternatif, où les phénomènes de capacité jouent un rôle important, l'épaisseur de l'isolant doit augmenter en même temps que le rayon du conducteur; l'emploi de l'aluminium n'est donc plus avantageux dans ce cas. Par contre, pour les transports à haute tension par courant continu, il existe des cas où l'emploi de l'aluminium est moins onéreux que celui du cuivre.

A l'état de fil ou de câble, l'aluminium est utilisé non seulement pour l'éclairage, mais aussi pour les lignes téléphoniques et télégraphiques, les connexions apparentes ou en caniveaux, les feeders de réseaux de tramways et de chemins de fer, les bobines de self-induction et tout le petit appareillage courant : tableaux à basse et haute tension, appareils de laboratoire et de mesure, etc.

Fils nus. — Un des grands avantages de l'aluminium dans les enroulements et bobinages est de pouvoir être employé sous forme de *fils nus*. On sait, en effet, que ce métal se recouvre facilement, dès la température de 25° environ, d'une couche d'oxyde (alumine) qui, bien qu'à peine visible, constitue une résistance assez grande pour qu'une différence de potentiel de 0,5 v soit nécessaire pour la percer. Cette propriété est utilisée dans la construction des électro-aimants, des solénoïdes, etc., où les spires peuvent se toucher sans l'intermédiaire d'aucun isolant supplémentaire.

Le dépôt d'alumine peut être effectué par différents procédés. En général, le fil est plongé dans une solution permettant d'effectuer presque instantanément un dépôt très mince d'alumine hydratée; cet hydrate perd son eau à 150° et devient complètement anhydre vers 300°; le métal est alors recouvert d'une couche d'alumine présentant une très bonne résistance d'isolement. Il peut y avoir de légères irrégularités dans la couche d'oxyde, mais aux endroits où cette dernière peut avoir été percée, il ne tarde pas à se faire un nouveau dépôt d'oxyde. On a observé cependant qu'à partir d'une certaine température, soit 450° environ, l'isolement devient défectueux. Aussi l'emploi du fil d'aluminium nu doit-il être limité, d'une façon générale, à l'enroulement des bobines de moteurs et génératrices à basse tension. L'avantage le plus important consiste dans le moindre poids des bobines; cette réduction joue un rôle utile pour les pièces mobiles où elle a pour effet de diminuer la force centrifuge. Ainsi, un alternateur à 16 pôles de 140 kv-a, avec excitation normale de 30 a sous 120 v, emploiera, pour ses bobines de champ, du fil d'aluminium de 4,25 mm de diamètre à raison de 4,5 kg par bobine; la surface de radiation par watt devra être de 3,5 cm², tandis qu'avec du fil de cuivre de 4 mm, il faudra 15 kg de fil et 3,4 cm² par watt. Cette réduction du poids du rotor s'accentue du fait de la diminution de la force centrifuge et, finalement, le prix de revient se trouve réduit de 20 pour 100 environ.

Lampes électriques. — On a utilisé l'aluminium dans certaines *lampes à arc* de laboratoire sous forme d'électrodes ayant la forme d'un L et pourvues de pointes de platine. L'écartement est réglé par un mécanisme très simple. Ces lampes, dans lesquelles on fait le vide, sont d'une très longue durée, ce qui permet de justifier jusqu'à un certain point l'emploi du platine. Dans l'air, l'arc à l'aluminium donnerait, du reste, un arc instable de coloration bleue avec auréole jaune. De plus, l'oxydation des extrémités des électrodes se manifeste rapidement en engendrant un déplacement continuel de l'arc ; celui-ci se porte sur les parties du métal non encore oxydées jusqu'à extinction complète.

Les arcs charbon-aluminium et aluminium-charbon se maintiennent assez bien jusqu'à une longueur de 8 à 10 mm pour une intensité de 10 à 12 a. On constate un dépôt de charbon sur le métal. L'arc est de teinte bleu clair.

Dans la fabrication des *lampes à incandescence*, les fils d'aluminium sont employés, dans certaines usines, concurremment au platine et à l'acier au nickel, comme fils de raccord entre les filaments intérieurs et les contacts extérieurs. A cet effet, on laisse l'aluminium s'échauffer et se refroidir en ménageant autour de lui, dans le verre, un espace libre. On verse une goutte de chlorure de mercure sur le métal et, par oxydation, il se produit rapidement à la surface de celui-ci une couche d'alumine, de sorte qu'il n'existe aucun interstice vide entre le verre et l'aluminium ; de plus, les écarts de dilatation de ces deux substances sont ainsi contrebalancées et leurs effets annulés.

Digitized by Google

Piles et accumulateurs. — La pile Cole-Barnes se compose d'électrodes formées de magnésium (pôle négatif) et d'aluminium (pôle positif). L'électrolyte est de l'aluminate de potassium. Grâce à l'emploi d'un dépolarisant convenable, la tension aux bornes atteint environ 2 v.

Comme accumulateur, l'aluminium aurait le grand avantage de diminuer le poids des batteries d'une façon importante, et cela constituerait un facteur de premier ordre dans le développement de la locomotion électrique. Malheureusement, les diverses solutions proposées sont encore bien imparfaites. Signalons cependant l'accumulateur dans lequel, pour la formation des plaques, on emploie de l'aluminium et de l'oxyde de fer, mis au contact d'une solution n'attaquant pas l'aluminium. Le poids de l'appareil n'est que le cinquième d'un accumulateur au plomb de même capacité ; il peut en outre supporter de fortes charges et fonctionne à peu de frais.

Parafoudres. — L'élément électrolytique en aluminium, composé de deux électrodes en aluminium immergées dans un électrolyte convenable et sur lesquelles on fait déposer de l'alumine hydratée, présente la propriété importante d'être le siège d'un courant extrêmement faible tant que la tension à laquelle on le soumet reste inférieure à une certaine valeur. Dès que celle-ci atteint ou dépasse la valeur critique, le courant devient très intense et n'est plus limité que par la faible résistance intérieure des éléments. Quand la tension est redevenue normale, c'est-à-dire redescend au-dessous de la tension critique, l'intensité reprend aussi sa valeur initiale, c'est-à-dire redevient pratiquement nulle.

L'action de la pellicule d'oxyde peut donc être comparée à celle d'une soupape de sûreté, s'ouvrant et livrant passage au courant dès que la tension atteint ou dépasse une valeur déterminée. Il y aurait donc, en quelque sorte, sur les électrodes, comme une infinité de petits clapets s'ouvrant dès que la pression électrique atteint la valeur critique et livrant alors passage à un courant intense distribué également sur toute sa surface.

On a construit, d'après ce principe, des parafoudres constitués par une ou plusieurs séries de cônes ou cuvettes coniques en aluminium. Chaque cuvette reçoit une certaine quantité d'électrolyte qui remplit ainsi partiellement l'intervalle compris entre deux cuvettes adjacentes. L'ensemble des cônes est ensuite immergé dans un bain d'huile remplissant une cuve en acier. Chaque parafoudre a autant de séries de cônes qu'il y a de phases à protéger dans le circuit. Dans le cas d'un circuit à point neutre non mis à la terre, on ajoute une série additionnelle de cônes, branchée entre ce pôle commun et la terre.

II. — Applications dans l'industrie mécanique.

Dès le début de l'industrie de l'*automobile*, l'aluminium trouva des applications variées, notamment dans la fabrication des carters de moteurs et de changement de vitesse, des volants de direction, des corps de pompe. Ces emplois se sont rapidement multipliés malgré la concurrence des pièces en bronze, en laiton, en acier coulé ou en fonte malléable, et ils constituent actuellement un des principaux débouchés de l'aluminium.

Dans la *carrosserie automobile*, on utilise ce métal en tôles pour la fabrication des caisses de voitures, surtout depuis qu'on a découvert des colorants adhérant fortement à ce métal. Plusieurs maisons fabriquent des roues de camions automobiles en aluminium qui sont, paraît-il, d'une grande élasticité. Dans certaines roues, les bandages sont en acier ; ceux des roues motrices sont munis de plaques d'usure également en acier, mais dans les intervalles sont fixées des lamelles en aluminium qui évitent le patinage et le dérapage en raison de la rugosité que présente ce métal par le plus petit frottement.

Jusqu'ici on avait précisément rejeté l'aluminium dans la construction des *cylindres de moteurs* parce qu'il semblait acquis qu'il ne supportait aucun frottement. La question a été mise au point par le frottage de ce métal sur des cylindres de moteurs ou toute autre pièce mécanique que l'on désire couler en aluminium et auxquels on veut conserver les parties frappantes en fonte, fer, acier ou bronze. On coule d'abord en fonte, sous une épaisseur de 3 à 6 mm, selon l'alésage, un cylindre entièrement nu, sans aile ni bride de fixage. Cette pièce, ou âme, est alésée, tournée extérieurement, limée et usinée, les sièges de soupape sont fraisés et les pas de vis terminés. La pièce ainsi obtenue est placée comme noyau dans un châssis spécial dans lequel sont montés les ailettes, brides de fixage et autres organes du cylindre. L'aluminium est alors coulé dans le moule et, en se refroidissant, frette les cylindres en donnant une pièce légère, solide et présentant les avantages suivants : 1° refroidissement des cylindres par ailettes d'aluminium frettées et suppression de la chemise d'eau ; 2° plus grandes solidité et légèreté des cylindres ; 3° examen préalable de la fonte avant l'opération du frettage.

En *aéronautique* et en *aviation*, l'aluminium est employé grâce à sa légèreté et à sa résistance mécanique élevée. C'est ainsi que les dirigeables rigides et demi-rigides en emploient de grandes quantités. On l'utilise sous formes de barres, profilés, tubes, etc. Il en est de même des aéroplanes, dont on cherche à augmenter la robustesse sans augmenter le poids.

L'industrie de la *construction navale* emploie aussi des tôles, moulages et rivets en aluminium pur pour la construction des cabines et autres parties des grands bâtiments placées au-dessus de la ligne de flottaison, dont il est important de réduire le poids pour augmenter la stabilité du navire. L'aluminium sert de même avec succès pour la construction des barques, yachts et bateaux automobiles destinés à la navigation sur lacs, fleuves et canaux.

Digitized by Google

III. — Papier et poudre d'aluminium.

Papier d'aluminium. — La fabrication du papier d'aluminium présente une grande importance industrielle et pratique, vu les nombreux emplois dont il est susceptible concurremment au papier d'étain. Elle n'est cependant pas exempte de difficultés.

On part d'un lingot coulé entre 750° et 775°; le laminage se fait à 420°. Le lingot initial a environ 70 × 30 × 10 cm. Il est laminé de manière à être amené à une épaisseur de 3,5 mm; on obtient ainsi une bande d'une largeur de 35 cm environ dont les bords ne sont pas rectilignes. On y découpe quatre bandes de 8 cm de largeur que l'on recuit à 420°, puis qu'on lamine à froid, l'opération du laminage comprenant en quelque sorte trois périodes : l'alimentation de la matière à travers une filière, le laminage proprement dit et l'enroulement de la matière laminée.

Ce laminage se fait en six passes jusqu'à l'obtention d'une épaisseur de 4/100 de millimètre. Pour les épaisseurs inférieures à ce chiffre, on procède soit par *battage*, soit par *laminage*.

a) Dans le *procédé par battage*, les feuilles sont coupées à 1 m de longueur. On place les unes sur les autres 500 feuilles de 4/100 de millimètre que l'on recuit. On les bat de façon à les amener à 1/100, on ajoute un autre paquet semblable et on les place à nouveau les unes sur les autres : on a donc 1 000 feuilles de 3/100. On les bat pour les amener à 2/100, on ajoute encore un autre paquet; on a ainsi 2 000 feuilles de 1/100 que l'on bat à 1/100. Le battage s'effectue à l'aide de marteaux pneumatiques de 150 kg donnant 300 coups à la minute; les feuilles d'aluminium sont enserrées entre deux feuilles de zinc. Les pertes sont considérables et le rendement ne dépasse généralement pas 35 pour 100.

Une des plus grandes difficultés est le découpage. En effet, lorsqu'on coupe deux feuilles d'aluminium très serrées l'une contre l'autre par le laminage qui a chassé tout l'air interposé, on brise la mince couche d'alumine qui peut exister; le métal mis à nu se soude à lui-même ou, tout au moins, se colle sous l'influence du massicot et la séparation des deux feuilles est impossible. Pour éviter cet inconvénient, on utilise l'un des trois procédés suivants : 1° intercaler du papier; 2° gaufrer les feuilles en les faisant passer entre deux cylindres, l'un en papier, l'autre en acier; 3° laisser l'aluminium uni, mais l'amener mécaniquement à l'état feuilleté.

b) Dans le *procédé par laminage*, les bandes sont graissées et laminées par deux jusqu'à 2/100 de millimètre et par quatre jusqu'à 1/100. On enroule le produit laminé. Dans cette opération, on rencontre des difficultés, la bande très mince et très longue de métal (16 m environ) se cassant aisément. De plus, on est toujours en présence des mêmes difficultés de découpage pour les industriels qui utilisent ces bandes à la confection des empaquetages. D'après M. Guillet, cette méthode paraît cependant susceptible d'une grande extension, vu qu'on utilise déjà des machines d'empaquetage pour le chocolat et autres produits alimentaires; ces machines peuvent se servir de rouleaux d'aluminium sans qu'il soit nécessaire de procéder au découpage de ces feuilles en carrés.

Une feuille d'aluminium froissée prend une teinte tout autre que l'aluminium laminé par suite des nombreuses facettes irisées ainsi créées et qui donnent naissance à de multiples reflets.

Poudre d'aluminium. — Elle est surtout utilisée pour la fabrication de la peinture d'aluminium, et on la prépare généralement à l'aide des tombées de coupe des feuilles et papiers d'aluminium. L'opération a donc pour but de désagréger ces feuilles en les amincissant de plus en plus jusqu'à les réduire en poudre. Cette dernière, examinée au microscope, est constituée par une infinité de paillettes dont l'épaisseur n'est que de quelques millièmes de millimètre, mais dont les autres dimensions sont relativement appréciables par rapport à l'épaisseur.

Le début de la fabrication est très délicat et concerne l'emploi de pilons qui viennent tomber, à raison de 75 rotations à la minute, dans une cuvette à couronne de construction spéciale. L'alimentation se fait d'une façon continue par un orifice communiquant avec une trémie extérieure; la sortie s'effectue aussi automatiquement par l'intermédiaire de tamis; ces derniers sont reliés à des boîtes à tiroirs et c'est ainsi qu'on obtient la grosse paillette.

Pour empêcher le collage des paillettes, on emploie de la stéarine qu'on rape en poudre, mais qui est rapidement rendue fluide par la chaleur dégagée pendant le travail; elle est introduite à raison de 2 pour 100 seulement et en même temps que la paillette, dans les batteries successives de pilons fermés où se termine le travail. Le produit des derniers pilons donne lieu à un tamisage dans une bluterie à toile de soie.

La poudre qui a traversé la toile n° 200 est réputée finie, mais elle doit subir encore un traitement pour être propre à ses usages résultant d'une très fine et régulière division. Cette dernière est obtenue à l'aide de machines composées d'un cylindre dans lequel la poudre est introduite par une tubulure, pour être brassée par un arbre vertical muni d'ailettes à sa partie inférieure. La vitesse de rotation de ces machines est calculée de façon que la poudre légère, et par conséquent finement divisée, soit mise en suspension par les ailettes et vienne se fixer dans des boîtes accrochées à la paroi intérieure sur un rail hélicoïdal. La hauteur des boîtes sur le rail donne un classement par légèreté et la poudre qui se refuse à monter dans les boîtes se rend dans un tiroir inférieur d'où on la retire périodiquement; elle sert alors à amorcer les pilonnages de paillettes de l'opération précédente.

La poudre recueillie dans ces machines, dites « élévatrices », est ensuite polie à l'aide de machines appelées « brillanteuses » et composées de cylindres horizontaux en tôle striée; l'axe horizontal porte trois brosses à 120° qui appuient sur la surface intérieure du cylindre dans toute sa longueur. Le frottement de ces

Digitized by Google

brosses sur le relief des tôles amène les particules d'aluminium à se polir tant sur l'acier que sur elles-mêmes et, après dix heures de travail, la poudre est enfin finie.

Le principal débouché actuel de la poudre d'aluminium est la préparation des *peintures anti-rouille*, qui permettent d'effectuer à froid un dépôt d'aluminium sur les constructions métalliques. La peinture d'aluminium, grâce au coefficient de dilatation élevé de ce métal, ne se craquelle pas sous l'influence de la chaleur. Elle sert notamment au recouvrement des conduites d'eau et de gaz, des récipients de grande dimension, des boites utilisées dans l'industrie alimentaire, des lignes électriques aériennes. On l'emploie pour peindre par immersion les grilles en fonte des résistances électriques, les tuyaux et pots d'échappement des automobiles. On l'applique également aux installations de chauffage à vapeur et à air chaud, etc. C'est une peinture véritablement métallique ne s'oxydant et, par conséquent, ne ternissant pas. De là l'utilisation de la poudre d'aluminium pour la préparation de certains vernis et enduits ignifuges destinés à recouvrir le bois et le plâtre.

Papiers métallisés a l'aluminium. — Ces papiers, utilisés principalement dans l'industrie alimentaire, sont fabriqués à l'aide de parchemin artificiel, c'est-à-dire de papier sulfurisé ou analogue. Les feuilles étant étendues, on applique sur une des faces une légère couche de solution de résine dans un mélange de liquides volatils, tels que l'alcool ou l'éther. On accélère l'évaporation par un courant d'air, puis on chauffe faiblement le papier jusqu'au ramollissement de la résine. On recouvre alors de poudre d'aluminium et on soumet l'ensemble à une action mécanique pour produire l'adhérence.

Les feuilles ainsi obtenues ont la souplesse des feuilles d'étain, et cela présente un grand intérêt au double point de vue commercial et hygiénique. En effet, le papier métallisé à l'aluminium est très peu perméable à l'air et à l'humidité, ce qui permet de l'utiliser concurremment au papier d'étain. Du reste, si ce dernier métal existe généralement à l'état pur dans son minerai, la cassitérite, il ne faut pas oublier qu'on le retire aussi en grande partie des déchets de boîtes de conserves en fer-blanc, et que, dans ce cas, il est toujours à craindre qu'il contienne du plomb; d'autre part, on a souvent tenté d'ajouter du plomb à l'étain pour diminuer son prix, ce qui n'est pas sans inconvénient au point de vue de l'hygiène alimentaire.

Le papier métallisé se fabrique jusqu'à 1/100 de millimètre d'épaisseur; il possède une grande souplesse, est d'un prix modique et se conserve presque indéfiniment.

IV. — Applications dans l'industrie chimique.

Pour le traitement et la *conservation des liquides acides*, on emploie couramment des bacs en aluminium, notamment pour les acides sulfurique et nitrique; en effet, ces liquides n'attaquent l'aluminium que superficiellement, et la pellicule ainsi formée protège le reste du métal contre toute attaque ultérieure. Dans l'industrie de l'acide nitrique, l'aluminium rend service pour la construction des appareils de condensation, de refroidissement, de transport, etc.; toutefois, il faut veiller à ce que la teneur en bioxyde d'azote de l'acide soit inférieure à 5 pour 100 pour une concentration de l'acide supérieure à 65 pour 100 de monohydrate; cela revient à dire que le pourcentage en bioxyde doit être moindre que celui qui, pour une concentration déterminée, correspond à une attaque de l'aluminium.

Dans la chimie des *explosifs*, l'aluminium sert à la fabrication de plusieurs produits intéressants. Tel est l'*ammonal*, formé par un simple mélange d'aluminium et de nitrate d'ammonium pulvérisés; ce produit, enflammé à l'air libre, brûle rapidement, mais, enflammé sous pression, il explose avec force; on peut le préparer au moment même de son emploi. Le *Prométhée III* est un mélange de chlorate de potassium, d'oxyde de fer et d'aluminium en poudre; lors de son utilisation, on l'imbibe d'un mélange d'essence de térébenthine et de phénol; il possède un pouvoir brisant considérable.

On a également songé à utiliser l'aluminium pour la préparation de l'hydrogène. Le procédé consiste à mélanger de la limaille d'aluminium à une petite quantité de chlorure mercurique et de cyanure de potassium pulvérisé. Le produit en résultant a reçu le nom d'*hydrogénite*; il se conserve indéfiniment à l'abri de l'humidité; mais, traité par l'eau, il laisse dégager environ 1 300 l de gaz par kilogramme.

Pour la *photographie*, l'aluminium remplace avantageusement le magnésium, non seulement par son prix de revient plus faible, mais aussi par ses propriétés spectrales. Après le calcium, il est le seul métal possédant des raies voisines de la partie ultra-violette; le magnésium n'en possède que dans l'indigo et le bleu. On a constaté, en outre, qu'avec l'aluminium les colorations naturelles rouge et jaune gardent sensiblement leur valeur tandis qu'avec le magnésium la relativité n'existe pas. Il y a donc entre l'actinisme des deux lumières oxyaluminique et oxymagnésique une différence considérable.

D'après cela, on a établi différentes *photo-poudres à l'aluminium* dont l'une, due à M. Demole, présente la composition suivante :

Aluminium..........................	1 partie
Permanganate de potassium.........	2 Id.

Le permanganate doit être finement pulvérisé et être très pur. Le mélange ci-dessus brûle alors avec facilité et rapidité; il permet donc l'instantané.

On emploie aussi le mélange suivant :

Aluminium..........................	4 g
Chlorate de potassium..............	10

Il ne faut cependant pas oublier que ce mélange constitue un véritable explosif et que sa préparation doit

être effectuée prudemment. Les doses d'aluminium et de chlorate sont d'abord versées, en deux tas séparés, sur une feuille de papier, puis mélangées lentement avec une tige de bois. En aucun cas on ne doit mélanger ni manipuler plus de 30 à 40 g de mélange. La durée de combustion de 1 g est de 1/5 de seconde. On peut l'accélérer en ajoutant du sulfure d'antimoine d'après la formule :

Aluminium	3,6 g
Chlorate de potassium	10
Sulfure d'antimoine	2,2

Ce mélange doit être manipulé aussi avec prudence; il brûle en 1/17 de seconde.

Une méthode toute différente et plus pratique consiste à utiliser l'aluminium seul sous forme de *fils très fins* analogues à ceux employés dans les coupe-circuits. Un fil de ce métal mis en court-circuit sur une canalisation électrique se volatilise immédiatement en émettant une lumière très vive et de très courte durée.

V. — Monnaies.

Une propriété assez peu connue de l'aluminium est sa *sonorité* : un lingot de ce métal suspendu à un fil et frappé par un corps dur rend un son prolongé d'une pureté comparable à celle du cristal. Cette qualité a permis de fabriquer à l'aide d'alliages (aluminium-vanadium notamment) des instruments de musique; mais elle a donné aussi l'idée d'employer le métal pur à la frappe d'une monnaie divisionnaire. En effet, en outre de cette propriété, l'aluminium a une dureté et une ténacité comparables à celles de l'argent.

Les pièces faites de ce métal (essais à la Monnaie) s'usent moins rapidement que les pièces d'or, d'argent et de bronze. Leur inaltérabilité, quelles que soient la température, l'humidité, l'acidité plus ou moins grande des milieux dans lesquels elles circulent, enfin leur légèreté qui permet de ne pas surcharger les porteurs de monnaie sont autant de propriétés qui militent en faveur de leur adoption en remplacement des pièces de bronze. Il faut cependant tenir compte de ce fait que la densité de l'aluminium étant très faible on doit, pour ne pas être amené à avoir des pièces de trop forte épaisseur, leur donner un diamètre suffisamment grand. En limitant à 2 et 3 g le poids des pièces de 5 et 10 centimes, l'épaisseur serait suffisante, sans toutefois être gênante pour le maniement de monnaies d'un usage courant; les diamètres correspondants sont 25 et 30 mm.

Le Gouvernement français, saisi de la question, a proposé, il y a quelques années, la substitution de l'aluminium au bronze pour cet emploi. Une Commission a même été nommée pour son étude et sa mise au point. Elle a permis d'en dégager des conséquences financières, économiques et pratiques qui amèneront sans doute un jour ou l'autre sa solution. La propreté et la légèreté des pièces constitueront, notamment, un avantage très apprécié du public.

VI. — Applications dans l'industrie métallurgique.

Affinage des fontes et des aciers. — L'aluminium, possédant d'énergiques propriétés réductrices, peut servir utilement à l'affinage des fontes et des aciers. Ajouté en faible proportion à l'acier ou au bronze au moment de la coulée, il se comporte comme un agent dont l'effet est comparable à celui du silicium; il réduit les oxydes existant dans le métal, rend celui-ci plus ductible et évite la formation des soufflures. Introduit dans la fonte liquide, il déplace son carbone sous forme de graphite et lui donne un grain serré et plus homogène. C'est ainsi qu'une fonte ayant la composition suivante :

Carbone total	3,67	pour 100
Carbone graphitique	0,40	Id.
Silicium	0,48	Id.
Manganèse	0,11	Id.

donne, après addition d'aluminium, les résultats ci-après :

Pour 1 % d'aluminium	3,48 %	de carbone graphitique.
4 Id.	2,05	Id.
12 Id.	0,16	Id.

Ces chiffres semblent montrer que le pourcentage de graphite dépend de la teneur en aluminium et que, pour 1 pour 100 de ce corps, presque tout le carbone est à l'état de graphite.

La chaleur dégagée par l'oxydation de l'aluminium au contact des oxydes contenus dans les fontes et aciers est suffisante pour porter la masse métallique à 1400° environ. Cette chaleur d'oxydation est contenue tout entière dans le bain, ce qui provoque une émulsion rapide de toute la masse. L'alumine, insoluble dans le bain, passe dans les scories et surnage.

C'est généralement sous forme d'aluminium pur, plus qu'à l'état d'alliage ferreux (ferro-aluminium), qu'on utilise ce métal en sidérurgie. On jette un petit fragment d'aluminium au fond de la poche et on coule quelques gouttes de fonte qui l'emprisonnent et lui fournissent la chaleur nécessaire pour lui permettre d'entrer en fusion. Dès que la fonte est versée dans la poche, on remarque un bouillonnement intense accompagné d'un grand dégagement de chaleur, et la fonte prend un aspect presque transparent. On évite la réoxydation en recouvrant la fonte de sable ou de charbon. Pour que la réaction se produise dans de bonnes conditions, la fonte doit être à une température suffisante; sans cette précaution, elle serait à peu près nulle.

Pour les pièces massives, il faut avoir soin d'attendre que la réaction soit terminée afin de ne pas s'exposer à avoir des dépôts d'alumine à la partie supérieure des pièces coulées. Pour les pièces minces, il faut couler rapidement afin d'éviter les refus dans les parties délicates et éloignées de la coulée.

Pour les aciers, la proportion d'aluminium à ajouter varie suivant leur qualité et leur emploi. Dans ceux à

Digitized by Google

0,5 pour 100 de carbone, on ajoute de 160 à 320 g d'aluminium par tonne; dans ceux à plus de 0,5 pour 100 on n'ajoute que 150 à 200 g de métal.

Nous avons dit que l'aluminium en petite quantité supprime les *soufflures*. Ces dernières sont dues au dégagement partiel, au moment où le métal se refroidit, des gaz absorbés pendant la fusion; or, l'aluminium possède la propriété de réagir chimiquement ou de se combiner avec la plupart de ces gaz. Les fonderies de fer et d'acier qui emploient dans ce but le *ferro-aluminium* utilisent de préférence celui à 90 pour 100 de fer et 10 pour 100 d'aluminium. Cet alliage, très cassant, peut être ainsi utilisé facilement avec la quantité nécessaire, au moment même de la coulée. Plusieurs métallurgistes emploient l'*aluminium granulé*, la dimension des grains variant entre celle du riz et celle du sucre en poudre.

Les producteurs d'aluminium livrent aussi de petits blocs d'aluminium ayant des poids fixes, ce qui évite aux industriels d'avoir à peser le métal au moment de son emploi; cela permet d'ajouter une quantité déterminée d'aluminium à la fonte ou à l'acier avec le minimum de pertes et de difficultés.

On emploie annuellement environ 2000 t d'aluminium dans le monde comme réducteur dans la fabrication des fontes et des aciers.

Aluminothermie. — L'aluminium brûlant à l'état d'oxyde dégage une grande quantité de chaleur, qu'on utilise industriellement pour la réduction des oxydes des métaux réfractaires. Cette opération, bien connue depuis une quinzaine d'années, permet d'obtenir des métaux et alliages très purs, exempts de carbone chrome et manganèse, ferro-alliages, etc. Les matières premières utilisées doivent être parfaitement desséchées pour éviter des soubresauts qui pourraient amener des projections du mélange ou du métal fondu. La poudre d'allumage est généralement composée de bioxyde de baryum additionné d'aluminium; dans le mélange plonge un ruban de magnésium destiné à l'enflammer pour l'amorçage de la réaction. L'opération est très simple : le creuset étant bien sec, on le remplit avec les matières à traiter (sesquioxyde de chrome Cr^2O^3, dans le cas du chrome), puis on verse au centre de la surface supérieure quelques grammes de la poudre d'allumage qu'on enflamme. Il se produit une légère explosion, puis le feu se communique à toute la masse qui entre rapidement en fusion. Dès que le bain apparait nettement liquide, on ajoute le mélange d'aluminium et de ou des oxydes à réduire jusqu'à ce qu'on ait employé toute la matière préparée.

Si l'opération a été bien conduite, le contenu du creuset comprend deux parties : un culot, constitué par le métal ou l'alliage isolé, et, à la partie supérieure, de l'alumine dure (corubis) résultant de l'oxydation de l'aluminium brûlé. La température produite oscille autour de 2000° C. Le seul inconvénient de ce procédé est d'être assez coûteux.

A côté de cette application importante, l'aluminothermie est utilisée pour la soudure autogène des rails, la réparation des pièces de fer et d'acier (arbres de transmission, roues dentées, tubes, etc.). On l'applique aussi au bouchage des trous, à la production directe des températures élevées pour les travaux de laboratoire, etc. On a donné le nom de thermite au mélange (aluminium et oxyde) servant à la production de la chaleur nécessaire aux opérations aluminothermiques.

VII. — Aluminium recouvert de dépôts métalliques ou recouvrant d'autres substances.

Cuivrage de l'aluminium. — Pour le cuivrage de l'aluminium, on a indiqué plusieurs procédés, bien que cette opération ne soit pas exempte de certaines difficultés pratiques. Dans la méthode de Lodiguyne, on emploie une anode de cuivre pur et un électrolyte constitué par de l'eau additionnée de quelques gouttes d'acide sulfurique. Quand le courant a passé pendant un instant, il se forme du sulfate de cuivre et c'est de lui que provient le cuivre se déposant sur l'aluminium. Au bout d'une demi-heure, on lave bien à l'eau, puis successivement à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique et de soude caustique, enfin dans de l'eau pure. On répète l'opération complète plusieurs fois, jusqu'à ce que l'aluminium soit recouvert d'une couche de cuivre suffisamment épaisse.

Dans le procédé Giroux, le bain a la composition suivante :

Eau distillée	10 litres
Carbonate de sodium	810 g
Bisulfate de sodium	200
Acétate neutre de cuivre	240
Cyanure de potassium	240

On commence par dissoudre le carbonate de sodium dans 6 à 7 litres d'eau distillée chaude et l'on ajoute peu à peu le bisulfate. L'acétate de cuivre, finement pulvérisé, est dissous par petites quantités et en agitant fortement. Quant au cyanure de potassium qui a été dissous séparément dans 3 litres d'eau, on l'ajoute à la solution précédente après complet refroidissement. Le tout est brassé, chauffé et filtré.

Le décapage de l'aluminium se fait en le plongeant pendant un instant dans une solution de cyanure de potassium et en le frottant, après séchage, avec de la pierre ponce. Cette opération de décapage étant d'une grande importance, on la complète en plongeant l'aluminium dans une autre solution chaude, constituée par de la potasse, dans laquelle il est laissé jusqu'à ce qu'il se forme quelques bulles gazeuses. Il est lavé à l'eau froide et dans une solution aqueuse de bichlorure de mercure et de cyanure de potassium. L'aluminium est finalement plongé rapidement dans le bain. Le courant employé est de 0,5 A environ sous 3 v.

Nickelage de l'aluminium. — Cette opération a toujours été considérée comme très difficile. Elle a été

Digitized by Google

résolue récemment par Canac et Tassily qui conseillent d'agir de la manière suivante :

Le décapage du métal comporte successivement : le passage dans un bain de potasse à l'ébullition suivi d'un brossage avec un lait de chaux et le trempage pendant quelques minutes dans un bain de cyanure de potassium à 2 pour 1 000. Après passage dans chaque bain, la pièce est lavée à grande eau. Le métal subit ensuite l'action d'un bain chlorhydrique ferrugineux formé de :

Acide chlorhydrique.................	500 g
Eau.................................	500
Fer.................................	1

On le laisse dans ce bain jusqu'à ce qu'il prenne un aspect particulier rappelant le moiré métallique. Après un dernier lavage à l'eau, la pièce peut recevoir le dépôt de nickel par voie électrolytique. A ce point de vue, l'expérience démontre que les meilleurs résultats sont obtenus avec le chlorure de nickel : le métal résultant de ce traitement se présente avec un aspect blanc mat devenant brillant par le polissage au grattebosse.

L'adhérence du dépôt de nickel sur l'aluminium est très remarquable. On peut marteler ou plier les plaques sans qu'il se forme de craquelures et c'est seulement par cassure de l'aluminium que celui-ci est mis à nu. Quand on parvient à soulever la couche de nickel, l'arrachement, rapidement limité, ne peut s'effectuer que si l'on exerce un effort appréciable.

L'aluminium nickelé supporte le chauffage jusqu'à la température de fusion de l'aluminium sans que le nickel se sépare.

Si l'on examine au microscope le métal décapé à l'acide chlorhydrique ferrugineux, on constate à la surface l'existence de cellules dans lesquelles vient se fixer le nickel au cours de l'électrolyse. Il semble que le fer, en formant un réseau à la surface de l'aluminium, donne naissance à une multitude de couples favorisant l'attaque par l'acide chlorhydrique, cette attaque s'effectuant énergiquement mais irrégulièrement; il en résulte cet aspect particulier de la surface de l'aluminium entraînant l'aptitude à fixer les dépôts galvaniques.

L'aluminium nickelé ne s'altère pas à l'air humide et résiste bien à l'action des réactifs : soude diluée, acide acétique cristallisable, sel marin en solution concentrée, appliqués à froid ou à chaud. Au point de vue du transport de l'énergie électrique, les fils en aluminium nickelé produisent un abaissement du coefficient de dilatation.

Dorure de l'aluminium. — On opère ainsi qu'il suit :

On commence par argenter le métal dans un bain composé de :

Argent..............................	20 g
Cyanure de potassium................	60 g
Eau.................................	1 litre

L'argent est d'abord dissous dans de l'acide nitrique sans excès, puis on ajoute le cyanure; l'argenture se fait à froid.

Le bain d'or est préparé avec de l'or dissous à la manière ordinaire et auquel on ajoute :

Or..................................	20 g
Sulfate de sodium...................	20
Phosphate de sodium.................	660
Cyanure de potassium................	40
Eau.................................	1 litre

Ce bain doit être utilisé à la température de 20 à 25° environ.

Fer recouvert d'aluminium. — Pour recouvrir d'aluminium des feuilles de fer, plaques ou autres surfaces, de la poudre d'aluminium mélangée à un vernis spécial incolore est appliquée en couches minces sur le métal. L'application se fait à l'aide de rouleaux compresseurs ; les feuilles sont ensuite chauffées assez longtemps, dans un four à moufle, à 125° environ.

Les objets en fer qui doivent être revêtus d'aluminium sont d'abord galvanisés ou étamés et immergés ensuite dans un bain d'aluminium fondu ayant 700 à 800°. Dans le bain, les objets sont brossés avec des brosses d'acier. L'étain ou le zinc fond et il est remplacé par l'aluminium. Ils sont traités de cette manière deux ou trois fois dans un bain semblable, mais la plus grande partie de l'étain ou de zinc est absorbée par le premier bain.

Le revêtement d'aluminium ainsi effectué adhère parfaitement au fer; il ne s'écaille pas, ne se ternit pas, ne se corrode pas sous l'action de l'air humide, de l'eau ou de la chaleur et il ne peut être enlevé par les moyens mécaniques courants.

On recouvre parfois aussi d'aluminium les *fils d'acier*, ce qui permet de réaliser une augmentation de 80 pour 100 de la résistance à la flexion.

Dépots d'aluminium sur des matières quelconques. — Le procédé Schoop pour l'obtention de dépôts métalliques sur des objets quelconques s'applique particulièrement à l'aluminium et peut être considéré comme le complément des méthodes galvaniques. On sait qu'il consiste à projeter le métal fondu et pulvérisé sur les surfaces à recouvrir. La projection du métal est faite à température élevée et sous forte pression (20 à 25 kg : cm²). En sortant de l'appareil, il est réduit à l'état de poudre impalpable, à l'état de brouillard et se trouve projeté avec violence sur la surface des objets, de sorte que les gouttelettes se déposent sous forme de pellicules extrêmement minces et compactes, les recouvrant ainsi d'une couche adhérente et solide et qui est d'une homogénéité remarquable. L'épaisseur de la pellicule peut varier de 1/50 de millimètre à quelques millimètres suivant la durée de l'opération. Dans le cas de l'aluminium, 8 à 10 secondes suffisent pour obtenir une couche de 6 mm d'épaisseur.

Ce procédé peut être employé pour recouvrir d'une couche d'aluminium, non seulement les métaux, mais tout aussi bien le plâtre, l'ébonite, le verre, le bois, etc.

Digitized by Google

On l'utilise notamment pour le revêtement des bas-reliefs, moulages et toutes œuvres de sculpture, la protection du fer et de l'acier contre la rouille (ponts, charpentes), la métallisation des pièces céramiques et de verrerie d'art, le capsulage et le bouchage des bouteilles, la fabrication des vases et réservoirs en grès recouvert d'aluminium, des tubes sans soudure, la confection d'objets creux, enfin la fabrication des clichés d'impression, planches pour éditions stéréotypes, galvanos, etc. Pour cette dernière application, le procédé de métallisation se substitue avantageusement à la méthode galvanique ordinaire, applicable seulement aux surfaces conductrices.

Au point de vue de la rapidité, l'avantage est encore en faveur du procédé par métallisation. Les dépôts sont du reste très nets; les couches peuvent être adhérentes ou non suivant le but de l'opération. La structure du métal n'est pas cristalline et semble plutôt affecter une forme amorphe.

Jean Escard,
Ingénieur civil,
Lauréat de l'Institut.

La tourbe et l'industrie électrique

Dans une précédente étude [1] la « R. G. E. » a indiqué les conditions de formation et la composition de la tourbe ainsi que la répartition des tourbières. L'auteur décrit ici les procédés d'exploitation des tourbières : procédés d'extraction à la main et procédés d'extraction mécaniques, traitement mécanique de la tourbe, séchage naturel et séchage artificiel. L'application de la tourbe à la production de la force motrice fera l'objet d'une prochaine étude.

Il existe une grande variété de tourbières, différant par leur superficie, leur profondeur, la nature de la tourbe et par un grand nombre d'autres facteurs qui doivent être pris en considération lorsqu'on se propose d'en faire l'exploitation dans des conditions avantageuses. Avant donc d'entreprendre toute installation, il conviendra de faire la prospection de la tourbière.

Prospection. — La prospection s'effectue très simplement en traçant sur le sol de la tourbière des lignes parallèles distantes de 200 à 300 m suivant la qualité de la tourbe et la superficie de la tourbière. Sur ces parallèles et à une distance de 150 à 200 m les uns des autres

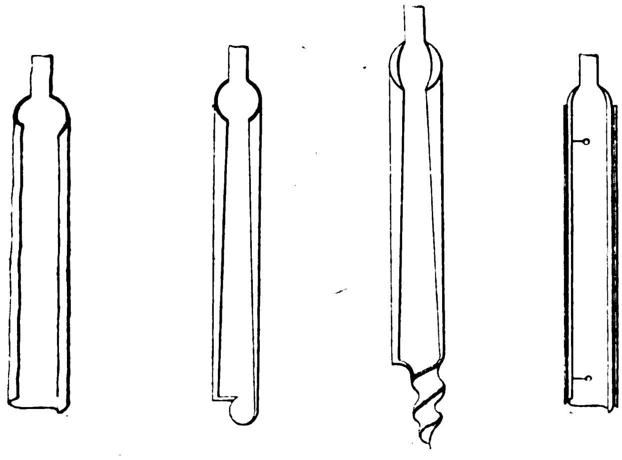


Fig. 1. — Sondes pour la prospection des tourbières.

ou moins, si le fond est très accidenté, on pratique des trous au moyen d'une sonde (fig. 1) que l'on enfonce jusqu'au terrain servant de lit à la tourbière. En Amérique, on emploie une sonde spéciale constituée par une sorte de scie disposée à l'extrémité d'une tige en fer. On rencontre d'abord une couche d'une épaisseur moyenne de 0,30 m impropre à la combustion et que l'on devra écarter pour obtenir le combustible, puis la couche combustible d'une épaisseur très variable mais dont un minimum de 0,60 m est nécessaire pour que l'extraction soit avantageuse. La profondeur indiquée par les sondages est soigneusement notée et reportée sur un plan topographique de la tourbière. Les échantillons prélevés sont, dans le cas d'une tourbière de profondeur uniforme et de formation organique homogène, mélangés ensemble en un seul échantillon dont on fait l'analyse. En France, il existe auprès du ministère du Ravitaillement un Laboratoire spécial qui se charge gratuitement de l'analyse des échantillons. Dans le cas où la profondeur est irrégulière, les échantillons sont conservés séparément et portent l'indication de la profondeur.

De l'analyse de la tourbe dépendra l'utilisation que l'on en fera soit comme combustible industriel, soit pour la traiter au gazogène avec ou sans récupération des sous-produits suivant la teneur en azote.

Voici, d'après R. Dumont [1], la teneur en azote, chaux et cendre, de trois échantillons de tourbe prélevés aux tourbières de Bief-du-Bourg (Jura) :

	Azote.	Chaux.	Cendres totales.
Tourbe mousseuse (couche supérieure)...........	6,80 %	24,08 %	31,00 %
Tourbe feuilletée (couche intermédiaire)........	16,10	5,60	10,50
Tourbe noire (couche inférieure)...............	11,10	11,20	50,00

On voit, par cet exemple, que la composition des échantillons varie d'une façon très sensible suivant la profondeur à laquelle ils ont été prélevés.

(1) J. Vichniak. La tourbe et l'industrie électrique. *R. G. E.*, 27 janvier 1917, t. 1, p. 147-152.

(1) Escard. L'industrialisation de la tourbe. *L'Industrie chimique*, juin 1917.

L'analyse complète doit, en outre, déterminer la proportion de carbone fixe, la teneur en matières volatiles ainsi que le pouvoir calorifique. De plus, lorsque la tourbe est destinée à être utilisée en litière, ce qui est assez rare en France, il convient d'en déterminer le facteur d'absorption.

Il existe plusieurs procédés d'analyse de la tourbe, consistant généralement à transformer le carbone en acide ulmique en l'oxydant au moyen d'un mélange d'acide nitrique et de chlorate de potassium. Nous n'insisterons pas sur ces méthodes d'analyse qui sortent du cadre de cette étude et nous passerons immédiatement à la partie principale du sujet.

Extraction de la tourbe. — Lorsque le terrain sous-jacent doit être mis en culture, il convient d'établir au préalable un plan d'exploitation. Généralement, on emploie la méthode utilisée par les Hollandais depuis le XVI^e siècle et désignée sous le nom de Fehnkultur (1).

Elle consiste à assécher le sol de la tourbière au moyen d'un réseau de canaux perpendiculaires le découpant en lots d'environ 100 m × 1 000 m qui sont exploités individuellement (fig. 2). Lorsque la pente naturelle du terrain

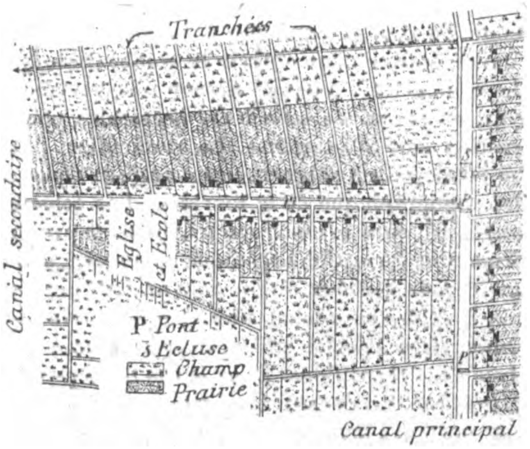


Fig. 2. — Mise en culture des tourbières. Méthode hollandaise.

s'y prête, ce qui est particulièrement le cas des tourbières de montagne, ce procédé de drainage produit un assèchement important de la tourbe dont la teneur en eau peut ainsi descendre jusqu'à 50 pour 100.

Sur les bords des canaux sont aménagés des chemins permettant le passage des appareils d'extraction et le transport de la tourbe.

La tourbe extraite est ensuite traitée mécaniquement, puis séchée et emmagasinée. Nous examinerons successivement ces diverses opérations.

Extraction proprement dite. — L'extraction de la tourbe peut se faire soit à la main, soit à la machine. L'extraction à la main, qui s'effectue au moyen d'un louchet ordinaire, du grand louchet ou de la drague à main, a été pendant longtemps la seule employée. Les ouvriers chargeaient la tourbe extraite dans des brouettes qui étaient conduites aux surfaces de séchage. A ce point de vue voici les renseignements que fournit M. Houillier, ingénieur des Ponts et Chaussées à Abbeville (Somme) :

« La superficie des tourbières picardes était de 2 908 hectares; elle est actuellement réduite à 1 500 hectares.

» De 1880 à 1911 la production en tourbe est tombée de 98 920 t à 45 590 t et a encore baissé depuis.

» Un bon tireur à main au louchet extrait par jour 8 400 touches, représentant un volume de 21,500 m³; soit environ 22 t de matière humide et 3 à 5 t de tourbe sèche. Le prix de vente est de 5 fr le stère marchand, soit environ 20 fr la tonne. Vous voyez que le travail à la main est productif; mais il ne faut pas se dissimuler qu'il est impossible actuellement de former, ni surtout de trouver des ouvriers exercés, aptes à l'extraction au grand louchet. »

Aujourd'hui les procédés d'extraction à la main se sont perfectionnés. La tourbe extraite à la main est ensuite déposée sur un transporteur mécanique (chaîne à godets, ou autre) qui l'emmène aux appareils de traitement que nous étudierons plus loin ou bien directement au champ de séchage.

Lorsque l'exploitation est importante, que la main-d'œuvre est rare ou que l'on veut obtenir un grand rendement, on procède alors à l'extraction mécanique. Celle-ci s'effectue au moyen de dragues ou excavateurs ou de louchets mécaniques.

Les constructeurs d'appareils de ce genre sont rares en France et, à notre connaissance, les Établissements Normand et d'Haille, de Juvisy (Seine-et-Oise), sont les seuls constructeurs de dragues et excavateurs spécialement étudiés pour la tourbe.

Ces appareils sont basés sur le principe des excavateurs courants pour les travaux publics, modifiés pour s'adapter aux conditions spéciales de l'exploitation des tourbières.

Une chaîne sans fin munie de godets spéciaux est commandée soit par un moteur électrique, un moteur à pétrole de 4 ch ou encore par un manège à deux chevaux. Ce dernier procédé de commande, qui présente un certain avantage au point de vue de l'économie du combustible, est très employé.

La chaîne à godets repose par un arbre à tourteau d'entraînement sur un bâti en tôles et profilés fixés sur le châssis de l'excavateur ou le ponton de la drague.

Cette même chaîne est guidée et réglée par une élinde en fer en U dont on assure la position en profondeur au moyen d'une chèvre et d'un treuil à main.

Ces appareils sont prévus pour l'extraction par les procédés ordinaires avec excavateur roulant sur rails et déversement direct sur wagonnets, pour l'extraction en bordure d'étang avec excavateur installé sur bateau et déversement de la tourbe à terre et pour l'extraction

(1) Teichmüller. Electrotechnik und Moorkultur. *E. T. Z.*, 5 décembre 1912.

en marais par appareils dragueurs montés sur bateau et déversement en chaland ou à terre.

Chaque appareil a une production de 100 à 150 m³ par jour.

Les Allemands avaient étudié depuis longtemps la question de l'extraction de la tourbe, aussi, dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres, voyait-on le marché inondé de leur production. Nous donnerons la description de quelques-unes des machines les plus intéressantes.

Les tourbières du gouvernement canadien à Alfred (Ontario) emploient un excavateur Krupp [1] ainsi constitué :

L'excavateur, le malaxeur et le moteur à gazoline sont montés sur une même plate-forme à caterpillars placée directement sur le sol de la tourbière (fig. 3) et portant à l'arrière une grue pivotant autour d'un axe vertical. La grue est pourvue de supports aux extrémités desquels sont fixées des poulies et des cordes entraînées par des tambours; ceux-ci reçoivent leur mouvement d'un arbre moteur relié à chaque tambour par un embrayage. La profondeur de l'excavation est réglée par une poutre fixée sur la grue et supportant la chaîne à godets.

La partie supérieure de l'élinde porte deux rails parallèles constitués par des fers en L et la partie inférieure, deux rails doubles. La chaîne à godets est maintenue sur les rails au moyen de coussinets en bois placés sur les deux faces de l'élinde.

La tourbe brute étant très adhérente, un dispositif spécial a dû être établi pour assurer la chute de la tourbe à la partie supérieure de l'élinde.

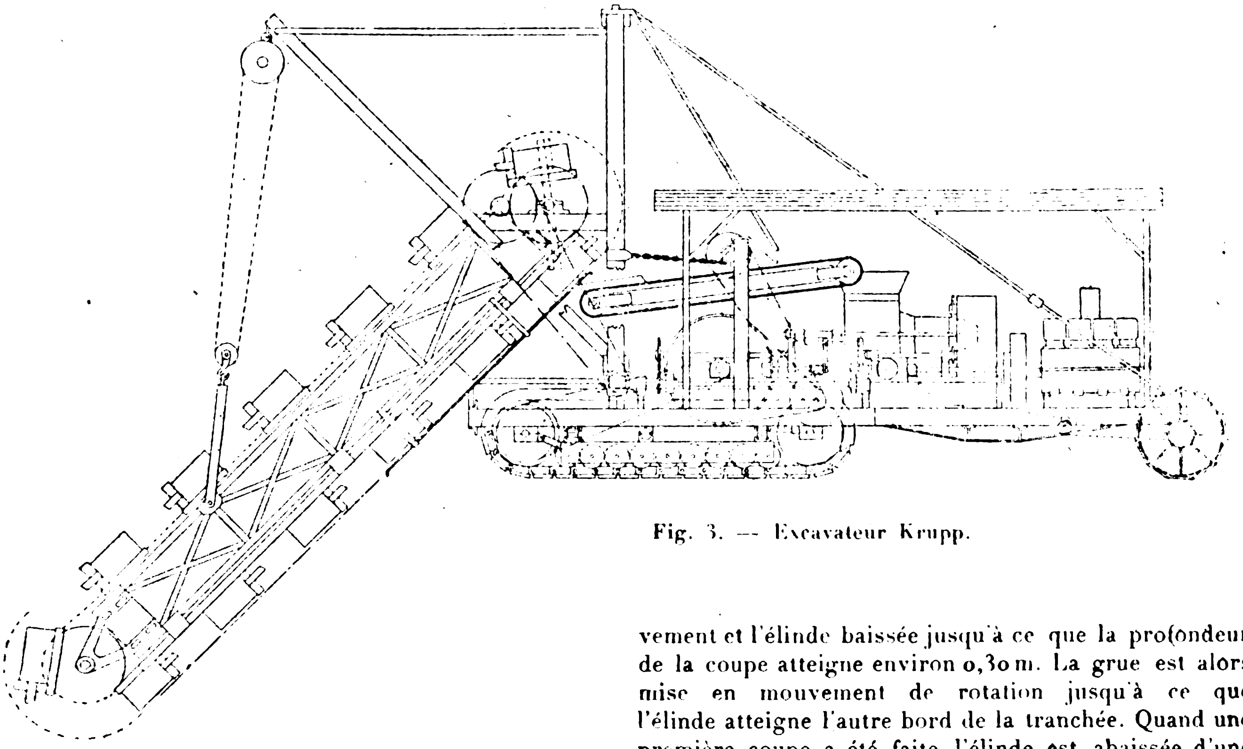


Fig. 3. — Excavateur Krupp.

Ce dispositif est constitué par une pelle à double lame reliée à l'arbre moteur de la roue à godets et dont les deux parties ont été proportionnées de façon que, lorsque chaque godet approche de la poulie supérieure, une des lames descend dans la partie supérieure du godet et en expulse le contenu par le fond qui est ouvert.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant :

L'appareil étant placé au point de départ, l'élinde est tournée jusqu'à ce qu'elle atteigne un des côtés de la tranchée à creuser, la chaîne à godets est mise en mouvement et l'élinde baissée jusqu'à ce que la profondeur de la coupe atteigne environ 0,30 m. La grue est alors mise en mouvement de rotation jusqu'à ce que l'élinde atteigne l'autre bord de la tranchée. Quand une première coupe a été faite, l'élinde est abaissée d'une quantité suffisante pour une nouvelle coupe et la grue mise en mouvement de rotation en sens inverse. On continue ainsi jusqu'à ce que la profondeur de coupe voulue ait été atteinte. A ce moment on cesse de faire mouvoir l'élinde dans le plan vertical, on avance l'appareil de la distance voulue pour une nouvelle coupe à la fin de chaque mouvement dans le plan horizontal.

Une plaque protectrice placée sous la partie inférieure et supérieure de la chaîne à godets évite le déchargement de ceux-ci dès qu'ils ont quitté la tranchée.

En quittant les godets, la tourbe est prise par un transporteur à vis qui la conduit à une trémie d'où elle tombe dans le malaxeur. A la sortie de cet appareil, un second transporteur à vis la conduit jusqu'aux wagons à bascule qui la transportent au champ de séchage.

[1] A. Anrep. *Recherches sur les tourbières et l'industrie de la tourbe au Canada*, 1911-1912.

Digitized by Google

La main-d'œuvre nécessitée par l'extraction à l'aide de cette machine est, d'après Anrep :

Mécanicien	1
Homme pour recevoir les wagons	1
Homme pour remplir les wagons	1
Total	3 hommes

D'après le même auteur, qui a expérimenté cette machine à la tourbière de Farnham (près de Montréal), la production est de 35 à 40 t par journée de dix heures.

L'inconvénient de cet appareil est qu'il ne fait pas une taille nette, les bords des tranchées sont alors peu solides et l'appareil, qui est d'un poids très élevé, ne peut revenir sur le bord d'une excavation antérieure pour continuer l'extraction.

Nous citerons encore l'excavateur Strenge [1] constitué par une roue à godets commandée par un moteur électrique et qui se déplace transversalement le long d'un axe passant par son centre. La tourbe est déchargée dans un transporteur mécanique aboutissant à la presse hydraulique. Ces appareils donnent de bons résultats lorsque la tourbe est homogène et ne contient pas de vestiges de branches ou de troncs d'arbres.

L'appareil Dolberg [2] est constitué par un simple transporteur à godets dans lequel trois ou quatre ouvriers déchargent la tourbe qu'ils extraient à la main. La production est de 60 000 à 80 000 briquettes par journée de dix heures.

Enfin l'excavateur Anrep également employé à la la tourbière du gouvernement canadien d'Alfred est une machine à grand débit, d'un très grand poids et qui ne peut convenir qu'à des exploitations très importantes.

Parmi les constructeurs d'excavateurs, il convient de citer : The Buckeye Traction Ditcher Co à Finlay (Ohio) qui construit des appareils composés d'une roue à godets montés sur camion automobile ; l'Abzorn Andersons Mek Vorkstads A. B. et Korners Gjuteri et Mek Venkstad Eslof (Suède).

M. P. de Montgolfier [3] estime ainsi les frais d'exploitation mécanique d'une tourbière produisant 500 t de tourbe humide par jour :

Location ou amortissement de l'excavateur à vapeur, par jour	50 fr.
Combustible	100
Main-d'œuvre	50
Frais généraux	50
Soit au total	250 fr.

pour 100 t de tourbe sèche.

Le prix de revient serait donc de moins de 3 fr la tonne pour une exploitation importante.

D'ailleurs, l'emploi des dragues et excavateurs mécaniques présente, actuellement du moins, de sérieux inconvénients : leur prix d'achat est très élevé et les délais de livraison sont très longs.

Or, ce qu'il importe actuellement, si l'on veut parer à la crise des combustibles, c'est d'aller rapidement de façon à obtenir, dès la prochaine saison, une production intense.

Il convient donc d'organiser dès à présent l'exploitation intensive à la main de toutes nos ressources, et de cette façon il sera possible d'arriver en 1918 à une production de 5 000 000 t au lieu des 400 000 à 500 000 que donnera la saison de 1917.

Traitement de la tourbe après extraction. — La tourbe, telle qu'elle est extraite de la tourbière, contient une notable proportion d'eau qui peut aller jusqu'à 90 pour 100. Il convient donc de la priver d'une partie de cette eau pour pouvoir l'utiliser comme combustible. Cette eau peut d'ailleurs se décomposer en deux parties distinctes : l'une qui disparaît facilement par la compression ou par la chaleur naturelle ou artificielle ; l'autre, qui constitue environ 30 pour 100 du poids total de la tourbe, qui est en quelque sorte une eau de constitution. On peut l'extraire assez difficilement par des procédés artificiels, mais aussitôt revenue au contact de l'air, la tourbe reprend rapidement une teneur de 15 à 20 pour 100.

La tourbe brute contient en outre des vestiges de branches ou de troncs qu'il convient de réduire en morceaux de faibles dimensions.

C'est le but des malaxeurs, macérateurs, broyeurs et appareils du même genre.

Nous citerons la machine Ecceberg qui comporte un modèle à fonctionnement à la main (fig. 4), composé d'un seau à l'intérieur duquel tourne une hélice. Le service de cette machine, de construction très simple, nécessite :

2 hommes pour l'entraînement de l'hélice ;
1 homme pour l'alimentation de la machine ;
1 homme chargé de recevoir la tourbe à sa sortie ;
1 homme pour l'étendage sur le terrain de séchage.

Cette machine comporte aussi des modèles pour la commande par chevaux ou par moteur.

L'appareil à macération Anrep [1] (fig. 5 et 6) permet le traitement complet de la tourbe en une seule opération continue. Les racines ou branches sont découpées, puis toute la masse de la tourbe est déchiquetée et forcée dans un appareil de pétrissage et de mélange.

Le produit obtenu ainsi possède une grande plasticité, la contraction au séchage est beaucoup plus grande et donne un produit relativement dur et lourd.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant : la tourbe est amenée par le transporteur 1 (fig. 5) à la trémie de chargement d'où elle tombe sur les couteaux 3 qui oscillent dans un plan vertical. La matière déchiquetée est projetée sur l'arbre 4 muni de couteaux qui

(1) Teichmüller. Elektrotechnik und Moorkultur. *E. T. Z.*, 12 décembre 1912, n° 50, p. 1 297 et suivantes.

(2) Teichmüller. Elektrotechnik und Moorkultur, *Id.*, p. 1 303.

(3) P. de Montgolfier. La tourbe. *L'Usine*, 8 avril 1917, n° 13, p. 21, et 15 avril 1917, n° 14, p. 19.

(1) Anrep. *Recherches sur les tourbières et l'industrie de la tourbe au Canada*, 1913-1914.

Digitized by Google

coupent et traitent les racines de façon à éviter tout engorgement. La tourbe qui a ainsi subi un traitement préliminaire sort de cette chambre de travail et passe entre les couteaux fixes 5 (fig. 6) dont le nombre dépend de la qualité de la tourbe et qui en assurent un déchiquetage intense.

La tourbe hachée pénètre ensuite dans un long tambour 7 traversé par un arbre 8 muni de bras malaxeurs 9. Ainsi pétrie la matière sort par l'ouverture 10.

En France, on ne construit pas, à notre connaissance, d'appareil spécialement étudié pour ce genre de traitement ; nous citerons cependant les broyeurs centrifuges Savy et Jeanjean dont les parois intérieures, en contact

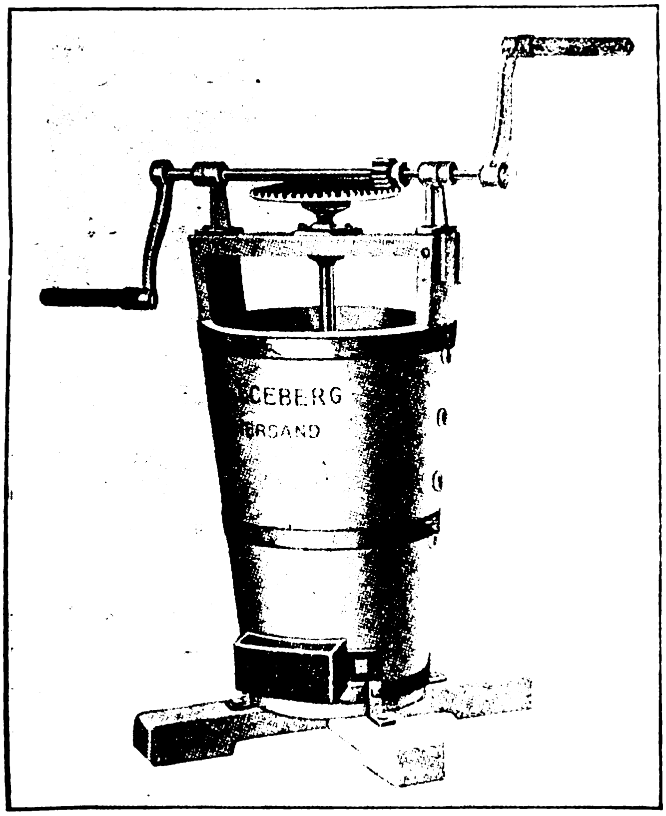


Fig. 4. — Machine Eceberg, modèle à main.

avec les matières à pulvériser sont striées et constituées par des plaques interchangeables en fonte aciérée.

La réduction de la tourbe en poussière répond en outre à un autre but. A cet état très divisé son séchage est beaucoup plus rapide et c'est là un gros avantage lorsque l'on sèche au soleil.

A la sortie des appareils de traitement, la tourbe se trouve, dans certains appareils, sous forme d'un parallélipipède rectangle continu qu'un ouvrier coupe au fur et à mesure à la longueur voulue. On obtient ainsi directement les briquettes prêtes aux opérations de séchage.

Dans un autre appareil, breveté par M. de Montgolfier, la matière sort sous forme d'un cylindre continu que l'on coupe en bûches de 0,50 à 0,80 m. Cette forme est très pratique pour le séchage à l'air, car la surface d'évaporation est ainsi augmentée par la réduction de la

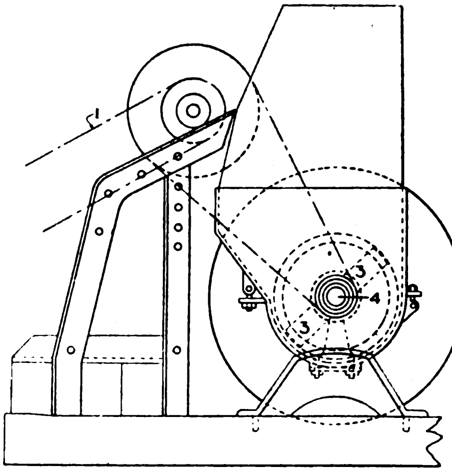


Fig. 5. — Appareil à macération Anrep (vue en bout).

surface portante et par des fentes taillées suivant les génératrices du cylindre.

Enfin dans beaucoup d'appareils la matière pulvérisée sort en vrac.

Séchage de la tourbe. — La tourbe, telle qu'elle sort des appareils de traitement, est chargée sur des transporteurs mécaniques : transporteurs à godets, transporteurs à câble (Canada), chemin de fer Decauville (Wiesmoor) qui l'emmènent à l'installation de séchage.

Le séchage peut avoir lieu soit naturellement, soit artificiellement.

Séchage naturel. — Lorsque la tourbe sort du malaxeur sous forme de briquettes, celles-ci sont disposées en petits tas, les Wienjes des Hollandais, par des gamins, sur une partie asséchée de la tourbière. Sous

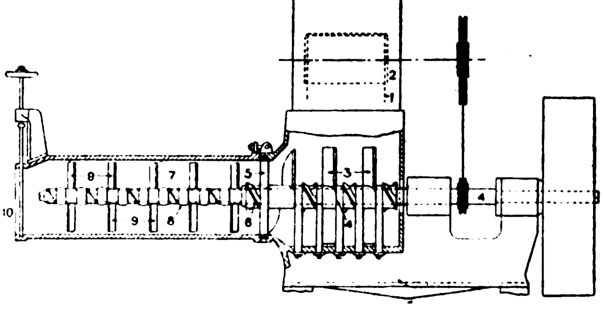


Fig. 6. — Appareil à macération Anrep (élévation).

l'action des rayons solaires les briquettes se dessèchent rapidement jusqu'à une teneur de 25 à 30 pour 100 d'humidité.

Digitized by Google

Pendant l'été particulièrement chaud de 1911, cette teneur est descendue, à l'exploitation de Wiesmoor, jusqu'à 18 et 22 pour 100.

Les briquettes, qui à l'état humide mesuraient 10 cm × 12 cm × 33 cm ne mesurent plus, à 25 à 30 pour 100 d'humidité, que 6 cm × 6 cm × 26 cm.

Lorsque la tourbe est en vrac, le séchage s'obtient alors en l'étendant sur le sol d'une partie desséchée de la tourbière sur une épaisseur de 10 à 15 cm.

Cette opération peut se faire à la main ou à la machine.

Il existe un nombre relativement grand de machines à mouler et à distribuer la tourbe.

Nous citerons la machine Anrep (Suède) (1) qui permet d'obtenir soit un gâteau continu, soit des bandes qu'il suffira de couper pour obtenir des briquettes. La machine (fig. 7 et 8) comprend un châssis magasin 1 relié au châssis de moulage par une charnière 3 ; le châssis de moulage repose ainsi constamment sur le sol par sa partie inférieure. A sa sortie de la planche de moulage 4, sensiblement horizontale, la bande de tourbe est, à volonté, sectionnée en bandes par les doigts 5 munis de couteaux 6. La partie avant de l'appareil repose sur des rouleaux 2.

La machine à étendre Krupp (1) consiste en un chariot rectangulaire sur lequel sont placés les dispositifs servant à étendre et à couper la tourbe. Ce chariot, monté sur roues, se meut sur voie ferrée au moyen d'un moteur servant également à actionner le dispositif à étendre et à couper la tourbe (fig. 9 et 10).

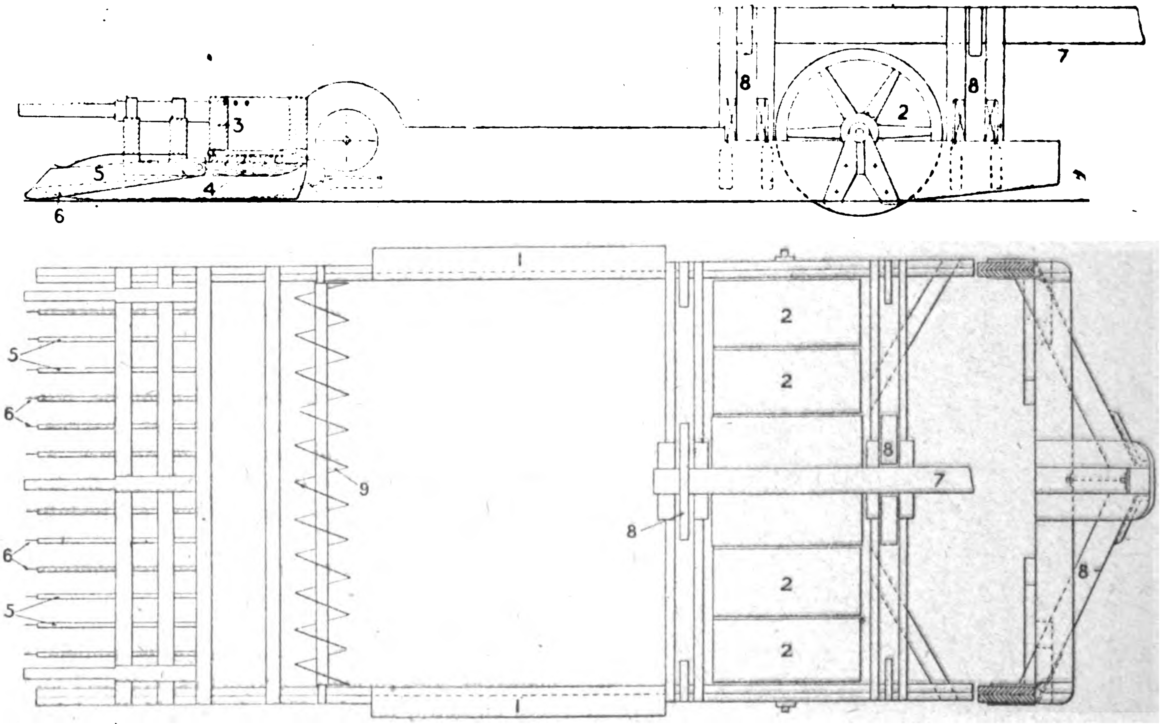


Fig. 7 et 8. — Machine à étendre la tourbe Anrep.

Lorsque la tourbe est étendue à la main, on procède au découpage dès qu'il est possible de circuler à la surface. Pour cela, on commence par amorcer des sections transversales au moyen d'un outil à main, puis on termine l'opération au moyen d'un appareil commandé par moteur et constitué par trois ou quatre scies circulaires montées parallèlement sur le même arbre à un écartement convenable.

Dans tous les cas, lorsque la surface des briquettes s'est desséchée suffisamment pour constituer une croûte assez solide, lorsque les briquettes sont « couennées », suivant l'expression du métier, elles sont ramassées par des équipes de gamins en petits tas ou « cantelets » où l'opération de séchage se poursuit.

Pendant cette période, l'action de la pluie est très gênante car, lorsqu'elle n'est pas sèche, la tourbe peut reprendre une teneur d'humidité égale à sa teneur originale et, par suite, l'opération de séchage doit être recommencée. On peut remédier à cet inconvénient en opérant le séchage sous des hangars analogues aux séchoirs des briqueteries.

Par contre, lorsqu'elle a été séchée à l'air, la tourbe ne reprend plus d'humidité; son degré se maintient constant (2).

(1) ANREP, *Recherches sur les tourbières et l'industrie de la tourbe au Canada*, 1913-1914, p. 89.

(1) A. ANREP, *Recherches sur les tourbières et l'industrie au Canada*, 1911-1912.

(2) TEICHMÜLLER, Elektrotechnik und Moorkultur, *E. T. Z.*, 12 décembre 1912, n° 50, p. 1303.

Digitized by Google

Néanmoins, il convient d'éviter que la pluie pénètre dans les meules lorsque ce moyen d'emmagasinage est employé. Il convient également d'éviter la gelée, car une tourbe gelée est impropre à la combustion, elle se réduit en poudre dont la plus grande partie passe dans la cheminée sans avoir été complètement brûlée.

Séchage artificiel. — Aujourd'hui, on se préoccupe beaucoup du séchage artificiel de la tourbe. Le séchage naturel présente en effet des inconvénients sérieux : il est long, puisqu'il demande de vingt jours à trois mois, il exige un grand emplacement, il complique la manutention et enfin le résultat de l'exploitation peut être sérieusement compromis par une année pluvieuse.

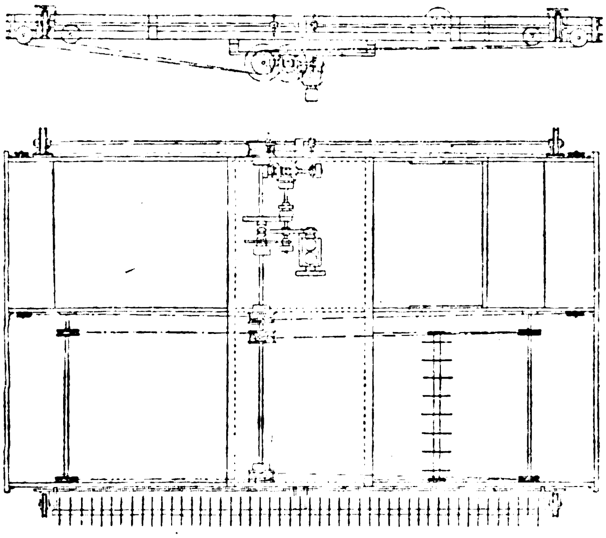


Fig. 9 et 10. — Machine à étendre la tourbe Krupp.

Plusieurs séchoirs à tourbe sont actuellement à l'étude, dont l'un très intéressant établi par la Compagnie Sturtevant. Le séchoir se compose, en principe, d'un foyer (fig. 11), brûlant de la tourbe et comportant en outre une arrivée d'air au-dessus des grilles pour la régulation de la température. Le mélange, aspiré par un ventilateur V, parcourt un canal C situé sous le tunnel de séchage T avec lequel il communique par des orifices munis de registres à papillon. La séparation qui constitue le plancher du tunnel est formée de plaques de fonte qui rayonnent ainsi vers le tunnel, une partie de la chaleur de la canalisation d'arrivée des gaz. Le tunnel comporte deux chambres à deux voies chacune. La tourbe, chargée en briquettes sur des claies est disposée sur les wagonnets marchant en sens inverse du courant gazeux. Celui-ci se trouve à une température relativement basse à l'extrémité B où il se trouve précisément en contact avec la tourbe sèche. Cette température s'élève à mesure que les gaz approchent de l'extrémité A et se trouvent en présence de tourbe de plus en plus humide, de l'air de plus en plus chaud arrivant par les papillons. De la sorte, les gaz de séchage ne sont jamais saturés d'humidité.

L'extrémité A du tunnel est fermée par un rideau en fer qui n'est ouvert que pour l'entrée des wagonnets. L'extrémité B comporte un tablier métallique dont on règle l'ouverture pour admettre de l'air frais dans le but de régler la température des gaz de séchage.

Le fonctionnement de ce four est donc continu. Il donne une tourbe à 10 pour 100 d'humidité et la consommation du foyer est d'environ 25 pour 100 de la production. Sa production est de 50 t par jour.

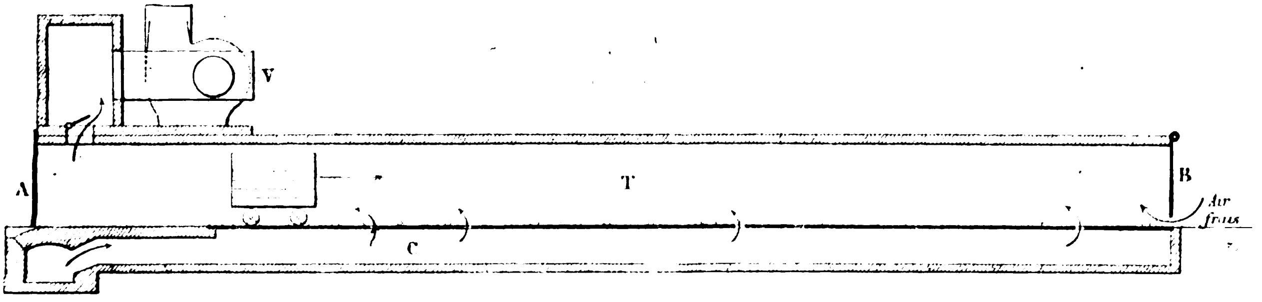


Fig. 11. — Élévation schématique d'un séchoir continu Sturtevant.

Le séchoir système « S. F. » de M. Max Baecheler comprend deux à six compartiments sécheurs, une chambre de filtrage des gaz chauds, un ventilateur d'appel et de refoulement de ces gaz.

Le gaz, mélangé d'air, à une température de 120° à 150°, préalablement débarrassé de ses poussières, puis amené sous les compartiments sécheurs, indépendants les uns des autres, traverse l'épaisseur de tourbe non comprimée de 20 à 30 cm. L'évaporation garantie par le constructeur est de 360 à 480 kg d'eau par mètre carré en vingt-quatre heures. Le temps nécessaire à un séchage est, en moyenne, de deux à quatre heures.

La production des gaz chauds est obtenue au moyen d'un foyer dont la consommation sera d'environ 25 pour 100 de la production du séchoir, à moins que l'on ne puisse utiliser les chaleurs perdues d'un autre foyer, comme c'est le cas lorsque la tourbe est consommée sur place pour le chauffage des chaudières d'une centrale électrique.

Autres procédés de séchage. — Les procédés de séchage de la tourbe font l'objet d'un grand nombre de brevets ; nous citerons :

Le séchoir rotatif Schultzer à tubes de vapeur ;

Digitized by Google

Le procédé Nils Testrup et Olaf Soderlund (Londres), qui, par compression, donne une tourbe contenant 50 pour 100 d'humidité ;

Le procédé Brune et Horste (Francfort) qui consiste à mélanger de la tourbe sèche et comprimée à de la tourbe brute et à comprimer le mélange ;

Le procédé Hirsch (Berlin), basé sur l'application intermittente de la pression et du vide ;

Le procédé Rigby (Ecosse) qui applique la pression à chaud ;

La méthode Kerrine (¹) utilisant l'énergie électrique.

(*A suivre.*)

Pierre GUIEU,
Ingénieur, ancien élève de l'École de Physique et de Chimie industrielles.

(¹) NYSTRÖM. *Tourbe et Lignite. Leur fabrication et leurs emplois en Europe*, p. 174.

Revues, analyses et informations

Fabrication électrique des nitrates synthétiques (¹).

Dans la fixation de l'azote atmosphérique qu'on réalise au four électrique, la réaction dépend principalement du contact de l'air avec l'arc. La plupart des fours sont défectueux à cet égard, et l'on a constaté que ces défectuosités tiennent à ce qu'ils sont du type monophasé. Après avoir montré que les fours Birkeland et Eyde, Schönherr et Pauling sont sujets à cette critique, l'auteur décrit un four triphasé de son invention (²) dans lequel il prétend que chaque particule d'air vient en contact avec la flamme.

Il est essentiel que les arcs soient soufflés, soit par un champ magnétique constant, comme dans le type Birkeland et Eyde, soit par un champ magnétique tournant comme dans le four Moscicski, soit par l'air qui traverse le four, comme dans les fours Schönherr, Pauling et Kilburn Scott. Il y a un inconvénient à employer un champ magnétique qui nécessite une alimentation en courant continu, alors que l'air doit traverser le four et que les arcs-flammes produits par le courant d'air sont aussi efficaces que ceux obtenus par un champ magnétique.

Un avantage du four triphasé est qu'il ne nécessite que trois électrodes, tandis que trois fours monophasés en demandent six.

Dans les fours monophasés, on établit l'arc en rapprochant les électrodes jusqu'à ce que leur distance soit suffisamment faible pour que le courant à haute tension puisse la franchir, ce qui n'est pas sans danger pour l'installation. Dans son four triphasé, l'auteur évite cet inconvénient au moyen d'étincelles auxiliaires. Un fil disposé à mi-chemin entre les extrémités des électrodes est relié à un appareil de haute fréquence qui, lorsqu'il fonctionne, donne des étincelles entre le fil et les électrodes ; l'air est ainsi ionisé et l'arc peut éclater. Les électrodes peuvent donc être fixées à la distance la plus favorable et on peut utiliser une tension plus basse pour actionner le four, avec un facteur de puissance meilleur. L'auteur trouve avantageux de maintenir constamment en fonctionnement les étincelles auxiliaires ; le rendement est ainsi amélioré, la continuité du fonctionnement est assurée et on évite les surtensions et autres phénomènes électriques nuisibles. L'énergie mise en jeu dans un four triphasé est toujours pratiquement maximum, les arcs se maintiennent mutuellement, tandis que, dans un four monophasé, la puissance varie de zéro à un maximum deux fois par période. Un chauffage préalable de l'air réalise une économie de chaleur, élève la température du four et dessèche l'air, d'où une amélioration de la production ; on favorise ainsi l'ionisation de l'air et l'auteur préconise une température de 250° C. L'échauffement préalable peut être réalisé au moyen des gaz qui s'échappent du four et un même réchauffeur peut servir pour plusieurs fours.

La réaction chimique étant réversible, il est important de refroidir rapidement l'oxyde nitrique. Dans les fours monophasés, on injecte à cet effet un excès d'air ; dans le type Kilburn Scott, on dispose une chaudière au sommet du four.

Cette méthode est efficace, par suite de la chaleur latente élevée de la vapeur d'eau et la vapeur peut être utilisée pour la production de l'énergie électrique ou bien servir à alimenter en eau distillée les dispositifs absorbants de l'installation. La chaudière est reliée au sol et l'arc-flamme agit sur elle à peu près comme une flamme ordinaire qui dégage en brûlant du gaz carbonique. Le métal n'est pas attaqué par l'oxyde azotique. En Norvège, les gaz du four traversent une chaudière ordinaire du type Babcock-Wilcox où la température a été abaissée à 200° C environ, température à laquelle le peroxyde peut n'être pas sans action, et il est beaucoup plus prudent à cet égard de disposer la chaudière directement sur le four, alors que le gaz est encore à l'état d'oxyde azotique.

La production des fours monophasés est généralement évaluée à 50 ou 60 g d'acide nitrique pur par kilowattheure. Avec le four triphasé de l'auteur, des rendements supérieurs à 50 pour 100 sont tout à fait possibles. De l'énergie totale dépensée dans le four, environ 10 pour 100 peut être obtenue sous forme de vapeur à basse tension. La production s'élève à sa pleine valeur environ un quart d'heure après la mise en fonctionnement du four. La tension requise est d'environ 1 500 v et on obtient des facteurs de puissance de 0,85.

Les appareils d'absorption comprennent une rangée de tours en briques inattaquables par l'acide, remplies de cailloux de quartz. Le gaz arrive par le bas et s'élève dans la tour en rencontrant le liquide absorbant qui ruisselle vers le bas. Au bas de chaque tour, on recueille de l'acide nitrique dilué que l'on remonte à la tour voisine, le liquide passant d'une tour à l'autre dans une certaine direction alors que le gaz passe en sens opposé ; la concentration de l'acide obtenue est de 25 pour 100, ce qui est suffisant pour la fabrication du nitrate de calcium ou d'ammonium. De l'acide nitreux se forme pendant l'absorption et se transforme, en présence de la vapeur d'eau, en oxyde azotique et peroxyde.

(¹) Extrait d'un rapport présenté à la Society of Chemical Industry par KILBURN SCOTT. *Electrical Review*, Londres, 27 juillet 1917, t. LXXXI, p. 93. 1 900 mots.

(²) Voir *La Revue électrique*, 2 avril 1915, t. XXIII, p. 305-306.

Digitized by Google

le premier prenant de l'oxygène à l'air présent en excès; pour cette raison les gaz doivent se mouvoir lentement entre les tours aussi bien qu'à l'intérieur de celles ci. Moscicski trouve qu'avec une alimentation intermittente des tours en liquide, l'absorption peut être grandement améliorée. Les chambres d'absorption ont une section rectangulaire, elles sont toutes contiguës et séparées par des parois perforées; les chambres sont alternativement vides et remplies de cailloux de quartz, et le gaz traverse l'ensemble horizontalement avec une vitesse de 4 cm : sec, tandis que la liqueur absorbante descend d'une manière intermittente à travers le contenu des tours. Avec la méthode Moscicski, on peut absorber 97 pour 100 du peroxyde d'azote et l'acide nitrique peut être recueilli sous une concentration de 40 à 50 pour 100.

Dans la seconde partie de son rapport l'auteur compare en détail la méthode directe de fabrication de l'acide nitrique avec la méthode indirecte (par la fabrication du carbure de calcium et de la cyanamide calcique, et oxydation de l'ammoniaque). Il passe en revue les divers stades de ce dernier procédé, la variété de l'appareillage utilisé et il insiste sur la nécessité de pouvoir s'alimenter en calcaire, coke ou anthracite et électrodes en charbon. Au contraire, le procédé de la fixation directe de l'azote est simple, l'appareillage réduit au minimum, et les matières premières (air et eau) universellement répandues, en sorte que l'installation peut être faite n'importe où, à la seule condition d'avoir de l'énergie électrique. En ce qui concerne le coût de l'installation, les procédés indirects ne peuvent pas lutter avec le procédé direct et les avantages que présente celui-ci par rapport à la matière première et au fonctionnement iront en s'accentuant.

A. B.

Machines d'extraction à commande électrique : Influence des données fondamentales fournies par l'ingénieur des mines sur la détermination des installations d'extraction électriques ([1]).

Quand on établit une installation électrique d'extraction de mine, il est nécessaire qu'il existe une étroite collaboration entre les ingénieurs de la mine et les ingénieurs électriciens chargés de la construction de la machine. De légères modifications dans les conditions d'extraction peuvent, sans causer aucun préjudice au service de la mine, permettre de grosses économies dans le prix de l'installation et d'obtenir un meilleur rendement du matériel électrique. C'est cette importante question que l'auteur étudie dans l'article que nous analysons ci-dessous.

Le problème qui se pose tout d'abord est de savoir s'il vaut mieux lever une faible charge à grande vitesse et multiplier le nombre des traits, ou lever une charge beaucoup plus forte à une vitesse moindre et avec un nombre de traits plus faible. La seconde solution est de beaucoup la meilleure, car, la vitesse de régime étant plus petite et les mises en vitesse moins fréquentes, les pertes d'énergie nécessaires pour la mise en vitesse sont beaucoup moindres, de plus, le temps d'un trait étant plus long, le rendement du moteur électrique sera plus élevé. Donc la première condition d'une bonne installation et d'une marche économique est : grand tonnage utile et traits de longue durée.

Une fois la profondeur d'extraction, la charge utile fixées et la durée d'un trait y compris les manœuvres donnée, il faut encore connaître la longueur de l'arrêt entre deux traits pour pouvoir déterminer la vitesse d'extraction et, par suite, la puissance de la machine. Cette durée de l'arrêt, indispensable à connaître exactement, doit être fournie par les ingénieurs de la mine et a une influence considérable sur la puissance du moteur électrique d'extraction.

Une fois ces conditions arrêtées, il faut choisir un type de treuil.

Ceux qui sont le plus employés sont : la poulie d'adhérence Kœpe, les tambours cylindriques ou tronconiques et les bobines.

Quel est le type qu'il convient d'adopter ?

L'auteur, pour répondre à cette question, étudie le diagramme d'extraction avec pointes ou surcharges (fig. 1).

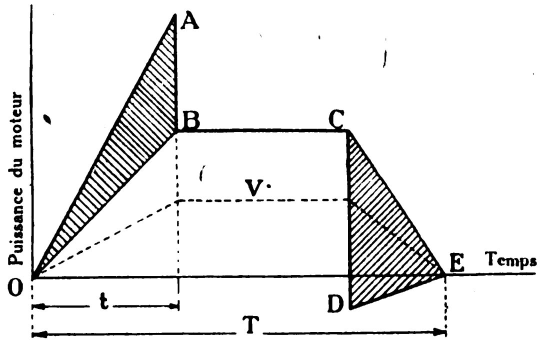


Fig. 1. — Diagramme d'extraction.

La courbe V représente la vitesse pendant les trois périodes : accélération, régime à vitesse constante et ralentissement Si on suppose le câble parfaitement équilibré, la ligne OBCE représente la puissance à développer pour l'extraction. Mais il faut tenir compte de la mise en vitesse et du ralentissement des masses en mouvement; les surfaces hachurées sur la figure 1 représentent les puissances nécessaires à l'accélération et au ralentissement des masses en mouvement. La ligne O A B C D E représente, en fonction du temps, la puissance totale à fournir pour une extraction. B A, qui représente la puissance nécessaire pour vaincre l'inertie du système et l'amener à la vitesse normale, a pour valeur, m étant la masse totale, v la vitesse, γ l'accélération, t le temps de la mise en vitesse

$$B\,A = (m\gamma) \times v = \frac{mv^2}{t}.$$

On a donc intérêt à réduire autant que possible la masse des corps en mouvement, les poulies Kœpe et les bobines donneront, dans cet ordre d'idées, de meilleurs résultats que les tambours qui ont des masses considérables. Toutes les pièces en mouvement devront être aussi légères que possible, tout en donnant une grande sécurité.

Nous venons de voir que B A avait pour valeur $\frac{mv^2}{t}$, nous voyons sur la figure 2 qu'on peut écrire :

$$B\,A = mv\,\mathrm{tg}\,\alpha.$$

D'après la façon dont ont été construits les diagrammes. T étant la durée d'extraction, on voit que l'aire des trapèzes (fig. 3) est constante, si v varie, et égale à la profondeur d'extraction. Ces trapèzes peuvent même tendre vers un triangle, ce qui est obtenu parfois avec des machines d'extraction à vapeur.

([1]) *Revue B. B. C.*, publiée par la Société anonyme Brown, Boveri et Cie à Baden (Suisse), janvier 1916, t. III, p. 11-15, 4000 mots, 5 fig.

Digitized by Google

La valeur de $BA = mv \operatorname{tg}\alpha$ peut passer par un minimum pour une valeur déterminée de v. C'est cette valeur de v qu'on devra choisir comme vitesse d'extraction, à moins qu'elle atteigne une valeur trop grande qui ne peut être

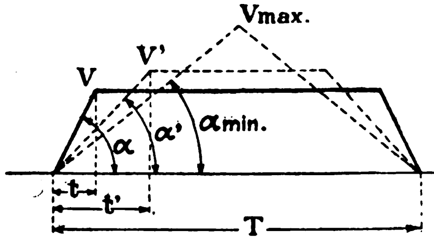


Fig. 2. — Diagramme de la vitesse d'extraction en fonction du temps.

admise, soit par la nature de la mine, soit par des règlements administratifs.

Jusqu'ici nous avons supposé que la puissance représentée par la partie B C du diagramme n'était sujette à aucune variation. En réalité, il n'en est pas toujours ainsi et cela dépend du système d'extraction choisi.

Dans le cas d'une machine d'extraction à deux tambours cylindriques (fig. 3), le câble n'est pas équilibré, la ligne BC est inclinée vers le bas et l'arrêt devient plus difficile par suite du poids de câble non équilibré du côté de la cage descendante.

Si on emploie un câble d'équilibrage de poids égal à celui du câble porteur, on obtient le diagramme de la figure 4.

Si le câble d'équilibrage est plus lourd que le câble porteur, on a le diagramme surcompensé de la figure 5.

L'emploi du câble d'équilibrage n'étant pas toujours possible, on arrive à l'équilibrage en employant des tambours d'extraction de forme tronconique et on obtient ainsi, soit le diagramme de la figure 4, soit le diagramme de la figure 5. Les mêmes résultats sont obtenus avec les bobines.

L'auteur n'étudie pas le cas de l'extraction à un seul brin, mais il rappelle que, dans le cas de l'extraction à deux brins, il est nécessaire de prévoir l'extraction à un seul brin avec bennes vides et, quelquefois, on exige que l'extraction à un seul brin soit prévue pour le tonnage utile entier, ce qui, d'ailleurs, conduit à des dimensions de moteur exagérées.

Les manœuvres à la recette exigent également des puissances considérables, surtout dans le cas où on doit amener la cage chargée dans le chevalement pendant que la cage vide, qui devrait faire équilibre, repose sur les taquets du fond. Cet inconvénient ne se présente pas avec les poulies Kœpe qui, en fin de compte, présentent la meilleure solution pour les équipements électriques d'extraction.

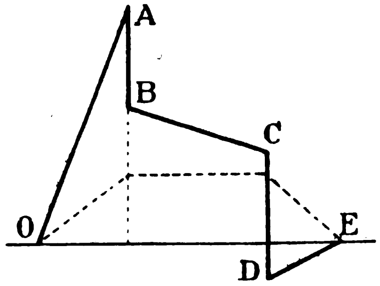


Fig. 3. — Diagramme d'extraction d'un trait non équilibré.

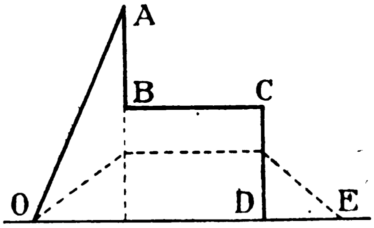


Fig. 4. — Diagramme d'extraction d'un trait équilibré.

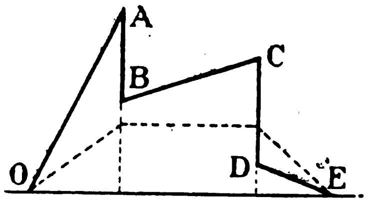


Fig. 5. — Diagramme d'extraction d'un trait surcompensé.

Les machines à bobines sont également avantageuses pourvu que les recettes ne soient pas distribuées à des étages différents.

L'auteur recommande, enfin, l'emploi des câbles ronds et conclut en disant que, pour obtenir les meilleurs résultats, les ingénieurs des mines doivent laisser le choix du système de commande au constructeur du matériel électrique qui, seul, peut utiliser rationnellement son matériel. H. C.

Notes pratiques

Appareil de manutention des câbles [1]. — On sait que, pour tirer des câbles, il est d'usage de les saisir par leurs conducteurs aussi bien que par leur feuillard. Voici un appareil pratique pour effectuer la manœuvre. Il se compose d'une tige en fer forgé d'environ 23 cm de longueur, terminée par un œillet ; elle a 3 cm de diamètre et son autre extrémité est évasée en forme de cône tronqué, creusé de 3 rainures. Le feuillard du câble est découpé en dents de scie à plusieurs centimètres en arrière de l'extrémité du cable ; les conducteurs sont retournés et dépouillés ; on les place dans les rainures du cône tronqué, et les torons sont assujettis autour du manche de l'outil. Les extrémités du feuillard dentelé sont alors recourbées tout autour des conducteurs ; on fait couler de la soudure dans les joints de façon à obtenir des joints bien lisses. Avec ces joints proprement faits, il a été possible de rompre des cordes supportant des charges de 7 t sans que l'attache sur l'appareil se détache. — P. V.

[1] *Electrical World*, 30 juin 1917, t. LXIX, p. 1 261, 1 fig.

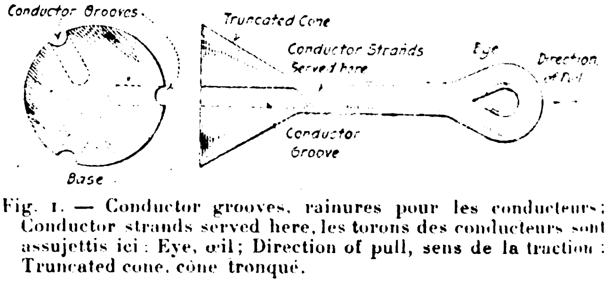


Fig. 1. — Conductor grooves, rainures pour les conducteurs ; Conductor strands served here, les torons des conducteurs sont assujettis ici ; Eye, œil ; Direction of pull, sens de la traction ; Truncated cone, cône tronqué.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

L'Energie Industrielle.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 20 AOUT 1917.

L'assemblée générale ordinaire du 25 juin dernier avait porté la réserve pour amortissement de matériel et d'usines à 1 million de francs, ce qui représentait le cinquième du capital social. Devant l'augmentation de la valeur de ses immobilisations par suite de la hausse générale des matières premières, la Société a jugé qu'il n'était plus nécessaire de maintenir cette réserve et elle a décidé de l'incorporer au capital social en distribuant aux actionnaires une action nouvelle par cinq actions anciennes. Le Conseil d'administration demandait en même temps à l'assemblée générale les autorisations nécessaires à l'absorption de plusieurs sociétés filiales; la plus importante de ces sociétés est l'Energie électrique de la Basse-Loire qui possède à Saint-Nazaire une station centrale de 18000 ch et un réseau de distribution important dans cette région industrielle; les autres sociétés que l'Energie Industrielle se propose de racheter sont le secteur de Saint-Nectaire qui exploite la concession d'électricité de la station thermale de Saint-Nectaire et de quatorze autres communes du département du Puy-de-Dôme; l'Energie électrique de la Côte-d'Or et la Compagnie électrique d'Eclairage et de Force.

La quantité d'actions d'apport à émettre pour réaliser ces opérations devrait être d'environ 2 millions de francs et une série de nouveaux travaux devrait être entreprise.

L'assemblée générale a décidé, en conséquence, d'autoriser le Conseil à porter le capital social à 10 millions de francs, soit par la création d'actions d'apport, soit par la création d'actions de numéraire.

Compagnie lorraine d'Electricité.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 25 SEPTEMBRE 1917.

Par suite de la réorganisation financière votée par l'assemblée générale extraordinaire du 24 janvier dernier, la situation de la Société s'est trouvée assainie, le montant du capital ayant été réduit de 15 millions à 6 millions de francs; cette réduction avait été immédiatement suivie par un relèvement à 10 millions du montant du capital social.

La diminution de 9 millions a été affectée :

A l'amortissement des pertes antérieures pour 2356024 fr;

A l'amortissement des frais d'émission d'obligations pour 1565290 fr;

A l'amortissement des frais de constitution pour 98915 fr.

Le surplus, soit 4979770 fr, a été employé à constituer un compte « Provision pour amortissements ».

Le déficit de l'exercice a été de 447803 fr contre 1873319 fr pour l'exercice précédent, les relèvements de tarifs obtenus des pouvoirs publics n'ayant pas eu le temps de jouer d'une façon suffisante pendant l'exercice.

Conformément aux décisions de l'assemblée du 24 janvier, cette perte a été prélevée sur la « Provision pour amortissement » constituée comme il a été dit plus haut. De plus, une somme de 441000 fr, montant des obligations amorties au cours de l'exercice, a été prélevée sur ce même compte qui se trouve ainsi ramené à 4090965 fr.

BILAN AU 31 MARS 1917.

Actif.

	fr
Station centrale de Nancy :	
Terrains, immeubles, matériel et concessions	10 274 300 »
Postes de transformation, canalisations	4 492 700 »
Compteurs et installations d'abonnés	743 100 »
Distribution régionale :	
Terrains, immeubles, constructions, matériel	6 550 000 »
Postes de surélévation, canalisations et concessions, haute tension, lignes téléphoniques	6 365 400 »
Postes de transformation, réseaux, branchements, compteurs et installations d'abonnés	8 608 400 »
Entreprise d'incinération :	
Bâtiments et constructions	259 500 »
Fours et appareils de manutention	333 500 »
Chaudières, tuyauteries et divers	302 600 »
Caisse et banquiers	4 148 818,35
Effets à recevoir	1 153,25
Actionnaires	3 051 975 »
Débiteurs divers	3 511 676,25
Marchandises en magasin et approvisionnements	970 091,35
Titres et participations	2 967 530 »
Frais de constitution	1 »
Frais d'émission	1 »
Frais d'étude et de mise en route	1 »
Prime de remboursement	402 640 »
Réparation de dégâts de guerre	130 075,75
Profits et pertes. Pertes de l'exercice	447 803,70
	53 561 266,65

Passif.

	fr
Capital	10 000 000 »
Fonds d'amortissement	2 200 000 »
Réserve générale (obligations amorties)	585 500 »
Provision pour amortissements	4 979 770,20
Obligations 4 pour 100 et 4 1/2 pour 100	31 623 500 »
Travaux en cours, fournisseurs et créditeurs divers	2 203 067,75
Coupons à payer. Obligations à rembourser	1 969 428,70
	53 561 266,65

Digitized by Google

Revues, analyses et informations

L'éducation professionnelle des invalides de la guerre en Angleterre.

Les besoins de main-d'œuvre qualifiée, qui se font sentir actuellement et se feront sentir encore plus âprement lors de la réorganisation économique qui suivra la fin des hostilités, ont amené les gouvernements à rechercher les moyens d'utiliser le mieux possible les invalides de la guerre et à seconder les nombreuses initiatives privées qui, dans un but de solidarité humaine, se sont déjà occupées de la question. C'est dans cet esprit que s'est réunie, du 8 au 12 mai dernier, au grand Palais, à Paris, la « Conférence interalliée pour l'étude de la rééducation professionnelle et des questions qui intéressent les invalides de la guerre ».

Des diverses suggestions qui ont été formulées à cette Conférence quelques-unes ont déjà été suivies de réalisations pratiques. L'Angleterre, notamment, est entrée dans une voie qui semble devoir donner d'excellents résultats tant au point de vue du but proposé de parer à la pénurie de main-d'œuvre, qu'au point de vue plus philanthropique d'améliorer la situation sociale des pensionnés de la guerre. Les mesures qui y ont été prises ont été exposées dans un intéressant article publié dans le « Bulletin des Usines de guerre » du 13 novembre 1917, pages 225 à 227, article dont nous extrayons les renseignements qui suivent.

A l'instigation du ministère du Travail et du ministère des Pensions, spécialement chargés de la question, il a été créé, pour chacune des grandes branches industrielles susceptibles d'employer les mutilés ou invalides, un comité ayant pour mission de formuler des avis ou des propositions sur les méthodes d'éducation professionnelles applicables aux invalides et sur le choix des centres d'éducation les plus appropriés. Ces comités se composent des représentants des grandes organisations syndicales, patronales et ouvrières.

Le premier soin de ces organes administratifs et consultatifs a été de procéder à une vaste enquête sur les débouchés que peuvent offrir aux invalides les principales branches de l'industrie britannique. Pour cela, un état a été dressé du personnel qui y était affecté avant la guerre et des vides que celle-ci y a creusés ; de plus, on a noté la répartition géographique et les conditions économiques et techniques générales de ces industries; enfin, on a recherché la compatibilité de certains emplois avec la nature des infirmités de l'invalide.

Les branches industrielles vers lesquelles il convenait de diriger les invalides ayant été ainsi reconnues, il s'agissait d'éduquer ceux-ci en conséquence. Pour cela, l'Angleterre a édicté toute une série de mesures administratives qui sembleront extraordinaires dans un pays longtemps cité comme la terre d'élection du non-interventionnisme de l'État.

C'est ainsi qu'une ordonnance royale de mars 1917 et les instructions subséquentes prévoient qu'un certain nombre des professions particulièrement propres à l'emploi des mutilés pourraient être déclarées « professions spéciales » par le ministère des Pensions, et donnent à ce ministère le droit d'organiser et de réglementer l'enseignement technique des invalides qui seront dirigés vers ces professions. Pour lui permettre d'exercer ce droit par l'intermédiaire des Comités locaux déjà fondés en vue de cet enseignement, le ministère possède d'ailleurs un excellent moyen pratique : celui de n'accorder de subventions gouvernementales — et elles sont importantes en Angleterre — qu'à ceux de ces comités qui consentent à se conformer aux prescriptions édictées.

Restait une troisième difficulté à résoudre : encourager les invalides à suivre les cours d'apprentissage. Deux raisons, en effet, tendent à les en éloigner : d'une part l'allocation d'une pension qui permet à l'invalide de se contenter d'un emploi peu rémunéré, d'autre part la possibilité de trouver sans délai une rémunération supérieure à celle qu'il toucherait pendant la période d'apprentissage.

L'administration anglaise paraît avoir très heureusement résolu cette double difficulté. Pendant la période d'apprentissage elle alloue à l'invalide la pension correspondant à une incapacité absolue de travail (34,5 fr par semaine pour les soldats, 37,5 fr à 52,35 fr pour les sous-officiers, plus une allocation pour ses enfants (6,25 fr par semaine pour le premier, 5,25 fr pour le second, 4,25 fr pour le troisième et 3,15 fr pour chacun des autres), plus encore une indemnité supplémentaire à sa femme (16,20 fr par semaine) si l'enseignement qu'il reçoit nécessite son éloignement de son domicile ; en outre tous les frais d'enseignement sont supportés par l'État.

Pour assurer l'assiduité de l'apprenti il est prévu une prime de 6,25 fr par semaine versée, à la fin de l'apprentissage, à tout invalide ayant subi sans interruption la durée d'enseignement réglementaire ; cette durée pouvant, dans certains cas, atteindre deux ans (dessinateurs), c'est une prime totale pouvant s'élever à 650 fr.

Enfin, pendant son apprentissage, l'invalide a droit à un salaire, sauf pendant les quatre premières semaines. Ce salaire est fixé à au moins 12,55 fr par semaine à partir de la cinquième. En règle générale, ce salaire ne s'ajoute pas aux allocations indiquées ci-dessus : il représente la part de l'employeur dans les sacrifices faits par l'État. Mais si le travail fourni par l'apprenti est estimé valoir plus de 12,50 fr par semaine, le supplément de salaire au-dessus de cette somme lui est intégralement payé en sus de ses allocations et indemnités ; de cette façon, l'invalide est incité à fournir le plus rapidement possible un travail productif.

SECTION DE LÉGISLATION

Le nouveau cahier des charges type pour l'exploitation en régie d'une distribution municipale d'énergie électrique

L'auteur donne, dans l'article que l'on va lire, une analyse du récent cahier des charges type paru dans le « Journal officiel » du 8 novembre 1917 et reproduit plus loin, p. 914-917. Ce cahier est le premier, en matière de distribution d'énergie électrique, qui, au lieu de prévoir l'établissement d'une concession, crée réellement les conditions de marche d'un service municipal jouissant d'une complète autonomie. A ce titre, l'organisation de la régie et de son régime financier a paru intéressant à étudier.

Si l'on accusait par hasard la France d'être en retard dans les distributions d'énergie électrique, on ne pourrait, en tout cas, rechercher la cause de ce fait dans une pénurie de textes administratifs : sans compter la loi organique de 1906, ni les décrets de 1907 sur les redevances pour droits de contrôle et d'occupation de voirie, nous pouvons citer, sans le moindre effort de mémoire : le décret du 17 mai 1908 portant approbation du cahier des charge type en matière de distribution municipale ; le décret du 20 août 1908, portant approbation du cahier des charges type en matière de concession par l'État ; et enfin le décret du 30 novembre 1909, portant approbation du cahier des charges type pour la concession par l'État d'une distribution d'énergie électrique destinée à n'alimenter que des services publics. Et voici que le « Journal officiel » du 8 novembre nous apporte un nouveau décret qui, signé le 8 octobre 1917 par M. le président de la République, a pour but d'approuver un cahier des charges type « pour la construction et l'exploitation directe en régie d'une distribution publique d'énergie électrique par une commune ou un syndicat de communes ».

Les trois premiers cahiers des charges, tout en ayant entre eux certaines différences, avaient au moins un point commun, puisque tous supposent une autorité concédante et un concessionnaire : l'autorité abandonne pour un temps déterminé la jouissance du domaine public et le concessionnaire bénéficie du droit de faire des profits et des bénéfices pendant le temps qui est spécifié au contrat ; dans le cahier du 17 mai, la commune figure comme autorité concédante et l'objet de la concession est la distribution de l'énergie électrique, avec ou sans privilège exclusif d'éclairage ; c'est de beaucoup le type le plus répandu ; dans le cahier du 28 août 1908, l'autorité concédante est l'État représenté par le préfet qui statue pour un ensemble de communes non réunies en syndicat ; le concessionnaire ne peut réclamer un monopole de distribution d'éclairage, car ce serait aliéner la liberté des communes relativement à un de leurs principaux services publics ; aussi la plupart des industriels préfèrent-ils s'adresser à toutes les communes en particulier, plutôt que d'employer ce cahier des charges dont les mailles sont trop vastes ; dans le cahier du 30 novembre 1909, on a voulu prévoir un contrat simplement limité à l'alimentation des services publics ; aussi cette forme d'engagement très spécial est très peu usitée.

Tout autre est l'esprit qui a présidé à la rédaction du décret en date du 8 octobre 1917 (1) qui détermine les grandes lignes de l'innovation contenue dans le cahier des charges que renferme le même numéro du « Journal officiel » (8 novembre 1917) ; ce texte administratif a pour but de permettre à la commune de gérer sa distribution, par conséquent de conserver et de faire siens les bénéfices à en provenir, tout en confiant la direction à un groupe d'hommes capables. C'est en un mot l'organisation d'une régie d'un genre spécial, et, à ce titre, il nous paraît intéressant d'en définir le fonctionnement ; le but du contrat est, en effet, exprimé par l'article premier : « La commune de... est autorisée à exploiter directement en régie la distribution publique de l'énergie électrique sur son territoire » ; ce n'est donc pas une concession, c'est la faculté donnée à une commune de constituer un service autonome, dont le rôle sera d'accomplir tout ce qui est nécessaire pour faire des recettes, grâce à la vente du courant, et de procurer des ressources pécuniaires à la commune, tout en attribuant à ses habitants le bien-être que l'électricité amène toujours avec elle.

Et ce service jouit de la personnalité civile, c'est-à-dire qu'il peut contracter, comme le ferait une personne physique, s'obliger, recevoir, en un mot faire des dépenses et s'assurer des recettes. On a même prévu que plusieurs communes pourraient se syndiquer, c'est-à-dire se réunir, afin de constituer un service unique pour elles seules.

Dans le but d'éviter des redites, nous supposerons toujours la régie créée par une seule commune, en expliquant une fois pour toutes que les fonctions confiées dans cette hypothèse au maire ou au conseil muni-

(1) Voir à propos de ce décret, reproduit dans la *R. G. E.*, du 24 novembre, t. II, p. 839, le commentaire qui en a été donné dans le numéro du 1er décembre, p. 869, par M. de Rigney.

Digitized by Google

cipal, sont attribuées, dans l'hypothèse d'un syndicat de communes, au président du syndicat ou au Comité du syndicat.

Et cette personnalité civile sera d'autant plus nécessaire à ce service nouveau qu'il est susceptible d'être chargé non seulement d'une distribution déjà organisée, mais encore de la construction des lignes dont l'exploitation doit lui être confiée, et qu'il sera toujours chargé de l'exécution des travaux complémentaires ainsi que de l'acquisition du matériel, de l'outillage et des matériaux que ces travaux peuvent exiger.

I. — **Organisation de la régie**. — On sait que toute entreprise commerciale ou industrielle a une marche normale s'il se trouve à sa tête une assemblée qui délibère et décide et, à côté de cette assemblée, un homme qui, après l'avoir renseignée sur les besoins des divers services, sait exécuter les décisions prises; c'est cette organisation que le décret a voulu copier en instituant, à l'instar de ce qui se passe dans les sociétés industrielles, un conseil d'administration et, à côté de lui, un directeur qui, d'ailleurs, en fait partie ; le conseil se compose de quatre membres qui sont nommés par le maire sur l'agrément du préfet ; il faut espérer que le favoritisme ne constituera pas la seule inspiration du choix et qu'il sera tenu un certain compte des qualités techniques ; les membres du conseil d'administration désignent le président qui, en cas de partage des votes, a une voix prépondérante ; ils touchent un jeton de présence pour chaque séance à laquelle ils assistent (le montant en est fixé par le conseil municipal) ; ils se réunissent une fois par mois, ou plus souvent, si cela est nécessaire, sur la convocation du maire ou du président; et l'ordre du jour de chaque réunion est communiqué à *l'ingénieur en chef du contrôle* qui peut, par lui-même ou son délégué, assister à la réunion ; il semble que, par cette disposition, le décret ait voulu changer la façon dont on se figure ordinairement le contrôle en France, sous les formes d'un inspecteur farouche spécialement créé seulement pour surveiller tous ceux qui osent toucher à la voie publique : il paraît avoir voulu en faire plutôt un conseil, un protecteur qui exercera par lui-même une bienfaisante tutelle.

Mais le passage le plus intéressant est bien l'article 11 qui règle les fonctions du conseil d'administration que l'on peut diviser en trois parties. *Fonctions en ce qui concerne le personnel :* c'est le conseil seul qui arrête les dispositions à soumettre à l'administration municipale pour le personnel, qui fixe les règles de l'avancement et nomme les chefs de service et les agents. *Fonctions en ce qui concerne le côté financier :* le conseil décide les grosses réparations, adresse au préfet les propositions en vue des travaux complémentaires, arrête les marchés et traités relatifs aux divers services, approuve les décomptes de l'entreprise supérieurs à 10 000 fr, vote le budget et délibère sur les comptes. *Fonctions en ce qui concerne les tiers* : le conseil établit les tarifs de la distribution en respectant les maxima fixés au cahier des charges, et autorise le directeur à intenter les instances ou à y défendre, ou encore à les terminer par des transactions.

Faisons, en terminant la liste des articles relatifs au conseil, deux remarques qui dénotent que le rédacteur du décret n'ignore pas les grosses difficultés auxquelles se heurteront toujours dans leurs marchés les services municipaux ; personne n'ignore que les maires éprouvent souvent des scrupules pour la passation des marchés : s'ils ne recourent pas à l'adjudication et s'ils traitent de gré à gré, ils craignent de faire une erreur de droit, en manquant au grand principe d'après lequel les marchés municipaux doivent être faits avec publicité et en faisant appel à la concurrence commerciale; en fait, ils redoutent d'être accusés de coupables faiblesses ; pour trancher cette question, le conseil d'administration, par l'article 11, est investi du pouvoir de décider s'il convient de procéder par voie d'adjudication publique, ou s'il doit se contenter de traités à l'amiable avec ou sans appel à la concurrence et même de décider que les travaux seront exécutés en régie, les achats étant effectués sur simple facture.

D'autre part, certains services éprouvent des difficultés par suite des lenteurs apportées par les maires dans les réponses aux demandes qui leur sont adressées ; approuvez-vous ceci ? défendez-vous cela ? L'article 12 admet un système qui devrait être généralisé dans toute l'organisation administrative du haut en bas de l'échelle : « Les délibérations du conseil d'administration sont immédiatement communiquées au maire. Elles sont exécutoires dans les matières pour lesquelles l'approbation d'une autre autorité n'est pas exigée, soit par les lois et règlements, soit par les dispositions du présent décret, aussitôt que le maire a fait connaître qu'il ne s'y opposait pas, et, en cas de silence du maire, le huitième jour après celui où la communication lui a été faite ». C'est ce que l'on appelle vulgairement l'approbation tacite, survenant par le seul fait de l'expiration d'un simple délai.

II. — **Régime financier de la régie**. — Nous sommes, par la lecture de ce qui précède, bien convaincus que rien n'a été oublié dans l'établissement des organes directeurs du service institué sous le nom de régie; mais c'est peu d'avoir sur le papier la liste des cadres qui doivent gouverner une troupe, si l'on n'a pas, en même temps, les moyens financiers pour alimenter le service constitué; c'est ce fonctionnement que le décret nous explique sous le titre de « régime financier ». Tout d'abord voilà l'explication du principe : c'est la commune qui sera le « banquier du service » et, comme avant tout, il n'y a pas de service réel sans un fonds de roulement, le conseil municipal en détermine tout d'abord le chiffre; c'est le premier échelon celui duquel on part — et, par conséquent, le plus facile à franchir.

Mais, plusieurs cas peuvent se présenter :

1° Dans toute distribution, il faut prévoir des dépenses relatives à l'établissement des lignes neuves, aux travaux complémentaires, à l'augmentation du

Digitized by Google

matériel et de l'outillage; c'est le conseil municipal qui votera ces dépenses et les inscrira au budget de la commune; cela est d'autant plus nécessaire qu'il faudra souvent faire face à l'établissement d'une ligne absolument neuve; dans tous les cas, c'est l'administration de la régie qui assurera à titre de régisseur l'emploi des fonds votés par le conseil municipal. Notons de suite, pour plus de clarté, que la commune aura, pour se procurer les ressources nécessaires, le droit d'emprunter; cela n'est pas dit d'une façon expresse, si l'on veut, mais résulte d'une façon explicite d'un article 18 dans lequel il est dit (§ B) que le budget annuel devra toujours comprendre et prévoir le service de l'annuité des emprunts faits par la commune pour se procurer les fonds nécessaires à la régie.

2° La distribution peut donner lieu *à des dépenses* — ce qui arrivera fatalement, tant qu'elle ne sera pas complètement au point, et surtout pendant les années du début — ou *à des recettes*, au fur et à mesure que l'on s'éloignera du point de départ; c'est pourquoi, dans la préparation du budget communal, on devra inscrire, suivant les cas, le montant des sommes auxquelles est évalué l'excédent des recettes annuelles de la régie sur les dépenses, soit, en dépenses, le crédit nécessaire pour couvrir l'excédent à prévoir des dépenses annuelles sur les recettes.

Dans tous les cas, pour pouvoir présenter au conseil municipal des chiffres formellement étudiés, il faut que le maire ait en main une étude minutieusement faite; c'est ce qui s'appelle, en langage administratif, établir le budget de la régie.

Le décret s'est inspiré de cette idée très juste que le budget doit être divisé en deux sections :

La *première* section comprendra le budget d'une année à marche normale, une sorte de budget de père de famille dans lequel s'inscriront aux recettes les produits de l'exploitation et les recouvrements ordinaires de toute nature, ainsi que les sommes provenant du crédit ouvert par la commune pour parer à l'insuffisance des ressources annuelles; aux dépenses, les frais d'exploitation et services du conseil d'administration, de la direction, les charges annuelles des emprunts, l'entretien du matériel et des bâtiments, les versements à un fonds de réserve ([1]), (dont la création est rendue obligatoire par un article spécial du décret) et enfin, le versement à la commune de l'excédent des dépenses sur les recettes... » « s'il y a lieu » comme l'indique prudemment le décret.

La *deuxième* section comprend en recettes ou en dépenses les articles qui ne rentrent pas dans le cadre de l'exploitation d'une année normale; les recettes sont constituées par les sommes qui sont versées à la régie pour faire face à certaines dépenses qui vont être immédiatement rémunérées; et les sommes versées par les tiers à titre de fonds de concours, telles que, par exemple, la participation consentie par un abonné aux frais de l'établissement du réseau qui lui est nécessaire. Les dépenses comprennent celles de premier établissement, autres que celles qui seraient effectuées par les services municipaux pour des constructions nouvelles; les dépenses des travaux complémentaires et enfin le fonds de roulement.

Il serait puéril de remarquer — car c'est une constatation banale jusqu'à la naïveté — que toute régie devra désirer, pour la première section de son budget, un excédent toujours croissant de ses recettes sur ses dépenses, et, pour la deuxième section, une disparition rapide soit des recettes, soit des dépenses; en effet, les recettes et les dépenses de cette section indiquent que la régie est obligée de faire appel à son banquier, c'est-à-dire à la commune, et les dépenses indiquent qu'elle n'est pas encore arrivée à son établissement complet. Il est probable d'ailleurs que les courbes de ces deux budgets seront les suivantes : dans la première période, la première section du budget n'enregistrera guère annuellement que des prévisions de dépenses pour la commune, car les bénéfices d'exploitation seront insuffisants pour rémunérer les charges du capital constituées au moyen d'emprunt; la deuxième section comprendra de gros chiffres, soit aux recettes, soit aux dépenses, puisque les premières seront constituées par des sommes versées à la régie et les secondes indiqueront l'emploi desdites sommes à l'établissement des premiers travaux; dans la seconde période, la première section du budget donnera des résultats positifs, les recettes dépassant le paiement des charges annuelles; mais cet excédent sera reversé par la commune et enregistré à la deuxième section du budget comme contribution de la commune aux travaux de complément. Enfin, dans la troisième période, l'excédent des recettes ordinaires sur les charges devra s'accentuer et, d'autre part, le réseau étant complètement terminé, la commune n'aura plus à intervenir; ce sera pour elle l'ère des bénéfices.

III. — **Observations diverses**. — Les fonctions du directeur consistent à assurer le contrôle des recettes et à délivrer les titres de perception : il engage les dépenses dans la limite des crédits budgétaires, les liquide et en ordonne le montant. Mais il n'est pas le « comptable », et à côté de lui le décret prévoit la présence d'un agent ayant le titre de « caissier de la régie » et qui est chargé de centraliser les recettes, d'opérer les recouvrements qui lui sont confiés et d'acquitter les dépenses : ce caissier est nommé par le maire ; il est justiciable de la Cour des Comptes et doit fournir un cautionnement, c'est par lui que les fonds disponibles

([1]) L'article 21 s'exprime ainsi : « il est constitué un fonds de réserve pour grosses réparations et renouvellement du matériel. Le mode de constitution de ce fonds de réserve est réglé par l'acte autorisant l'exploitation directe. Aucun prélèvement ne peut y être opéré qu'en vertu d'une délibération du conseil d'administration approuvée, après avis du service de contrôle communal, par le maire qui en rend compte au conseil communal dans sa plus prochaine réunion. Ce fonds de réserve fait l'objet d'un compte hors budget dans les écritures de la régie; le montant en est déposé dans la caisse du receveur municipal à un compte courant spécial. Les retraits ont lieu sur une demande du caissier, visée par le directeur de la distribution et par le maire. »

Digitized by Google

seront placés en comptes courants à la recette municipale : il fera les retraits des fonds au moyen d'une demande visée par le directeur de la contribution, et enfin le contrôle des inspecteurs des finances s'exercera dans cette comptabilité comme dans toutes les comptabilités publiques.

Ce nouveau service, créé sous le nom de régie, est-il appelé à se développer beaucoup et à rendre aux communes les services que l'on peut en attendre ? Il ne nous est pas interdit de l'espérer; mais il serait peut-être téméraire de compter d'une façon trop absolue sur un avenir qui est encore des plus incertains.

En effet, il ne faut pas oublier que l'article 22 du décret est ainsi conçu : « La période d'exécution du budget de la régie est la même que celle du budget communal ». Cela veut dire que les communes, tenues par les règles étroites de leur comptabilité, devront prévoir seulement année par année les sommes qu'elles pourront consacrer pendant la période du budget aux dépenses de la régie. Nous ne trouverons pas, par conséquent, cette liberté d'exécution où les sociétés anonymes puisent leur force et qui leur permet de faire d'un seul coup une série de prévisions utiles, augmenter pour cela leur capital, réaliser de gros emprunts, en un mot évaluer avec cette souplesse que la liberté industrielle, si différente de la sévérité administrative, peut seule comporter.

En tout cas, en ce qui concerne les abonnés, nous souhaitons que les concessionnaires soient plus nombreux que les régies : les communes s'interdisent toujours de faire des contrats à longue durée : dans une ville que nous pourrions nommer, nous avons entendu les plaintes des consommateurs qui ne peuvent avoir un seul contrat portant sur un nombre respectable d'années ; les tarifs ne sont donc pas assurés d'une façon stable et quand la municipalité a besoin de se procurer des ressources, elle augmente les chiffres et répond aux doléances qui lui sont adressées par des formules de regrets, toujours conçues dans les formes d'une exquise urbanité, mais qui malgré cela ne sont pas des fiches suffisantes de consolation.

Nous avons vu encore dans deux villes bien rapprochées l'une de l'autre cette amusante différence de régime : dans une froide nuit d'hiver, le 31 décembre, un coup de vent du Nord avait brusquement gelé les chutes d'eau chargées de procurer l'électricité : une des villes obligea son concessionnaire à indemniser immédiatement l'administration théatrale qui avait dû renoncer à sa représentation dans une soirée qui est particulièrement lucrative. La ville voisine qui exploite en régie fit simplement prévenir le public que les représentations n'auraient pas lieu et que le public devrait chercher des distractions dans l'obscurité...

Paul BOUGAULT.
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret portant approbation d'un cahier des charges type pour l'exploitation en régie d'une distribution d'énergie électrique par une commune ou un syndicat de communes.

Le « Journal officiel » du 8 novembre 1917 publie, p. 8920, le décret suivant pris en date du 30 août 1917.

ARTICLE PREMIER. — Est approuvé le cahier des charges ci-annexé dressé en exécution de l'article 6 de la loi du 15 juin 1906 pour la construction et l'exploitation en régie, par une commune ou un syndicat de communes, d'un réseau de distribution publique d'énergie électrique.

ART. 2. — Le ministre des Travaux publics et des Transports est chargé de l'exécution du présent décret.

Cahier des charges type pour la construction et l'exploitation directe, en régie, d'une distribution publique d'énergie électrique par une commune ou un syndicat de communes.

N.-B. — Le présent texte est rédigé en vue d'une autorisation accordée à une commune. Quand l'autorisation est accordée à un syndicat de communes, il y a lieu de remplacer « commune » par « syndicat de communes », « conseil municipal » par « comité du syndicat » et « maire » par « président du syndicat ».

Les mots ou phrases en italique peuvent être maintenus ou rayés, au choix de la commune ou du syndicat.

CH. Ier. — OBJET DE L'EXPLOITATION.

CONSISTANCE DU SERVICE. — ARTICLE PREMIER. — La commune de...... est autorisée à exploiter directement en régie la distribution publique de l'énergie électrique sur son territoire (1).

pour. (2) . . . .

La distribution ne comprend pas la fourniture de l'énergie électrique pour force motrice aux entreprises de transport en commun *et aux établissements ou services ci-après énumérés* ..

Ces entreprises ou *établissements* peuvent toutefois être desservis par la régie dans les conditions prévues à l'article 3 ci-après.

DROIT D'UTILISER LES VOIES PUBLIQUES. — ART. 2. — La régie a le droit d'établir et d'entretenir dans le périmètre de la distribution, soit au-dessus, soit au-dessous des voies publiques et de leurs dépendances, tous ouvrages ou canalisations destinés à la distribution de l'énergie électrique, en se conformant aux conditions du présent cahier des charges, aux règlements de voirie et aux décrets ou arrêtés intervenus en exécution de la loi du 15 juin 1906.

La régie ne pourra réclamer aucune indemnité pour le déplacement ou la modification des ouvrages établis par elle sur les voies publiques, lorsque ces changements

(1) Indiquer si la distribution porte sur tout le territoire de la commune ou délimiter la partie sur laquelle elle porte.

(2) Suivant que l'exploitation comporte la distribution de l'énergie électrique en vue de l'éclairage seul, en vue de tous usages ou en vue de tous usages autres que l'éclairage, l'une des trois formules suivantes sera employée :

L'éclairage public ou privé.

Tous usages.

Tous usages autres que l'éclairage public ou privé.

Digitized by Google

seront requis par l'autorité compétente pour un motif de sécurité publique ou dans l'intérêt de la voirie.

PRIVILÈGE POUR L'ÉCLAIRAGE. — *Pendant les.. .. premières années de l'exploitation, la régie aura seule le droit d'utiliser, dans les limites de la distribution, les voies publiques dépendant de la commune en vue de pourvoir à l'éclairage privé par une distribution publique d'énergie, sans que cependant ce privilège puisse s'étendre à l'emploi de l'énergie à tous usages autres que l'éclairage, ni à son emploi accessoire pour l'éclairage des locaux dans lesquels l'énergie est ainsi utilisée.*

Le privilège résultant de l'alinéa qui précède ne s'applique pas aux entreprises de transport en commun employant, pour l'éclairage des voies et des locaux qui en dépendent, la source d'énergie servant à la traction, ni aux établissements ou services ci-après énumérés :

. . . .

UTILISATION ACCESSOIRE DES OUVRAGES ET CANALISATIONS. — ART. 3. — La régie est autorisée à faire usage des ouvrages et canalisations établis en vue de son exploitation pour desservir les entreprises de transport en commun, *les établissements ou services énumérés à l'article premier ci-dessus,* et d'une manière générale toutes entreprises situées hors de la commune, à la condition expresse qu'il n'en résulte aucune entrave au bon fonctionnement de la distribution et que toutes les obligations du cahier des charges soient remplies.

CH. II. — TRAVAUX.

APPROBATION DES PROJETS. — ART. 4. — Les projets de tous les ouvrages dépendant de la distribution devront être approuvés dans les formes prévues par la loi du 15 juin 1906 et par le décret du 3 avril 1908.

OUVRAGES A ÉTABLIR POUR LA DISTRIBUTION. — ART. 5. — La régie sera tenue d'établir à ses frais les canalisations, sous-stations, postes de transformateurs, etc...., nécessaires à la distribution.

Le réseau sera alimenté au moyen d'un ou plusieurs postes centraux, situés sur le territoire de la commune.

Les ouvrages destinés à la production de l'énergie et à son transport jusqu'à chacun des postes centraux ne seront pas soumis aux dispositions du présent cahier des charges et devront être établis, s'il y a lieu, en vertu de permissions distinctes données en conformité de la loi du 15 juin 1906.

DÉLAIS D'EXÉCUTION. — ART. 6. — Les projets des ouvrages et des lignes désignées sur le plan annexé au présent cahier des charges devront être présentés par la régie dans le délai de .. .. mois à partir de l'approbation définitive du présent cahier des charges.

Les travaux seront commencés dans le délai de ..... à dater de l'approbation des projets et poursuivis sans interruption de manière à être achevés dans le délai de .....

Les autres lignes, seront exécutées, lorsqu'elles seront réclamées dans les conditions prévues à l'article 14 ci-après; elles pourront l'être plus tôt, si la régie le juge utile.

PROPRIÉTÉ DES INSTALLATIONS. — ART. 7. — La régie sera tenue d'acquérir les machines et l'outillage nécessaires à l'exploitation.

Elle pourra, à son choix, soit acquérir les terrains et établir à ses frais les constructions affectées au service de la distribution, soit les prendre en location.

NATURE ET MODE DE PRODUCTION DU COURANT (1). . . .

USINES GÉNÉRATRICES, SOUS-STATIONS ET POSTES DE TRANSFORMATEURS (1). — ART. 8. . . . .

TENSION DE DISTRIBUTION. — ART. 9. — La tension du courant distribué aux abonnés est fixée à v. La tolérance maximum pour la variation de la tension est de ..... pour 100 en plus ou en moins pour l'éclairage, et de ..... p. 100 en plus ou en moins pour tous autres usages (2).

FRÉQUENCE (3). — *La fréquence du courant distribué est fixée à ..... périodes : sec : elle ne doit pas varier de plus de ..... pour 100 en plus ou en moins de sa valeur normale.*

CANALISATIONS. — ART. 10. — Les canalisations souterraines seront placées directement dans le sol; toutefois, elles pourront être placées dans des galeries accessibles et elles devront l'être lorsque les services de voirie l'exigeront. Sauf aux traversées des chaussées, elles seront toujours sous les trottoirs.

A la traversée des chaussées fondées sur béton et des voies de tramways, les dispositions nécessaires seront prises pour que le remplacement des canalisations soit possible sans ouverture de tranchée.

Les canalisations aériennes. . . . . (4).

BRANCHEMENTS PARTICULIERS (5). . . . .

CH. III. — TARIFS ET CONDITIONS DE SERVICE.

TAXE MAXIMUM. — ART. 11. — Les prix auxquels la régie est autorisée à vendre l'énergie électrique, ne peuvent dépasser les maxima suivants (6) :

VENTE AU COMPTEUR. — Pour l'éclairage, le kilowatt-heure. . . . .

Pour tous autres usages, le kilowatt-heure. . . . . .

VENTE A FORFAIT. — *Pour l'éclairage, le kilowatt-an.* . .

Pour tous autres usages, le kilowatt-an. . . . . . .

ABAISSEMENTS DE TARIFS. — Si la régie abaisse pour certains abonnés les prix de vente de l'énergie pour l'éclairage

(1) Indiquer la nature du courant distribué, le mode de production de ce courant et, s'il y a lieu, la nature du courant primaire.

Lorsque le cahier des charges prévoit la construction d'usines génératrices, l'article 8 détermine les conditions d'établissement de ces usines.

L'article 8 détermine également, s'il y a lieu, les conditions d'établissement de sous-stations et postes de transformateurs.

(2) La tension peut être différente suivant l'usage qui est fait de l'énergie ou suivant les parties de la commune où elle est utilisée.

Les tensions habituelles de distributions, en vue de l'éclairage, sont, suivant les cas :

Pour le courant continu, 110 et 220 v :

Pour le courant alternatif, 110, 190 et 220 v.

La tolérance admise habituellement pour l'éclairage ne dépasse par 5 pour 100 en plus ou en moins.

(3) Cet alinéa ne s'applique qu'en cas de distribution par courants alternatifs.

La fréquence habituelle est de 25 ou 50 p : sec.

La tolérance admise habituellement ne dépasse pas 5 pour 100.

(4) Les municipalités peuvent interdire les canalisations aériennes; lorsqu'elles les autorisent, elles doivent indiquer si les canalisations peuvent être aériennes dans toute l'étendue de la commune ou sinon dans quelles parties elles peuvent l'être.

Les municipalités peuvent, en autorisant les canalisations aériennes, déterminer les conditions auxquelles sera soumis leur établissement.

(5) L'article 10 détermine, s'il y a lieu, les conditions auxquelles doivent satisfaire les branchements particuliers.

(6) Le cahier des charges peut fixer des maxima différents suivant les conditions de puissance, d'horaire, d'utilisation et de consommation; il peut stipuler notamment des réductions pour les abonnés dépassant ou garantissant un minimum déterminé de consommation, pour les abonnés utilisant le courant à des heures ou pendant des saisons déterminées et, d'une manière générale, pour les abonnés acceptant des sujétions spéciales.

Pour la vente à forfait, la période d'un an peut être remplacée par une période d'une durée différente.

Digitized by Google

lectrique, avec ou sans conditions, au-dessous des limites fixées par le tarif maximum prévu ci-dessus, elle sera tenue de faire bénéficier des mêmes réductions tous les abonnés placés dans les mêmes conditions de puissance, d'horaire, d'utilisation, de consommation et de durée d'abonnement :

A cet effet, elle devra établir et tenir constamment à jour un relevé de tous les abaissements consentis, avec mention des conditions auxquelles ils sont subordonnés. Un exemplaire de ce relevé sera déposé dans chacun des bureaux où peuvent être contractés des abonnements et tenu constamment à la disposition du public et des agents du contrôle.

Tarifs applicables aux services publics. — Art. 12. — Les services publics de l'État et des départements bénéficieront d'une réduction de ..... pour 100 sur le tarif maximum prévu à l'article ci-dessus (1).

Les établissements publics et les associations agricoles organisées par l'administration, en vertu des lois du 16 septembre 1807, du 14 floréal an XI et du 8 avril 1898 ou autorisées en conformité des lois des 21 juin 1865, 22 décembre 1888, bénéficieront d'une réduction de ... pour 100.

L'énergie nécessaire pour les besoins de la commune sera fournie aux prix et dans les conditions ci-après :

Éclairage des voies publiques. . . . .

Éclairage des bâtiments municipaux. . . . .

Tous autres usages. . . . .

Obligation de consentir des abonnements sur tout le parcours de la distribution. — Art. 13. — Sur tout le parcours de la distribution, la régie sera tenue, dans le délai d'un mois, à partir de la demande qui lui en aura été faite, de fournir l'énergie électrique dans les conditions prévues au présent cahier des charges à toute personne qui demandera à contracter un abonnement pour une durée d'au moins .... Lorsque la puissance demandée excédera .... kw, la régie pourra exiger que le demandeur lui garantisse pendant .... années une recette brute annuelle de ..... fr par kilowatt demandé.

Si le service du nouvel abonné exige des travaux complémentaires sur le réseau, le délai d'un mois prévu pour la fourniture du courant sera prolongé du temps nécessaire à l'exécution de ces travaux.

En aucun cas, la régie ne pourra être astreinte à dépasser la puissance maximum de ..... kw pour l'ensemble de la distribution.

Si les demandes viennent à dépasser la puissance disponible, elles seront desservies dans l'ordre de leur inscription sur un registre spécial tenu à cet effet.

Obligation d'étendre le réseau. — Art. 14. — La régie sera tenue d'installer toute ligne pour laquelle un ou plusieurs des propriétaires des immeubles à desservir lui garantiront, pendant cinq ans, une recette brute annuelle de ... fr par mètre courant de canalisation aérienne ou une recette brute annuelle de ... fr par mètre courant de canalisation souterraine, la longueur à établir étant comptée à partir du réseau déjà existant, sans y comprendre la longueur des branchements qui desserviront chaque immeuble.

Les projets de la ligne réclamée devront être présentés par la régie dans le délai d'un mois à partir de la demande qui lui en aura été faite. La ligne devra être achevée et mise en service dans le délai de ..... mois (2) à dater de l'approbation des projets si sa longueur est inférieure à ..... m et dans le délai de ..... mois, si sa longueur est supérieure.

La régie sera dispensée de l'obligation d'étendre le réseau si les demandes d'abonnement dépassent la puissance disponible sur le maximum prévu à l'article 13 ci-dessus (3).

(1) La réduction sur le tarif maximum, stipulée au profit des services publics de l'État et des départements, ne peut être inférieure à 20 pour 100.

(2) En aucun cas, le délai ne doit excéder six mois.

(3) A insérer seulement lorsque la puissance à fournir par la régie est limitée par le cahier des charges.

Branchements et colonnes montantes. — Art. 15. — Les branchements sur les canalisations établies sur ou sous les voies publiques, ayant pour objet d'amener le courant du réseau à l'intérieur des immeubles desservis jusques et y compris soit la boîte du coupe-circuit principal, soit le poste de transformateur, seront installés et entretenus par la régie et feront partie intégrante de la distribution.

Les frais d'installation des branchements seront remboursés à la régie par les propriétaires ou abonnés, conformément au tarif ci-après :

. . . .

Les propriétaires ou abonnés qui garantiront une consommation d'au moins ... kw-h par an pendant ... années seront dispensés du remboursement des frais d'installation des branchements, à condition d'y substituer le payement d'un loyer mensuel, conformément au tarif ci-après :

. . . .

Lorsque le loyer aura été payé pendant la période mentionnée ci-dessus, les frais d'installation du branchement seront considérés comme amortis et les abonnés desservis au moyen de ce branchement en jouiront gratuitement.

Les frais d'installation des branchements resteront entièrement à la charge de la régie, si les propriétaires ou abonnés garantissent une consommation d'au moins ... kw-h par an pendant ... années.

Les branchements intérieurs, les colonnes montantes et toutes dérivations seront établis et entretenus par les soins et aux frais des propriétaires des immeubles.

Toutefois, si les propriétaires le requièrent, la régie sera tenue d'exécuter et d'entretenir elle-même ces installations, moyennant une rémunération calculée conformément au tarif ci-après :

. . . .

Les tarifs prévus au présent article seront revisables à toute époque par une délibération du conseil municipal, approuvée par le préfet.

Compteurs. — Art. 16. — Les compteurs servant à mesurer les quantités d'énergie livrées aux abonnés par la régie seront d'un des types approuvés par le ministre des Travaux publics, après avis du comité d'électricité institué conformément à la loi du 15 juin 1906. Pour chaque type, le ministre déterminera la valeur des écarts dans la limite desquels les compteurs seront considérés comme exacts.

Les compteurs seront posés, plombés et entretenus par la régie.

L'abonné aura la faculté de les fournir lui-même ou de demander à la régie de les fournir en location (1).

Si le compteur appartient à l'abonné, la régie percevra, à titre de frais de pose, une somme de..... et, à titre de frais d'entretien, une somme mensuelle de.....

Si le compteur est fourni par la régie, celle-ci percevra, à titre de frais de pose, une somme de..... et, à titre de frais de location et d'entretien, une somme mensuelle de..... (2).

Vérification des compteurs. — Art. 17. — La régie pourra procéder à la vérification des compteurs aussi souvent qu'elle le jugera utile, sans que cette vérification donne lieu à son profit à aucune allocation en sus des frais d'entretien mentionnés à l'article précédent.

L'abonné aura toujours le droit de demander la vérification du compteur, soit par la régie, soit par un expert désigné d'un commun accord ou, à défaut d'accord, désigné par l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique. Les frais de la vérification seront à la charge de l'abonné, si le compteur est reconnu exact ou si le défaut

(1) Le cahier des charges peut spécifier que la fourniture du compteur sera toujours faite par la régie. Dans ce cas, les quatre derniers alinéas de l'article 16 seront remplacés par un paragraphe unique ainsi conçu :

« Les compteurs seront fournis, posés, plombés et entretenus par le concessionnaire qui percevra, à titre de rémunération pour ce service, une somme mensuelle de..... »

(2) Les redevances pour pose, entretien ou location du compteur peuvent être variables suivant sa puissance et sa nature.

Digitized by Google

d'exactitude est à son profit; ils seront à la charge de la régie si le défaut d'exactitude est au détriment de l'abonné.

POLICE D'ABONNEMENT. — ART. 18. — Les contrats pour la fourniture de l'énergie électrique seront établis sous la forme de polices d'abonnement, conformes aux modèles arrêtés par le préfet, sur la proposition du maire, autorisé à cet effet par le conseil municipal. Il ne pourra être dérogé aux dispositions contenues dans ces modèles que par une convention spéciale entre la régie et l'abonné, soumise aux conditions stipulées dans les deux derniers alinéas de l'article 11 ci-dessus.

AVANCE SUR CONSOMMATION. — L'abonné sera tenu, sur la demande de la régie, de lui verser, à titre d'avance sur consommation, une somme qui ne pourra être supérieure à..... par hectowatt de puissance du compteur.

Cette avance ne sera pas productive d'intérêts et sera remboursée à l'expiration de l'abonnement.

SURVEILLANCE DES INSTALLATIONS INTÉRIEURES. — ART. 19. — Le courant ne sera livré aux abonnés que s'ils se conforment, pour leurs installations intérieures, aux mesures qui leur seront imposées par la régie, avec l'approbation de l'ingénieur en chef du contrôle, en vue soit d'empêcher les troubles dans l'exploitation, notamment les défauts d'isolement et la mise en marche ou l'arrêt brusque des moteurs électriques, soit d'empêcher l'usage illicite du courant, soit d'éviter une déperdition exagérée d'énergie dans les branchements et colonnes montantes avant les compteurs.

La régie sera autorisée, à cet effet, à vérifier à toute époque l'installation intérieure de chaque abonné.

Si l'installation est reconnue défectueuse, la régie pourra se refuser à continuer la fourniture du courant. En cas de désaccord sur les mesures à prendre en vue de faire disparaître toute cause de danger ou de trouble dans le fonctionnement général de la distribution, il sera statué par l'ingénieur en chef du contrôle, sauf recours au ministre des Travaux publics, qui décidera après avis du comité d'électricité.

En aucun cas, la régie n'encourra de responsabilités à raison des défectuosités des installations qui ne seront pas de son fait.

CONDITIONS PARTICULIÈRES DU SERVICE. — ART. 20 (1). . .

CH. IV. — RETRAIT DE L'AUTORISATION ET CHARGES DIVERSES.

RETRAIT DE L'AUTORISATION. — ART. 21. — Si la régie n'a pas présenté les projets d'exécution ou si elle n'a pas achevé et mis en service les lignes de distribution dans les délais et conditions fixés par le cahier des charges, elle encourra le retrait de l'autorisation qui sera prononcé, après mise en demeure, par le ministre des Travaux publics.

Si la sécurité publique vient à être compromise, le préfet, après avis de l'ingénieur en chef du contrôle, prendra, aux frais et risques de la régie, les mesures provisoires nécessaires pour prévenir tout danger. Il adressera à la commune une mise en demeure fixant le délai à elle imparti pour assurer à l'avenir la sécurité de l'exploitation.

Si l'exploitation vient à être interrompue en partie ou en totalité, il y sera également pourvu aux frais et risques de la régie. Le préfet arrêtera les mesures à prendre pour assurer provisoirement le service de la distribution et adressera une mise en demeure fixant un délai à la commune pour reprendre le service.

(1) L'article 20 indique si l'énergie doit être à la disposition des abonnés en permanence ou si le service peut être normalement suspendu à des heures déterminées, qui peuvent être variables suivant les saisons.

Il peut contenir, en outre, des conditions spéciales qui seraient stipulées pour la fourniture de l'énergie à certaines catégories d'abonnés.

Si, à l'expiration du délai imparti dans les cas prévus aux deux alinéas qui précèdent, il n'a pas été satisfait à la mise en demeure, le ministre des Travaux publics pourra prononcer le retrait de l'autorisation.

Le retrait de l'autorisation ne pourrait être prononcé dans le cas où la commune n'aurait pu remplir ses obligations par suite de circonstances de force majeure dûment constatées.

ETATS STATISTIQUES ET CONTROLE DES RECETTES. — ART. 22. — La régie sera tenue de remettre chaque année à l'ingénieur en chef du contrôle un compte rendu statistique de son exploitation.

Ce compte rendu sera établi conformément au modèle arrêté par le ministre des Travaux publics, après avis du comité d'électricité, et pourra être publié en tout ou en partie.

Dans le courant du premier trimestre de chaque année, la régie devra, en outre, adresser à l'ingénieur en chef du contrôle l'état des recettes réalisées dans la commune pendant l'année précédente.

L'ingénieur en chef aura le droit de contrôler ces états; à cet effet, ses agents dûment accrédités pourront se faire présenter toutes pièces de comptabilité nécessaires pour leur vérification.

IMPOTS ET DROITS D'OCTROI. — ART. 23. — Tous les impôts établis ou à établir par l'Etat, le département ou la commune, y compris les impôts relatifs aux immeubles de la distribution, seront à la charge de la régie.

Dans le cas où des droits d'octroi nouveaux viendraient à frapper les objets de consommation employés pour assurer le fonctionnement de la distribution, la régie aurait le droit de réclamer à la commune le versement d'une somme équivalente à titre de subvention.

AGENTS DE L'EXPLOITATION. — ART. 24. — Les agents et gardes que la régie aura fait assermenter pour la surveillance et la police de la distribution et de ses dépendances seront porteurs d'un signe distinctif et seront munis d'un titre constatant leurs fonctions.

FRAIS D'ENREGISTREMENT. — ART. 25. — Les frais de timbre et d'enregistrement du présent cahier des charges et des conventions annexées seront supportés par la commune.

Classification des ouvriers électriciens et réglementation des salaires applicables pour les fabrications de guerre de la région parisienne.

Le Syndicat professionnel des Industries électriques nous communique la décision du ministre de l'Armement et des Fabrication de guerre, relative à la classification des ouvriers électriciens et à la réglementation de leurs salaires.

A la suite de la décision ministérielle du 19 avril 1917 fixant le tarif de salaires applicables aux ouvriers électriciens (force et lumière), le Syndicat professionnel des Industries électriques nomma une Commission des salaires, présidée par M. Zetter, qui, de concert avec MM. Morlé et Pataud, délégués officiels du ministère, établit un programme d'essais pour la classification des ouvriers électriciens. C'est ce programme qui vient d'être homologué par M. Loucheur, ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre et que nous reproduisons in extenso.

Rappelons que, par avis ministériel du 28 février 1917 (1), les ouvriers électriciens sont classés en deux catégories : les petites mains, et les ouvriers professionnels proprement dits.

Est considéré comme petite main, quiconque possède des notions de la profession sans être ouvrier.

(1) *Revue générale de l'Electricité*, 7 avril 1917.

Digitized by Google

Est considéré comme ouvrier professionnel proprement dit, quiconque possède les aptitudes que réclame l'exercice normal de la profession et qui, par suite, est capable de faire l'essai prévu pour sa profession.

En cas de contestation sur la classification d'un ouvrier, l'industriel devra donner à celui-ci le moyen d'exécuter un essai. S'il y a désaccord sur le résultat de cet essai, il sera soumis au contrôleur de la main-d'œuvre ou à toute autre personne désignée par le ministre de l'Armement.

Décision du 16 novembre 1917 du ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre.

Le ministre,

Vu le décret du 10 août 1899,

Vu la décision ministérielle du 19 avril qui a fixé le tarif de salaires applicable aux ouvriers électriciens professionnels (force et lumière).

Vu l'accord conclu le 13 octobre 1917 devant le Comité permanent de conciliation et d'arbitrage de la Seine par les organisations patronales et ouvrières intéressées.

Sur la proposition du directeur de la main-d'œuvre :

Décide : Est homologué l'accord conclu en présence du Comité permanent de conciliation et d'arbitrage de la Seine pour fixer les types d'essai qui doivent être demandés aux ouvriers électriciens professionnels (force et lumière) entre le Syndicat professionnel des Industries électriques et la Chambre syndicale des Constructeurs de gros matériel, d'une part, et le Syndicat ouvrier des Industries électriques ainsi que les Syndicat des Ouvriers metteurs au point, d'autre part.

Cet accord sera annexé à la décision du 19 avril 1917 dont les dispositions seront précisées et complétées, en ce qui concerne les salaires, par les stipulations particulières contenues à ce sujet dans l'accord précité.

Les contrôleurs de la main-d'œuvre seront chargés de veiller à l'application des dispositions de cet accord.

Le directeur de la main-d'œuvre est chargé de l'exécution de la présente décision.

Annexe à la décision ministérielle du 16 octobre 1917, accord du 13 octobre 1917.

Programme des essais des électriciens-monteurs professionnels.

Installations. — Sont classés dans cette catégorie les ouvriers capables de subir avec succès les essais prévus à l'un des quatre programmes suivants :

1° Installations intérieures de lumière, chauffage et petite force motrice ;

2° Montage des canalisations aériennes ;

3° Montage des canalisations principales intérieures et extérieures ;

4° Montage des machines.

Les ouvriers capables de subir avec succès l'ensemble des essais prévus aux quatre programmes :

1° Installations intérieures de lumière, chauffage et petite force motrice ;

2° Montage des canalisations aériennes ;

3° Montage des canalisations principales intérieures et extérieures ;

4° Montage des machines ;

dénommés électriciens monteurs mécaniciens seront assimilés au point de vue salaire à la catégorie dite des « électriciens-ajusteurs ».

Installations intérieures de lumière, chauffage et petite force motrice. — Étant donnés le plan d'un bâtiment et un schéma tracé sur ce plan, être capable d'entreprendre une installation sur courant continu et alternatif.

Percement de murs (à la mèche, au burin).

Poser un fourreau en fer, en tôle plombée, en laiton sur le plafond ou dans les murs, ou sous parquet.

Poser des moulures de différentes grandeurs cintrées et à onglets.

Calculer approximativement le nombre d'ampères à admettre dans les fils et câbles.

Procéder au montage des fils, des câbles, sous moulures et sous tubes isolateurs, sur serre-fils, poulies, suivant les règles de l'art.

Faire une épissure sur fils, sur câbles, l'outillage étant mis à la disposition de l'ouvrier.

Monter une lampe ordinaire, une lampe va-et-vient ou va-et-vient avec permutateur.

Un groupe de lampe sur deux, trois ou cinq fils, un petit moteur jusqu'à 3 HP.

Poser et brancher tous les appareils en usage dans les installations envisagées, savoir :

Coupe-circuit, interrupteurs, unipolaires, bipolaires, tripolaires, douilles, prises de courant, lampes à arc et tous appareils d'utilisation du courant.

Brancher et raccorder l'installation au tableau de distribution (sans pose de dynamos) ou au tableau du compteur si l'installation marche sur le secteur.

L'ouvrier électricien-monteur doit être capable d'entretenir son outillage.

Montage des canalisations aériennes. — Étant donnés le plan d'un ou plusieurs bâtiments et un schéma tracé sur ce plan, être capable d'entreprendre une installation sur courant continu et alternatif, haute et basse tension.

Renseignements à donner au forgeron pour le fabrication des potences, des équerres, des colliers, etc...

Pose des potelets de lignes, d'arrêts, d'angle, etc., et conduire la pose des poteaux.

Sceller des isolateurs sur leurs supports, les fixer sur des consoles ou ferrures.

Calculer approximativement le nombre d'ampères à admettre dans les fils et câbles.

Fixer un fil ou un câble sur isolateurs de lignes, isolateurs d'arrêt.

Faire une épissure et une ligature en bout, en T sur fil, sur câble, faire une dérivation sur fil ou câble.

Faire une soudure à l'étain à l'aide de résine.

Se servir de mâchoires à tendre, moufles.

Tendre une ligne.

Monter un parafoudre, une self.

Le monteur électricien de canalisation aérienne doit être capable d'entretenir son outillage.

Montage des canalisations principales intérieures et extérieures. — Étant donnés, le plan d'un ou de plusieurs bâtiments et un schéma tracé sur ce plan, être capable d'entreprendre une installation intérieure et extérieure sur courant continu et alternatif haute et basse tension.

Exécuter la pose d'une canalisation souterraine avec boîtes de jonction (à l'exception des canalisations sous voie publique).

Exécuter un branchement d'abonné sur colonne montante.

Procéder au montage des conducteurs principaux et de leurs accessoires suivant les règles de l'art.

Expliquer un schéma de montage ne comportant que des appareils d'utilisation courante pour lumière et force.

Le monteur électricien de canalisations intérieures et extérieures doit être capable d'entretenir son outillage.

Montage des machines. — Étant donné un schéma d'une installation de dynamo ou d'un moteur à courant continu et alternatif.

Lire et expliquer ce schéma.

Connaître l'outillage nécessaire à l'exécution de l'installation.

Donner au maçon les renseignements nécessaires pour les opérations de fondations.

Digitized by Google

Donner au forgeron le croquis des ferrures nécessaires à l'installation.

Procéder aux opérations de montage d'une dynamo ou d'un moteur à courant continu ou alternatif, sur massif de fondations préparé ou sur glissières, savoir niveler et dégauchir.

Monter une poulie, un manchon d'accouplement sans que ce montage nécessite un ajustage de précision.

Vérifier un diamètre.

Procéder à l'entretien des collecteurs, bagues.

Rechercher un dérangement, un mauvais isolement.

Changer le sens de rotation d'un moteur à courant continu ou alternatif, changer la polarité d une dynamo.

Mettre en place un rhéostat d'après schéma remis à l'ouvrier.

Brancher une machine sur la canalisation ou son appareillage.

Exécuter la manœuvre d'un tableau de distribution suivant applications et schémas fournis à l'ouvrier.

Brancher un ampèremètre, un voltmètre, un compteur.

Connaître les types normaux de machines (machine à courant continu, alternatif, monophasé, diphasé ou triphasé, moteur asynchrone, monophasé, diphasé ou triphasé).

Mettre en place un tableau de distribution et les ferrures s'y adaptant.

Mettre en place un transformateur statique ou tournant, monophasé, diphasé ou triphasé.

Procéder à la charge, à la décharge, à la vérification, à l'entretien d'une batterie d'accumulateurs.

Machines à courant continu. — Mesurer au Palmer le diamètre d'un fil nu ou isolé et l'épaisseur d'un isolant en feuilles.

Fabriquer une section de dynamo suivant un schéma et les indications donnés à l'ouvrier, on met à la disposition de celui-ci la forme de bobinage, l'outillage, le fil à employer.

Procéder à l'isolement des sections d'un induit denté ou à l'isolement de l'induit lui-même.

Montage des sections sur l'induit.

Faire la mise au collecteur.

Soudure, à la résine, du bobinage au collecteur.

Fretter un induit.

Faire la mise au collecteur d'un induit bobiné, avec sections en parallèle.

Recherche d'une masse, d'un court-circuit entre spires d'une mauvaise connexion à l induit.

Réparer un induit.

Remplacer, si la chose est possible, une ou plusieurs sections défectueuses sans démonter complètement le bobinage.

Braser à l'argent des fils sectionnés.

Changer le collecteur.

PROGRAMME DES ESSAIS POUR LES ÉLECTRICIENS BOBINEURS

Machines à courant alternatif. — Bobiner un moteur asynchrone (rotor ou stator) suivant schéma ou indications écrites remises à l'ouvrier. L'outillage et les formes seront mises à la disposition de l'ouvrier.

Procéder à l'isolement de l'armature.

Bobiner le rotor.

Bobiner le stator, soit par enfilage, soit par l'entaille avec un ou plusieurs fils parallèles.

Faire les connexions, souder les câbles à la résine.

Faire la mise aux bornes.

Rechercher une masse, un court-circuit entre spires, un court-circuit entre phases, une mauvaise connexion ou un mauvais couplage.

Réparer un rotor ou un stator de moteur asynchrone par remplacement de quelques spires sans le débobiner complètement si la chose est possible.

Changer une bobine défectueuse sans démonter complètement le bobinage.

Changer les connexions d'étoile en triangle et vice versa

L'ouvrier bobineur qui n'est capable d'exécuter que l'une des deux séries d'essais prévues au présent programme devra toujours travailler aux pièces. Les tarifs aux pièces seront dans ce cas établis de manière à garantir à l'ouvrier moyen un salaire horaire minimum de 1,50 fr. Si l'un de ces ouvriers est occupé à l'heure, il lui sera accordé une prime portant son salaire horaire minimum à 1,50 fr. En ce qui concerne la rétroactivité à dater du 29 janvier 1917, les rappels de salaires de ces ouvriers seront effectués sur la base de 1,50 fr l'heure.

PROGRAMME DES ESSAIS DES OUVRIÈRES BOBINEUSES

Le programme est le même que celui des bobineurs toutes proportions gardées quant aux machines qui leur sont remises couramment dans les usines.

L'ouvrière bobineuse qui n'aura pu exécuter que l'une des deux séries d'essais prévues au programme devra toujours travailler aux pièces. Les tarifs aux pièces seront, dans ce cas, établis de manière à garantir à l'ouvrière moyenne un salaire horaire minimum de 0,85 fr. Si l'une de ces ouvrières est occupée à l heure, il lui sera accordé une prime portant son salaire horaire minimum à 0,85 fr. En ce qui concerne la rétroactivité à dater du 29 janvier 1917, les rappels de salaires de ces ouvrières seront effectuées sur la base de 0,85 fr l'heure.

PROGRAMME DES ESSAIS DES ÉLECTRICIENS AJUSTEURS PROFESSIONNELS

Sont classés dans cette catégorie les ouvriers capables de subir avec succès les essais d'ajusteurs et, en outre, les essais prévus à l'un des quatre programmes suivants à leur choix.

1° Installation de lumière, chauffage et petite force motrice;

2° Montage des canalisations aériennes;

3° Montage des canalisations principales, intérieures et extérieures;

4° Montage des machines.

ESSAIS DES ÉLECTRICIENS PROFESSIONNELS CONDUISANT UNE MACHINE ÉLECTRIQUE

Branchement et mise en marche dans les deux sens de rotation d'une machine à courant continu ou à courant alternatif avec son appareillage (un schéma sera remis à l'ouvrier).

Arrêter les machines, changer la polarité d'une dynamo.

Mise en parallèle de deux machines à courant continu.

Connaissance des machines normales (machines à courant continu; alternateurs monophasés ou triphasés; moteurs asynchrones diphasés ou triphasés; transformateurs monophasés, diphasés ou triphasés).

Entretenir, graisser les machines, surveiller le fonctionnement par le contrôle des appareils de mesure (intensité, voltage).

Branchement des différents appareils de mesure.

Aider à faire la manœuvre d'un tableau de distribution.

Pour le Syndicat professionnel des Industries électriques et pour la Chambre syndicale des Constructeurs de gros matériel électrique, ZETTER, GUITTARD, DE FRANCE.	Pour le Syndicat ouvrier des Industries électriques, PASSERIEU, CRÉPON, GUESNE. Pour le Syndicat des Ouvriers monteurs en bâtiments, COEUILLE.

Projet de loi tendant à instituer au ministère des Finances un service chargé de centraliser la comptabilité des indemnités pour la réparation des dommages de la guerre [1].

La Commission des Finances du Sénat, la Commission du Budget et la Chambre des députés avaient déjà attiré

[1] Projet de loi présenté au nom de M. Raymond Poincaré, président de la République française, par M. L.-L. Klotz, ministre des Finances. *Journal officiel*, 16 octobre 1917. Documents parlementaires de la Chambre, annexe 3810, p. 1338.

Digitized by Google

l'attention du gouvernement sur la nécessité d'instituer un service chargé de centraliser la comptabilité des indemnités pour la réparation des dommages de guerre. Le gouvernement a mis alors la question à l'étude et a proposé le projet de loi que nous analysons.

Plusieurs services participent actuellement à la réparation des dommages de guerre, ce sont : le Service de la reconstitution des moyens d'habitation et des immeubles détruits, l'Office de reconstitution agricole ressortissant au ministère de l'Agriculture; l'Office de reconstitution industrielle dépendant du ministère du Commerce, etc. Mais aucun de ces services d'État ne groupe, dans des comptes individuels, les diverses opérations intéressant chacun des sinistrés.

Il est indispensable, aussi bien pour garantir le Trésor contre des erreurs ou des doubles emplois, que dans l'intérêt des sinistrés pour assurer sans retard la liquidation des indemnités que les comptes individuels, ouverts au nom des ayants droit dans les écritures officielles de l'État et faisant ressortir par « doit » et « avoir » leur situation exacte soient tenus constamment à jour. Ces comptes devront présenter au fur et à mesure des décisions intervenues, d'une part, les évaluations et les fixations de dommages, d'autre part, les avances, cessions en nature, etc., obtenus par chaque intéressé.

Le nouveau service de centralisation comptable sera rattaché au ministère des Finances et ne portera pas atteinte à l'initiative des différents départements ministériels qui s'occupent de la réparation des dommages de guerre. Ceux-ci continueront à poursuivre leur œuvre de reconstitution dans leur sphère d'action et avec leur compétence technique.

Le crédit de 300 000 000 fr ouvert au chapitre 53 *bis* du budget de l'Intérieur sera transféré au ministère des Finances. Ce crédit, en dehors de l'ordonnancement des acomptes sur les indemnités futures, est actuellement utilisé pour le payement des dépenses effectuées par le Service de la reconstitution des moyens d'habitation et de la reconstitution des immeubles détruits. Ce Service, qui a été transféré du ministère de l'Intérieur au ministère des Travaux publics par décret du 17 septembre 1917, doit être doté de ressources propres pour pouvoir poursuivre des opérations. Le projet de loi proposé par le gouvernement prévoit la création au ministère des Travaux publics d'un compte spécial avec fonds de roulement qui sera couvert, au fur et à mesure des avances effectuées, au moyen des crédits budgétaires inscrits au ministère des Finances. Le projet prévoit également les crédits nécessaires à la création du service, aux salaires du personnel et au matériel et en précise le fonctionnement.

Décret modifiant le décret du 10 juillet 1913 concernant les mesures générales de protection et de salubrité publique applicables à tous les établissements assujettis.

Le « Journal officiel » du 29 octobre 1917 publie, p. 8619, le décret suivant pris en date du 23 octobre 1917.

ARTICLE PREMIER. — L'article 8 du décret du 10 juillet 1913, modifié par le décret du 29 mars 1914, est remplacé par les dispositions ci-après :

» Il est interdit de laisser les ouvriers et employés prendre leurs repas dans les locaux affectés au travail.

» Toutefois, l'autorisation d'y prendre les repas pourra être accordée, en cas de besoin et après enquête, par l'inspecteur divisionnaire, sous les justifications suivantes : 1° que les opérations effectuées ne comportent pas l'emploi de substances toxiques; 2° qu'elles ne donnent lieu à aucun dégagement de gaz incommodes, insalubres ou toxiques, ni de poussières ; 3° que les autres conditions d'hygiène soient jugées satisfaisantes.

» Les chefs d'établissement mettront à la disposition de leur personnel de l'eau de bonne qualité pour la boisson.

» Un règlement intérieur limitera les quantités de vin, de bière, de cidre, de poiré, d'hydromel, non additionnées d'alcool, qui pourront être introduites et déterminera les heures et conditions auxquelles la consommation en sera autorisée.

» Les chefs d'établissement mettront également à la disposition de leur personnel les moyens d'assurer la propreté individuelle, vestiaires avec lavabos.

» Dans les établissements autres que ceux qui sont visés à l'article 76 du livre II du code du travail, un siège approprié sera mis à la disposition de chaque ouvrière ou employée à son poste de travail, dans tous les cas où la nature du travail sera compatible avec la station assise, continue ou intermittente.

» Dans tous les autres cas, des sièges ou des bancs en nombre suffisant seront mis à la disposition collective des ouvrières et des employées à proximité des postes de travail. Un règlement intérieur déterminera les heures et conditions auxquelles l'usage de ces sièges ou bancs sera autorisé.

» Les chefs d'établissement sont tenus de faire afficher les règlements mentionnés aux alinéas 4 et 7 du présent article dans les locaux où se font le recrutement et la paye du personnel et de veiller à leur exécution. »

ART. 2. — L'alinéa 2 de l'article 18 du décret du 10 juillet 1913, modifié par le décret du 29 mars 1914, est abrogé.

ART. 3. — L'article 20 dudit décret est composé ainsi qu'il suit :

« Le ministre du Travail et de la Prévoyance sociale peut, par arrêté pris sur le rapport des inspecteurs du travail et après avis du comité consultatif des Arts et Manufactures, accorder à un établissement dispense permanente ou temporaire de tout ou partie des prescriptions suivantes : article premier (alinéas 3, 4, 5); article 5 (alinéas 2, 5, 6, 7); article 8 (alinéas 6 et 7); article 9..... (le reste sans changement). »

ART. 4. — L'alinéa 4 de l'article 21 dudit décret est complété ainsi qu'il suit :

« A quatre jours pour les mises en demeure fondées sur les autres dispositions : toutefois, ce délai minimum sera porté à quinze jours pour les mises en demeure fondées sur les dispositions des articles 3 (alinéa 1) et 12 (alinéas 1, 2) et à un mois pour les mises en demeure fondées sur les dispositions des articles 5 (alinéas 4, 6) et 8 (alinéas 5, 6 et 7) lorsque l'exécution..... (le reste sans changement. »

ART. 5. — Le ministre du Travail et de la Prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au « Journal officiel » de la République française et inséré au « Bulletin des lois ».

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : J. **BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 24. — 15 DÉCEMBRE 1917.

Chronique. — Nécrologie : Daniel Bellet. — A propos de la « crise » des isolateurs aux États-Unis. — Bibliographie : L'art appliqué aux métiers : décor du métal, le cuivre et le bronze; Annuaire de la Houille blanche française. — Société internationale des Electriciens, p. 921 à 924.

Section scientifique et technique. — Le magnéton et les sels paramagnétiques dissous, par Pierre WEISS, p. 925. — Revues, analyses et informations : Influences électrométalliques exercées à travers des feuilles isolantes de très petite épaisseur, p. 936; Nouvelle méthode pour la détermination de la densité de flux magnétique et de la perméabilité, p. 937.

Section industrielle. — Les usines centrales d'électricité et les économies de combustibles, par E. LEHOUX, p. 939. — Notes d'un voyage aux Etats-Unis, par C. CAPART, p. 949. — Revues, analyses et informations : Le démarrage automatique des moteurs d'induction à cage d'écureuil, p. 951; Vue d'ensemble sur les accumulateurs, p. 952. — Notes pratiques : Les manutentions dans les usines, p. 954; Meilleure utilisation de la surcharge imposée aux moteurs à cage d'écureuil, p. 954.

Section économique et financière. — Assemblées générales : Société d'outillage mécanique et d'Usinage d'artillerie, p. 955; Compagnie Electrique de la Loire et du Centre, p. 955; Société d'Applications industrielles, p. 956.

Section de législation. — Conflit entre un maire et un concessionnaire, par Paul BOUGAULT, p. 957. — Législation, jurisprudence, réglementation : Arrêté nommant les membres de la Commission centrale des machines à vapeur pour les années 1917 et 1918.

Nécrologie : Daniel Bellet. — Ainsi que nous l'annoncions dans notre numéro du 20 octobre 1917, t. II, la « Revue générale de l'Électricité » a récemment perdu un de ses plus distingués collaborateurs en la personne de Daniel Bellet, l'économiste universellement connu.

Daniel Bellet était né en 1864 à Saint-Julien-de-l'Escap (Charente-Inférieure). Il consacra toute sa vie à l'étude des sciences économiques et politiques. Il était depuis 1906 secrétaire perpétuel de la Société d'Économie politique.

Professeur à l'École libre des Sciences politiques et à l'École des hautes Études commerciales, Daniel Bellet se fit rapidement remarquer par la clarté de son exposition constamment appuyée sur des faits et des documents précis, par sa science considérable et par sa propagande ardente pour la liberté des échanges. Il sut, même dans les matières les plus arides, se faire suivre avec un vif intérêt par ses auditeurs.

D'un dévouement sans bornes, Daniel Bellet, malgré ses occupations nombreuses et absorbantes avait accepté, par pur patriotisme, la lourde charge supplémentaire des cours et conférences que l'École libre des Sciences politiques avait organisés en faveur des officiers blessés. En quelques leçons il avait initié ses auditeurs à une science toute nouvelle pour eux et leur avait montré l'importance sociale de l'économie politique.

Daniel Bellet était lauréat de l'Institut et chevalier de la Légion d'honneur. Il était collaborateur d'un grand nombre de journaux scientifiques et économiques :

DANIEL BELLET (1864-1917)

« Engineering » de Londres, « Revue des Sciences politiques », « Journal des Economistes, « La Nature », « Le

Digitized by Google

Génie civil », « Revue générale des Sciences », « Revue générale de l'Électricité », « La Vie politique dans les deux mondes », et de beaucoup d'autres revues françaises et étrangères dont il était un des collaborateurs les plus appréciés.

Les ouvrages écrits par Daniel Bellet sont nombreux et d'une très grande valeur; parmi eux nous citerons : « Les grands ports maritimes de commerce; Le Canal de Panama; Les grandes Antilles, Étude de géographie économique; Les grandes entreprises du monde; Le chômage et son remède; Illusions socialistes et réalités économiques; La machine et la main-d'œuvre humaine; Etude sur l'automobilisme; L'évolution de l'industrie; Chiffons de papier; Ce qu'il faut savoir des engins de la guerre de 1914; Comment payer les frais de la guerre; La fortune de l'Allemagne et celle des Alliés; La guerre moderne et ses nouveaux procédés; Manuel pratique des chemins de fer; Mentalité teutonne, jugés par eux-mêmes; Le commerce allemand, apparences et réalités; L'alimentation de la France; Les crises économiques; Le mépris des lois » (ces deux derniers ouvrages sont en préparation), etc.

A côté de ces livres qui s'adressent aux spécialistes, M. Daniel Bellet avait écrit un grand nombre de livres de vulgarisation parmi lesquels on peut citer : « Nouveautés et progrès de l'industrie; Dans le royaume des machines; L'homme et la mer, etc. »

Tous les livres écrits par M. Daniel Bellet le sont dans un style clair et précis; on y trouve des renseignements des plus précieux qui témoignent de la science profonde de notre regretté collaborateur.

A propos de la « crise » des isolateurs aux États-Unis. — On trouvera plus loin, p. 950, quelques renseignements recueillis par M. G. Capart, au cours d'une mission aux États-Unis, sur ce qu'il appelle la « crise » des isolateurs dans ce pays. Diverses publications faites aux sociétés techniques américaines et dont quelques-unes ont été analysées ou seulement signalées dans ces colonnes avaient déjà montré à nos lecteurs combien sont grandes les difficultés que rencontrent les ingénieurs pour assurer l'isolation des grandes lignes de transmission à hautes tensions qui ont été établies aux États-Unis dans ces dernières années. Nos distributeurs d'énergie électrique pouvaient dès lors se demander si, à leur tour, ils n'allaient pas avoir à supporter quelques déboires dans l'exploitation de leurs entreprises. La lettre suivante, que nous adresse M. P. Sailly, président de la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique, vient à propos pour calmer leurs légitimes appréhensions.

La « Revue générale de l'Électricité » a publié un certain nombre d'articles, traductions ou résumés d'articles américains, au sujet de la mauvaise tenue des isolateurs en porcelaine vis-à-vis des hautes tensions.

Je ne lis pas ces articles sans une certaine appréhension au sujet de l'état d'esprit qu'ils peuvent faire naître dans notre clientèle.

Je serais très désireux de savoir si les phénomènes signalés par les auteurs américains se produisent dans les lignes américaines avec l'emploi d'isolateurs européens.

Je sais, en effet, que certains réseaux ont été montés avec des éléments provenant d'usines allemandes dont la réputation de fabrication est au-dessus de toute critique.

Une de ces lignes est celle de l'Hydro-Electric Power Commission of Ontario (Canada), et le fournisseur était la Fabrique de Porcelaines de Hermsdorf.

Je connais, en effet, les procédés de fabrication d'isolateurs employés dans les fabriques de porcelaine américaines, et je ne puis m'empêcher de vous dire que ces procédés sont beaucoup trop américains vis-à-vis d'une matière, la pâte à porcelaine, qui demande à être traitée avec des soins tout à fait spéciaux.

Je ne serais donc pas étonné que le même isolateur fait en Amérique et en Europe ne donne pas du tout les mêmes résultats.

D'autre part, nous avons en France des réseaux à haute tension existant depuis de longues années, à 65 000-70 000 v et, parmi ceux-ci, une certaine quantité ont été montés avec des isolateurs sortant de mon usine.; il ne m'a jamais été signalé par ma clientèle qu'elle ait eu à remplacer en quantité des isolateurs sortis de mes ateliers.

Je dois, cependant, signaler que j'ai eu l'occasion de fournir des isolateurs 65 000 v destinés à remplacer, dans un réseau de l'Est, des isolateurs d'origine européenne provenant ni d'une maison française, ni d'une maison allemande.

Je relève entre autres choses, dans l'article paru dans le numéro du 17 novembre dernier de la « R. G. E. », qu'il se produit des vieillissements des isolateurs dans les magasins d'approvisionnement des réseaux.

Je puis vous citer le résultat d'une contre-épreuve faite sur des isolateurs en chapelet type américain, que j'avais fabriqués en 1912, en vue d'une fourniture à faire à l'Energia de Cataluna.

Ces isolateurs ont été ressayés dans le courant de l'année 1917 après avoir passé en plein air cinq hivers, parmi lesquels le dernier qui fut particulièrement rude.

Les isolateurs ont été, pendant ces cinq années, déménagés à différentes reprises, soumis à toutes sortes de manipulations et, lorsque, pour des essais récents, je leur fis subir des épreuves assez dures, j'ai constaté que seulement 2 pour 100 des isolateurs avaient subi des avaries qui les excluaient de tout emploi.

Dans les lignes qui précèdent, je parle beaucoup trop peut-être de mon usine et des résultats que j'ai obtenus, mais je suis amené à le faire pour ne parler que des choses que je connais bien.

Je suis, en tout cas, persuadé que, parmi mes collègues français, il en existe dont les isolateurs donnent les mêmes résultats que ceux que je fabrique.

Je crois donc que les articles que vous publiez dans la « Revue générale de l'Électricité » peuvent être de nature, si vous ne faites pas suffisamment ressortir l'origine américaine et de l'article, et de l'isolateur, à causer quelques torts aux porcelainiers électrotechniciens français.

Je vous demande donc de bien vouloir insister sur l'américanisme des opinions et des éléments qui font l'objet des articles en question et d'amener l'opinion de vos lecteurs à réserver leur jugement sur la fabrication nationale en particulier et européenne en général.

Pensant que vous ne verrez dans ma lettre que l'expression du désir de défendre mes collègues menacés, je vous prie d'agréer, cher Monsieur, l'expression de mes sentiments les plus dévoués.

Digitized by Google

Bibliographie : L'art appliqué aux métiers : décor du métal, le cuivre et le bronze, par Lucien MAGNE [1]. — Du fait que plusieurs de ses applications pénètrent dans la vie publique et la vie privée, l'industrie électrique ne saurait se désintéresser des questions artistiques. C'est pour cette raison qu'a été antérieurement publié ici, dans le numéro du 24 mars, p. 447-460, un article de M. Poux sur la « Fabrication des appareils d'éclairage artistiques » ; c'est aussi la raison pour laquelle nous estimons utile d'appeler l'attention de nos lecteurs sur la collection « L'art appliqué aux métiers » qu'édite, avec tout le luxe que réclame les publications de ce genre, la maison H. Laurens.

L'idée de cette publication revient à son auteur, M. Lucien Magne, inspecteur général des Monuments historiques, en même temps que professeur à l'École des Beaux-Arts et au Conservatoire des Arts et Métiers. La collection complète doit comprendre neuf volumes respectivement consacrés au décor de la pierre (éléments de construction), de la terre (poterie, grès, porcelaine), du verre (gobeleterie, mosaïque, vitrail), du métal (trois volumes pour le fer, le cuivre et le bronze, le plomb, l'étain, l'or et l'argent) ; du bois (charpenterie, menuiserie), du mobilier (meubles, sièges, marqueterie); du tissu (soierie, broderie, tapisserie). Quatre de ces volumes ont pu être publiés du vivant de l'auteur, décédé le 28 juillet 1916 ; les épreuves du cinquième volume, celui qui vient de paraître, ont pu être entièrement corrigées par lui ; quant au texte et à l'illustration des quatre derniers volumes, ils seront revisés par le fils de M. Magne.

C'est, comme nous venons de le dire, le travail artistique du cuivre et du bronze qui est envisagé dans le volume qui vient d'être publié. Suivant le plan généralement adopté par l'auteur, le développement des applications du cuivre et du bronze est suivi depuis la plus haute antiquité jusqu'au moyen âge ; cette étude forme les sujets des quatre premiers chapitres. Les chapitres suivants sont consacrés aux applications à la statuaire en Italie, à la décoration architecturale en France, à la statuaire en Italie, au mobilier, aux appareils d'éclairage, enfin à l'horlogerie.

De ces chapitres c'est nécessairement celui qui traite des applications à l'éclairage qui intéresse le plus les lecteurs de cette revue. Ils y verront que, malgré les tentatives déjà faites pour rendre artistiques nos appareils modernes d'éclairage, il reste encore beaucoup à faire.

« Il semblerait, dit l'auteur, que, par leurs qualités mêmes, la lumière du gaz, puis la lumière électrique eussent dû réclamer des appareils différents de ceux en usage pour l'huile et les bougies. Or, telle est l'influence de la routine, confondue à tort avec la tradition, que les constructeurs d'appareils se sont évertués pendant un demi-siècle à transformer d'abord les appareils à bougies en appareils à gaz, puis ceux-ci en appareils pour l'électricité. On a cru innover en démarquant ou copiant servilement quelques bronzes de Trianon ou de Fontainebleau qu'on a parés d'abord de bougies en porcelaine terminées par un bec papillon pour remplacer plus tard ce bec par une ampoule électrique perchée au sommet d'une fausse bougie.

» Des erreurs aussi grossières ne pourraient être commises ni acceptées si l'enseignement du goût était plus répandu, si, dans les écoles et dans les lycées, on habituait les enfants à réfléchir, si on développait chez eux, avec quelques connaissances techniques élémentaires, les qualités de bon sens qui aideraient au développement du goût et les achemineraient vers les sentiments de l'art.

» Et cependant que de beaux programmes se présentent à nous ! Ce sont pour les usages quotidiens des appareils portatifs à bien étudier soit pour le pétrole, soit pour l'électricité, avec les nécessités de soutien que comporte chaque mode d'éclairage. Ce sont pour les pièces de réception les appareils groupant harmonieusement les lampes à incandescence, leur donnant des enveloppes irisées ou colorées ou les mettant à l'abri des regards pour ne pas fatiguer les yeux, et utilisant par réflexion sur les plafonds leur pouvoir éclairant. Ce sont aussi les lampes à arc, destinées à éclairer nos promenades et qu'il faut en conséquence placer à bonne hauteur au-dessus du sol, en étudiant les supports pour rendre la lampe accessible et faciliter le changement quotidien de charbons. »

Un peu plus loin, à propos de l'éclairage par la lumière diffusée par le plafond, M. Magne ajoute :

« On a prétendu éclairer ainsi des salles d'exposition de tableaux ou des bureaux ayant un nombreux personnel et remplacer la lumière diffuse du jour. L'éclairage ainsi obtenu est généralement crépusculaire et est loin d'être économique.

» Il semble qu'on se prive d'un élément essentiel de décor en ne laissant pas la lampe visible. Il en est de cela comme du feu apparent dans l'âtre d'une cheminée. Les meilleurs calorifères ne donnent pas l'impression de chaleur qui peut donner la vue du feu.

» Il importe donc d'étudier dans la lampe à incandescence les éléments fixes de sa construction, c'est-à-dire son enveloppe et sa monture, afin d'en tirer, au point de vue des applications artistiques, le meilleur parti possible. »

On voit par ces citations combien les problèmes artistiques soulevés par l'éclairage électrique sont loin d'être résolus. Certes tous les électriciens le savent bien, mais, préoccupés par l'accomplissement de leurs tâches techniques, ils ne peuvent les résoudre. Aux artistes donc de venir leur proposer les solutions. C'est cette liaison entre la technique et l'art que le président de notre Comité de Rédaction, M. Blondel, s'était proposé d'établir en fondant, quelques mois avant la guerre la revue « Science et art de l'éclairage ». En l'absence de ce journal, dont le rédacteur en chef, Chassériaud, est mort glorieusement au champ d'honneur, la « Revue générale de l'Électricité » se chargera de réaliser cette liaison, d'autant plus volontiers qu'elle a déjà cherché à l'effectuer ; aussi adressons-nous un appel à ses lecteurs pour le faire savoir aux artistes qui voudraient bien s'occuper de la question.

D'ailleurs, il n'y a pas que l'éclairage électrique qui réclame l'intervention de l'art ; le chauffage électrique, par le fait même qu'il ne peut être qu'un chauffage de luxe ou un chauffage d'appoint aux prix auxquels l'énergie électrique est nécessairement vendue dans les villes, ne pourrait manquer de se développer s'il était réalisé dans des appareils concourant à la décoration des bureaux, salons, salles à manger, boudoirs, cabinets de toilette, etc., où ces appareils trouvent leur application. Les ventilateurs, les petits moteurs pour la commande des machines à coudre, des appareils des dentistes, etc, gagneraient aussi à avoir une forme plus esthétique. La grande industrie de la distribution de l'énergie électrique et l'industrie de la traction électrique sont elles-mêmes intéressées à s'inspirer de l'art : on sait en effet que, depuis bien longtemps, les municipalités, à la suggestion des gens de goût, réclament des modèles esthétiques pour les supports des conducteurs de distribution et de traction.

[1] Un volume, format 25 cm × 16 cm, 201 pages, 135 figures. H. Laurens, 6, rue de Tournon, Paris, 6e, éditeur. Prix : broché, 6 fr ; relié, 7 fr.

Digitized by Google

Le domaine de l'électricité offre donc aux artistes modernes un champ d'études déjà vaste. Les artistes égyptiens, les artistes grecs et, après eux, les artistes romains ne dédaignaient pas de dépenser leur génie à la décoration des objets les plus usuels : vases, lampes, patères, miroirs, coffrets, etc. En suivant leurs traces les artistes français ne feront donc que suivre la tradition tout en fournissant à l'industrie nationale l'arme la plus efficace pour la pénétration de ses produits dans les pays étrangers.

Telles sont les considérations qui nous ont amené à signaler un ouvrage sur l'art dans une revue ordinairement consacrée à des sujets plus techniques ; elles sont suffisamment importantes, surtout à l'heure actuelle où le développement de nos exportations est une nécessité impérieuse, pour nous servir d'excuses à la longueur de cette note bibliographique. — J. B.

Bibliographie : Annuaire de la Houille blanche française, par A. Pawlowski, professeur à l'École des Hautes Études sociales [1]. — Les difficultés que l'on rencontre actuellement pour se procurer du charbon ont mis au premier rang des préoccupations de nos dirigeants, de nos industriels et du grand public, la question de l'utilisation de nos richesses en force motrice hydraulique. Le moment est donc bien choisi pour la publication d'un « Annuaire de la Houille blanche », annuaire d'ailleurs réclamé depuis longtemps déjà par tous ceux qui ont des relations avec les nombreuses sociétés qui, aujourd'hui, exploitent ces richesses.

M. Pawlowski a divisé son ouvrage en sept parties. La première est consacrée à l'exposé de l'historique, de la technique générale et de la législation de l'industrie de la captation de la force motrice hydraulique ; elle se termine par une notice sur la Chambre syndicale des Forces hydrauliques et une autre notice sur la Société hydrotechnique de France.

Avec la seconde partie nous entrons dans l'annuaire proprement dit. Elle donne sur chacune des 98 sociétés qui ont pour objet la transformation de la force motrice hydraulique en énergie électrique et la transmission et la distribution de celle-ci, une notice indiquant : ses origines, son capital, ses bénéfices, ses installations, ses résultats d'exploitation, la composition de son conseil d'administration, etc. Dans la troisième et la quatrième partie sont fournis des renseignements du même genre sur les sociétés d'électrochimie et d'électrométallurgie et sur les sociétés de traction qui sont en même temps propriétaires d'usines hydro-électriques.

La cinquième partie donne, sous forme de tableaux, la liste des sociétés dont l'exploitation dispose d'une puissance de plus de 100 ch et qui ne sont pas signalées dans la seconde partie du volume. Ces sociétés sont classées par département et pour chacune d'elles sont indiqués : la date de fondation, le capital social, la situation de l'usine hydro-électrique, le nom du cours d'eau qui l'actionne, la hauteur de chute, la puissance, la nature de la tension du courant, les communes desservies, etc. La sixième partie est consacrée aux chemins de fer et tramways alimentés par des sociétés de houilles blanche : deux tableaux donnent, sous forme concise, quelques renseignements sur les compagnies exploitantes et sur leurs installations.

[1] Un vol., format 28 cm × 22 cm, 184 p. Préface de R. de la Brosse, inspecteur général des Ponts et Chaussées. En vente aux bureaux de la *R. G. E.* Prix : cartonné, 12 fr.

Enfin dans la septième partie sont indiqués les cours, en décembre 1913 et en octobre 1917, des actions et obligations de quelques sociétés de distribution et de sociétés d'électrochimie et d'électrométallurgie.

Par l'ensemble des renseignements qu'il fournit, cet annuaire ne peut manquer de trouver bon accueil auprès de ceux à qui il s'adresse. Aussi n'hésitons-nous pas à le recommander tout spécialement aux lecteurs de cette Revue.

Société internationale des Électriciens. — Séance du 6 décembre 1917. — La séance du 6 décembre 1917 de la Société internationale des Électriciens fut consacrée à deux intéressantes conférences.

La première communication fut faite par M. Picou et avait pour titre *Moteur à grand facteur de puissance et à chute de vitesse réglable*. On sait que les moteurs asynchrones, qui offrent de grands avantages présentent également un certain nombre d'inconvénients et, en particulier, celui de diminuer le cos φ du réseau surtout lorsqu'ils marchent à faible charge, de plus leur vitesse est, au glissement près, celle du synchronisme, il en résulte pour des variations brusques de charge, comme il s'en produit pour les moteurs actionnant des laminoirs par exemple, que la vitesse varie peu, mais il y a un appel de courant considérable sur le réseau, ce que l'on cherche à éviter par l'emploi de volants accouplés aux moteurs. M. Picou fait disparaître la majorité de ces inconvénients en couplant mécaniquement en bout d'arbre avec le moteur asynchrone triphasé une petite commutatrice qui joue le rôle d'excitatrice vis-à-vis du moteur et qui, au démarrage, pourra servir de moteur de lancement pour le moteur principal, et permettre ainsi de diminuer considérablement la valeur du courant de démarrage. M. Picou en reprenant le diagramme du cercle montre comment son dispositif permet de réduire considérablement le décalage du moteur et d'avoir par suite un cos φ élevé. M. Picou, indique également qu'en déplaçant les balais de la commutatrice d'excitation, on peut régler la vitesse du moteur principal. Le dispositif de M. Picou a aussi un avantage considérable, c'est de permettre de doubler l'entrefer des moteurs asynchrones ; l'importance de ce résultat n'échappera pas aux constructeurs qui connaissent les difficultés mécaniques qu'entraine la nécessité d'avoir un entrefer d'un millimètre, surtout pour les gros moteurs asynchrones.

La seconde communication faite par M. Boucherot était relative à *la tarification de l'énergie électrique eu égard au cosinus φ de l'abonné*. Il est inutile d'insister sur la nécessité reconnue par tous les distributeurs d'énergie de tarifer l'énergie vendue aux abonnés non seulement d'après la puissance réelle consommée, mais aussi d'après le cosinus φ de l'abonné, de façon que ce dernier ait un intérêt financier à relever le plus possible la valeur de son cosinus φ.

Plusieurs procédés de tarification avaient été proposés, entre autres, le système Arno faisait payer l'énergie consommée d'après l'énergie wattée d'une part et d'après la puissance apparente d'autre part M. Boucherot montre que cette façon de procéder n'est pas rationnelle, mais qu'il convient de tarifer l'énergie proportionnellement à la puissance réelle et à la puissance réactive ; il indique ensuite un moyen permettant de transformer rapidement les compteurs actuels pour les adapter à la nouvelle tarification.

Nous n'insisterons pas autrement sur ces deux intéressantes conférences, nous réservant d'y revenir prochainement.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Le magnéton et les sels paramagnétiques dissous

La détermination du moment des atomes magnétiques contenus dans les solutions salines n'est possible qu'indirectement, par application de la théorie cinétique. Le problème est compliqué par la présence dans une même solution de plusieurs porteurs du magnétisme, différents entre eux par leur fonction chimique. Ce sont les molécules simples ou complexes, les ions simples ou complexes, les produits de l'hydrolyse, les hydrates. Tous ces porteurs ont en général des nombres de magnétons différents. Le résultat brut de l'expérience donne en effet souvent des nombres fractionnaires. Mais, quand on étudie la variation du moment atomique avec la concentration, les nombres entiers de magnétons apparaissent en général aux concentrations extrêmes, ou très grands ou très faibles. Quelquefois aussi l'état limite est obtenu par des réactifs qui font rétrograder l'ionisation ou l'hydrolyse, ou d'une manière plus générale, déplacent l'équilibre entre les divers constituants. L'analyse des courbes représentant le moment magnétique en fonction de la concentration, soit du sel lui-même, soit du réactif ajouté, fournit avec une bonne précision les multiples 16, 19, 24, 25, 26, 27, 29 de l'échelle des magnétons. L'étude du paramagnétisme des sels divers, outre son importance pour la théorie du magnéton, présente un grand intérêt comme moyen d'investigation de la constitution des solutions.

Dans un premier article [1] j'ai montré que les moments magnétiques des atomes des métaux ferromagnétiques, déduits de l'aimantation à saturation aux très basses températures, sont des multiples entiers d'un même moment élémentaire, le magnéton. Dans ces substances fortement magnétiques, le moment atomique est en quelque sorte directement accessible, l'action combinée des champs intenses et de l'abaissement de température permettant de réaliser, avec une approximation suffisante, le parallélisme de tous les moments élémentaires.

Calcul du moment moléculaire des substances paramagnétiques. — Il importe, pour donner une base plus large à la notion de magnéton, de ne pas s'en tenir à ces cas exceptionnels.

La plupart des substances dont les molécules sont douées de moment magnétique restent, dans les champs les plus intenses, très éloignées de l'alignement complet, mais la faible prédominance des moments dans la direction du champ trouve son expression dans la susceptibilité paramagnétique, accessible à la mesure. Grâce à la théorie de Langevin, établie en première ligne pour les gaz parfaits, on peut remonter de la susceptibilité au moment moléculaire. Cette théorie s'applique aussi à toutes les substances dans lesquelles la molécule, douée de moment magnétique, possède la même liberté d'orientation que dans les gaz, et en particulier aux solutions des sels paramagnétiques.

Il y a, d'ailleurs, un criterium expérimental qui permet de reconnaître si la théorie de Langevin s'applique. C'est la loi de Curie : la susceptibilité est en raison inverse de la température absolue. Le produit de la susceptibilité par la température absolue est donc une constante, la constante de Curie. Il est commode de considérer, non l'unité de volume de la substance comme le suppose le sens usuel du terme susceptibilité, mais la masse moléculaire, la molécule-gramme. Si l'on appelle

χ_m, le coefficient d'aimantation moléculaire,
C_m, la constante de Curie moléculaire, et
T, la température absolue,

on a, comme expression de la loi de Curie,

$$\chi_m T = C_m,$$

et pour le moment magnétique de la molécule-gramme

$$\sigma_{m,0} = \sqrt{3 R C_m},$$

où R est la constante moléculaire des gaz parfaits ($R = 83,15.10^6$ C.G.S).

Moment moléculaire et moment atomique. — La notion de moment moléculaire demande à être précisée. Dans la théorie de Langevin, la molécule est la quantité de matière douée de moment magnétique possédant une orientation indépendante et dont, par conséquent, la force vive moyenne de rotation, provenant de l'agitation thermique, correspond à deux degrés de liberté. Par suite de la loi d'équipartition, toutes les molécules d'orientation indépendante ont la même force vive moyenne de rotation. Il n'est donc pas nécessaire de savoir si, dans $FeCl^3$ par exemple, l'aimant est la molécule tout entière supposée rigide ou si les atomes de chlore sont attachés à l'atome de fer par des liaisons articulées. Dans les deux cas, le calcul donne la même susceptibilité, puisqu'il repose sur des données qui res-

[1] *Revue générale de l'Electricité*, 10 février 1917, t. I, p. 203.

Digitized by Google

tent les mêmes : le moment exercé par le champ sur l'aimant et sa force vive de rotation. Et, inversement, on remonte sans ambiguïté de la susceptibilité au moment magnétique.

Mais il faut connaître le nombre des aimants élémentaires. Je fais l'hypothèse plausible, a priori, qu'il est égal à celui des atomes magnétiques. Cela revient à admettre que dans $FeCl^3$ deux ou plusieurs atomes de fer ne se réunissent pas pour ne former qu'un seul aimant rigide, car il y aurait alors moins d'aimants élémentaires à rotation indépendante que d'atomes. De même est exclue, pour les atomes de chlore primitivement diamagnétiques, la possibilité de devenir de nouveaux aimants par le fait de la liaison, supposée articulée, avec l'atome de fer, car il y aurait plus d'aimants d'orientation indépendante, plus de molécules magnétiques que d'atomes de fer. L'hypothèse revient donc à admettre l'identité de la molécule magnétique de la théorie de Langevin et de l'atome. Le calcul donnera donc des moments atomiques. En les divisant par la valeur 1123,5 CGS du magnéton-gramme, on les exprimera en nombre de magnétons.

Complexité des solutions, position de la question. — On sait, depuis G. Wiedemann, que le paramagnétisme est fonction de l'état de liaison chimique de l'atome. Cette propriété a été précisée encore par Pascal qui a montré avec netteté le parallélisme entre l'atténuation des propriétés magnétiques et celle des propriétés analytiques. Ainsi, pour ne citer qu'un exemple parmi les plus connus, dans les ferri et les ferrocyanures, le fer n'est pas sensible aux réactifs habituels. Dans les premiers le paramagnétisme est fortement atténué, dans les seconds il a complètement disparu.

Or, il est bien établi que les corps simples contenus dans une dissolution saline y figurent dans divers groupements dans lesquels ils possèdent des fonctions chimiques différentes. Tous les sels dissous dans l'eau sont plus ou moins ionisés et l'atome porteur du magnétisme se trouve non seulement dans la molécule neutre, mais encore dans l'un des ions. Lorsqu'il s'agit d'atomes plurivalents, ou lorsque l'ion négatif est lié à plusieurs atomes, l'ionisation peut se faire à plusieurs degrés, il fournit plus de deux éléments magnétiques différents.

Mais ce n'est pas la seule complication possible. Certains sels, par exemple les sels ferriques, se décomposent en acide et base par le phénomène connu sous le nom d'hydrolyse. Comme l'ionisation, l'hydrolyse est d'autant plus avancée que la solution est plus étendue. L'oxyde provenant de l'hydrolyse peut s'agglomérer en particules plus grosses et constituer une solution colloïdale.

Enfin, le corps considéré peut former des combinaisons dites complexes qui résident dans l'entrée en jeu de valences accessoires. On a reconnu que c'est notamment dans les complexes que se produit l'atténuation des propriétés magnétiques.

L'existence des complexes dans les solutions salines est actuellement bien établie et se manifeste de plusieurs manières. Ainsi le degré de dissociation des sels de cuivre, mesuré par la conductibilité électrique qui fait intervenir les groupements ou atomes chargés électriquement, ne concorde pas avec la détermination osmotique qui repose sur le nombre total des particules de toute espèce présentes dans la solution. Les variations de coloration des solutions avec la concentration, la couleur du nitrate de cuivre, par exemple, passant du brun verdâtre au vert, puis au bleu avec la dilution croissante, est un indice de changements de constitution. Les « nombres de transport » négatifs observés pour les sels de cuivre sont l'un des phénomènes les plus caractéristiques de l'existence d'ions complexes. Ils montrent que, simultanément avec l'électrolyse normale qui entraîne le cuivre dans le sens du courant sous forme d'ions positifs, il se produit en sens inverse un courant de cuivre lié aux ions négatifs et que celui-ci peut même prédominer.

On doit donc s'attendre, en étendant la loi de Wiedemann aux groupements présents en même temps dans une solution, à ce que les molécules neutres, les ions, les molécules hydrolysées et surtout les molécules et les ions complexes, aient autant de moments magnétiques différents. Et comme les quantités relatives de ces éléments varient en général avec la concentration, le coefficient d'aimantation rapporté à une masse déterminée variera en même temps. Il semble donc que l'étude de l'aimantation des solutions doive se présenter sous un aspect inextricable. Nous rencontrerons plus loin des exemples de complication bien caractéristiques. Mais heureusement des cas relativement simples existent aussi. Comme on devait s'y attendre, on les trouve surtout aux concentrations extrêmes, ou très faibles ou très fortes. Dans une solution dont la seule complication serait l'ionisation, il n'y aurait, en effet, aux dilutions extrêmes que des ions et aux fortes concentrations une grande prédominance des molécules non dissociées. Mais il se peut aussi que les éléments constitutifs d'une solution, les ions et les molécules neutres par exemple, aient le même moment magnétique. Il y aura certaines chances pour que cela se produise si les moments magnétiques ne peuvent prendre qu'un nombre limité de valeurs, les multiples entiers du magnéton. Dans ce cas particulier, l'aimantation spécifique sera indépendante de la concentration.

Interprétation des mesures sur les solutions contenant plusieurs porteurs du magnétisme de moments différents. — S'il n'y a qu'une espèce de porteurs du magnétisme dans une série de solutions de différentes concentrations, la constance de l'aimantation spécifique ou moléculaire du corps dissous en résulte nécessairement. S'il y en a plusieurs de moments différents, tout se passe au point de vue de la théorie cinétique comme si deux gaz paramagnétiques se pénétraient mutuellement sans s'influencer. La constante de Curie résulte par la loi des mélanges des constantes de Curie de chacune des parties. Et comme les constantes de Curie sont proportionnelles aux carrés des moments atomiques, il

Digitized by Google

s'ensuit que le moment que l'on détermine en traitant la substance sans tenir compte de sa complexité est en réalité la racine carrée du carré moyen des moments atomiques. Le plus souvent, les moments présents dans une même solution ne sont pas très différents les uns des autres. On peut donc dire aussi bien que le calcul donne la moyenne des moments atomiques.

Il y aura, dans chaque cas particulier, à discuter la courbe représentant les moments atomiques en fonction de la concentration.

Nous en rencontrerons où la forme même de cette courbe en suggère l'interprétation.

Expériences anciennes. — On admettait, il y a quelques années, à la suite des travaux de G. Wiedemann, que le coefficient d'aimantation spécifique des sels paramagnétiques dissous est indépendant de la concentration.

Wiedemann, il est vrai, avait déjà signalé l'exception des solutions hydrolysées et plusieurs auteurs, Kœnigsberger, Meslin, Vaillant, ont publié des séries de mesures donnant une aimantation variant avec la concentration. Mais on pouvait penser qu'il s'agissait là des cas particuliers plutôt exceptionnels. C'est dans cet esprit, en admettant implicitement l'existence d'un coefficient d'aimantation du corps dissous indépendant de la concentration, qu'a été calculée la belle série de mesures de Pascal sur les sels de fer. Cette série a été l'une des sources de la théorie du magnéton.

Depuis lors se sont produits deux faits nouveaux qui ont diminué considérablement la valeur démonstrative de cette série. L'un est le caractère général de la variation de l'aimantation avec la concentration, mis hors de doute par les expériences de Cabrera et de ses collaborateurs, l'autre la redétermination de la constante magnétique de l'eau sur laquelle repose la valeur absolue des nombres de Pascal. Cette quantité a été l'objet de plusieurs mesures indépendantes de haute précision qui ont donné d'une manière concordante une valeur inférieure de 4 pour 100 à celle admise par Pascal.

La plupart des sels de fer et une partie des autres substances ont été mesurées par Pascal à la même concentration moléculaire. C'est sans doute en partie à cette circonstance qu'on est redevable de la simplicité d'interprétation des résultats. Ces mesures, qui restent très instructives par la netteté avec laquelle elles montrent le parallélisme entre le caractère de plus en plus complexe des combinaisons dans lesquelles le fer est engagé et l'atténuation progressive des propriétés magnétiques, n'ont jamais ambitionné une très haute précision. Il est remarquable qu'une erreur notable sur la valeur absolue, les perturbations provenant de l'influence de la concentration et quelques autres causes d'erreur ou d'incertitude de moindre importance aient pu intervenir et modifier les nombres sans effacer leur caractère dominant.

Dans l'état actuel des choses, il n'y a pas intérêt à s'attarder à la discussion des expériences anciennes. La théorie du magnéton a provoqué de nombreuses recherches de précision bien supérieure et qui, dès à présent, ont fourni des matériaux abondants.

La méthode de dénivellation. — Nous n'entrerons pas dans le détail des méthodes de mesure, mais ce serait donner une idée trop incomplète de l'état actuel de la question que de ne pas signaler l'importance du progrès réalisé par la modification apportée par A. Piccard à la méthode classique d'ascension de Quincke. C'est avec cette méthode perfectionnée qu'ont été faites la plupart des expériences dont nous aurons à parler. La figure 1 représente le tube à ascension de Piccard. Il

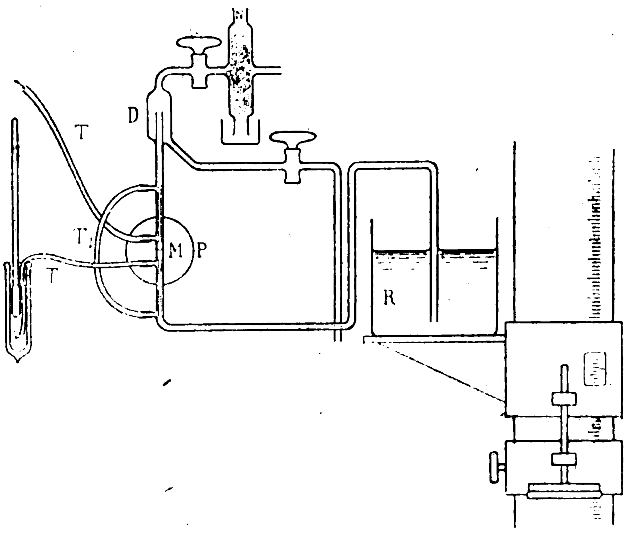


Fig. 1. — Tube Piccard pour la détermination du coefficient d'aimantation par la méthode de l'ascension magnétique : M, ménisque dans l'entrefer ; P, pièces polaires ; R, réservoir ; D, déversement ; TT, circulation d'eau.

permet de réaliser deux conditions essentielles : 1° laver le ménisque par déversement en D, avant de le ramener en M pour l'observation ; 2° ne pas laisser sécher le tube de verre entre le lavage chimique et le moment de la dessiccation. Cette dernière précaution est essentielle ; le verre dissous qui se dépose sur la surface intérieure du tube au moment de la dessiccation paraît être la cause principale des perturbations. De plus, le tube est à double paroi dans le voisinage de M, de façon à maintenir la substance à une température exactement réglée au moyen d'une circulation d'eau T.

La dénivellation se mesure plus exactement et plus commodément, comme l'a déjà fait Ollivier, en maintenant immobile le ménisque dans le champ et en compensant la pression que le champ exerce sur le liquide par un déplacement du réservoir R dans lequel plonge la branche du tube extérieure au champ.

L'amélioration des observations réalisée par ces précautions très simples a dépassé tout ce que l'on aurait pu imaginer. On resterait au-dessous de la vérité en disant que la précision a été multipliée par 100.

Dans un aimant dont le champ est d'une vingtaine de mille gauss, la dénivellation magnétique de l'eau pure est voisine de deux millimètres. On la mesure aisément au millième de millimètre près. Si l'on considère une

Digitized by Google

solution étendue dans laquelle un sel paramagnétique diminue de 1/10 de sa valeur le diamagnétisme de l'eau, ce dixième est encore mesuré avec une précision de 1/200 et le moment atomique du corps dissous, par suite de l'extraction de la racine carrée, à 1/400 près. Cette méthode permet donc d'étendre les mesures à des dilutions auparavant inaccessibles. Nous dirons, à l'occasion des sels de cuivre, quelques mots d'une nouvelle méthode permettant d'aller encore beaucoup plus loin dans l'étude des dilutions extrêmes.

Sels ferriques. — La figure 2 représente, d'après les

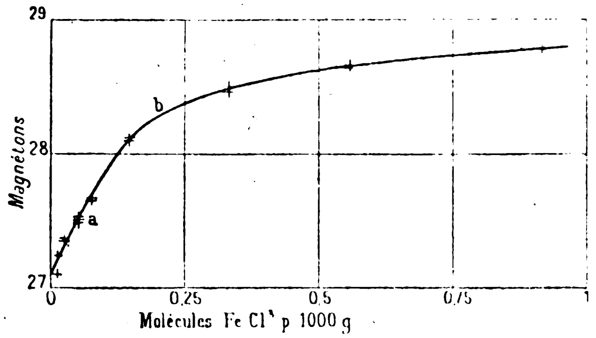


Fig. 2. — Moment atomique du fer dans Fe Cl^3 en fonction du nombre de molécules-gramme par kilogramme de solution, d'après Cabrera et Moles.

expériences de Cabrera et Molès [1], le moment atomique du fer, en magnétons, dans la solution du chlorure ferrique $FeCl^3$, en fonction de la concentration exprimée en molécules-gramme par kilogramme de solution. On peut donner de cette courbe l'interprétation suivante :

Aux très faibles concentrations, lorsque l'hydrolyse est complète, le nombre de magnétons tend vers 27; aux grandes concentrations, il s'approche de 29. Si l'on considère la courbe comme un arc d'hyperbole, on trouve 28,93 environ pour la hauteur de l'asymptote. Or 29 est précisément le nombre de magnétons déduit des expériences de Mlle Feytis pour le chlorure ferrique solide. La conclusion qui s'impose est qu'il y a, aux concentrations extrêmes, deux espèces différentes de molécules magnétiques caractérisées par 27 et 29 magnétons, et aux concentrations intermédiaires des mélanges des deux.

Pour vérifier cette interprétation, Cabrera et Moles prirent comme point de départ de nouvelles séries d'expériences les solutions correspondant aux points a et b de la figure 2 et y ajoutèrent des quantités croissantes d'acide chlorhydrique qui, comme on sait, fait rétrograder l'hydrolyse. Le résultat de ces mesures est représenté dans les figures 3 et 4.

On y reconnaît que l'acide chlorhydrique a une double action. Il commence par produire la rétrogradation de l'hydrolyse, qui est achevée au coude c, situé dans le voisinage de 29 magnétons, puis il provoque aux concentrations plus fortes une modification subséquente de la molécule magnétique. Ce changement ultérieur se traduit par la courbe c d commençant par une partie sensiblement rectiligne. Si l'on prolonge cette partie jusqu'à l'axe des ordonnées pour débarrasser le premier effet de l'acide chlorhydrique de cet effet subséquent, on obtient plus exactement encore que par le coude le

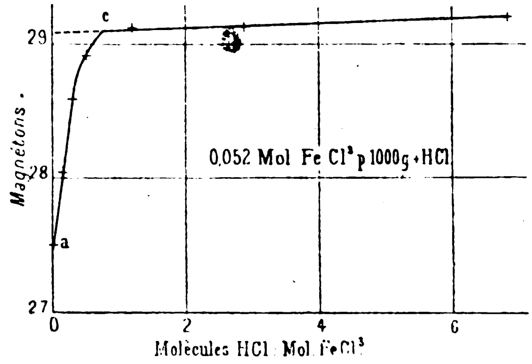


Fig. 3. — Effet de l'addition de HCl à une solution de Fe Cl^3.

nombre de 29 magnétons de la substance non hydrolysée.

Pour rechercher lequel des deux ions de HCl intervient dans ces phénomènes, Cabrera et Moles ajoutèrent à la dissolution a de la figure 2 de l'acide azotique contenant l'ion H ou du chlorure de sodium contenant l'ion Cl. L'effet du premier de ces corps est sensiblement le même que celui de l'acide chlorhydrique, repré-

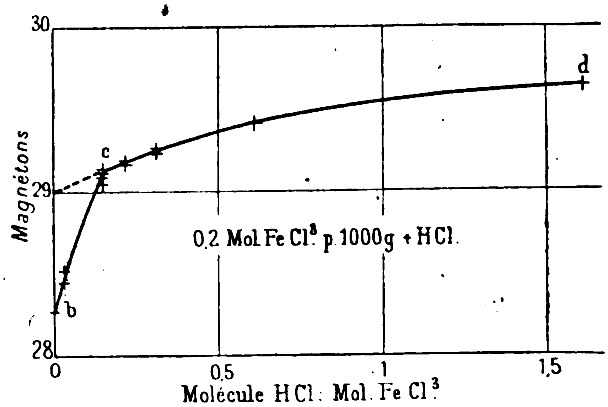


Fig. 4. — Effet de l'addition de HCl à une solution de Fe Cl^3.

senté aux figures 3 et 4. L'action du chlorure de sodium est encore analogue, mais s'obtient par l'addition de quantités de matières incomparablement plus fortes. L'aimantation croît linéairement en fonction de la concentration en NaCl et atteint 29 magnétons. Il a été impossible d'augmenter encore la teneur en sel pour voir ce qui se passe au delà.

Ensuite, Cabrera et Moles ont entrepris l'azotate fer-

[1] Cabrera et Moles. *Anales de la Sociedad española de Fisica y Quimica*, 1912, t. x, p. 316 et 394.

Digitized by Google

rique. Il manifeste des propriétés semblables à celles du chlorure. Aux grandes dilutions, il a 27 magnétons et présente, par l'addition d'acide azotique, un coude brusque dans le voisinage de 29. L'expérience n'a pas été poussée assez loin du côté des fortes concentrations pour montrer si, là aussi, l'aimantation tend vers une valeur limite.

Le ferripyrophosphate de sodium, sel complexe, a un magnétisme moindre. Aux grandes dilutions, il part de la valeur 25 et augmente avec la concentration. Ici encore, seule une valeur limite des faibles concentrations a été mise en évidence.

Le sulfate ferrique, dont l'étude a été entreprise ensuite, s'est révélé particulièrement riche en phénomènes intéressants; ils sont représentés dans la figure 5.

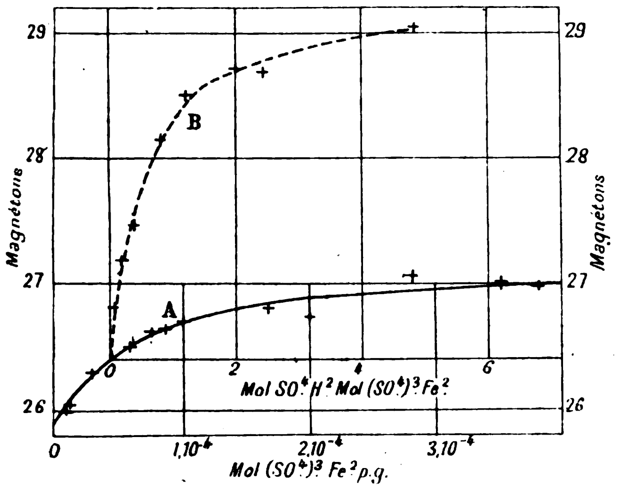


Fig. 5. — Courbe des moments atomiques du sulfate ferrique en fonction de la concentration A et influence de l'addition d'acide sulfurique B.

La courbe A donne, comme précédemment en magnétons, les moments atomiques de cette substance en fonction de la concentration. Il est remarquable qu'aux grandes dilutions on obtienne une limite caractérisée par 26 magnétons au lieu des 27 du chlorure et du nitrate, et qu'au contraire le sulfate tende vers 27 magnétons en solution très concentrée. La courbe B représente les états que prend la solution O' de la courbe A quand on y ajoute de l'acide sulfurique. Il se produit ici, sous un aspect nouveau, un phénomène qui rappelle l'effet de l'addition d'acide au chlorure et au nitrate. Le magnétisme augmente et, pour une quantité notable d'acide, atteint 29 magnétons.

En résumé, les expériences que nous venons de décrire ont donné, avec une bonne précision, comme cas limites aux grandes ou aux faibles concentrations, soit du corps lui-même, soit de l'acide ajouté, les points 25, 26, 27, 29 de l'échelle des magnétons.

Sels ferreux. — Mlle Frankamp [1] a fait une étude très précise du sulfate ferreux et du sulfate ferreux ammoniacal (sel de Mohr). Les mesures embrassent un intervalle étendu de concentrations et ont donné avec une remarquable constance 26,5 magnétons. Le tableau suivant contient la moitié (numéros impairs) de ces déterminations.

Sulfate ferreux.		*Sulfate ferreux ammoniacal.*	
Sel anhydre pour 100.	Nombre de magnétons.	Sel anhydre pour 100.	Nombre de magnétons.
0,368	26,54	0,250	26,49
0,492	26,48	0,264	26,45
0,885	26,45	0,726	26,47
1,229	26,46	1,519	26,54
3,809	26,47	2,007	26,48
10,803	26,56	2,980	26,46
15,799	26,55	3,033	26,45
20,695	26,54	4,469	26,44
		6,016	26,49
		9,978	26,44
		12,565	26,57
		17,447	26,59

La moyenne de toutes les mesures est pour le sulfate ferreux 26,51 et pour le sulfate ferreux ammoniacal 26,49. Si l'on ne prend dans chaque série que les six concentrations les plus fortes dont la précision est plus grande tant pour la partie magnétique que pour l'analyse, on trouve comme moyenne générale 26,54 magnétons. Je reviendrai plus loin, à propos des sels de cobalt, sur l'interprétation à donner au demi-magnéton.

Toutes les précautions ont été prises pour empêcher l'oxydation qui altère très rapidement les solutions étendues. En particulier, la mesure d'ascension a été faite sous une atmosphère d'hydrogène qui, accessoirement, a l'avantage de supprimer la correction du magnétisme de l'air. En réalité, les choses ne se sont pas présentées dès l'abord avec ce caractère de simplicité. Les solutions étendues ont donné d'abord des résultats capricieux ; tantôt le nombre de magnétons atteignait et dépassait 27, tantôt il tombait dans le voisinage de 26. Lorsque, grâce à un grand nombre d'observations, il eut été établi qu'une addition d'acide n'altère pas le coefficient d'aimantation, on prit le parti de faire toutes les mesures sur les solutions étendues après les avoir acidulées. Cette addition d'acide a le double effet de supprimer l'hydrolyse et de rendre l'oxydation plus difficile. Mlle Frankamp incline à penser que c'est l'hydrolyse qui est responsable des valeurs aberrantes données par les solutions non acidulées aux très faibles concentrations. La question des solutions neutres très étendues reste donc ouverte.

Sels de nickel. — On possède sur les sels de nickel deux séries de mesures de haute précision, celle de Cabrera, Moles et Guzmann [1] et celle de Mlle Bruins [2]. Les physiciens espagnols ont étudié les trois sels normaux : $Ni\,Cl^2$, $Ni\,SO^4$ et $Ni\,(NO^3)^2$ en faisant varier la concentration dans les limites étendues. Ils ont trouvé

[1] P. Weiss et C.-A. Frankamp. *Acad. Amsterdam*, 26 juin 1915.

[1] Cabrera, Moles et Guzmann. *Archives de Genève*, 1914, t. XXXVII, p. 330.

[2] P. Weiss et E.-D. Bruins. *Acad. Amsterdam*, 26 juin 1915.

Digitized by Google

le moment atomique indépendant de la concentration et en moyenne pour

$NiCl^2$	16,03	magnétons
$NiSO^4$	16,07	Id
$Ni(NO^3)^2$	16,02	Id.

donc, avec une bonne approximation, l'entier 16.

Le travail de Mlle Bruins sur les mêmes trois sels a donné des résultats identiques. Je reproduis à titre d'exemple la série des mesures sur le chlorure

$NiCl^2$ pour 100.	Magnétons.	$NiCl^2$ pour 100.	Magnétons.
0,623	16,04	5,890	16,05
1,244	16,02	9,516	16,07
3,156	16,05	16,121	16,06
3,641	16,03	22,690	16,05

La moyenne des mesures sur le chlorure a donné 16,05, sur le sulfate 16,06 et sur le nitrate 16,06 en bon accord avec les résultats de Cabrera, Moles et Guzmann.

Mlle Bruins a fait ensuite une étude analogue des sels ammoniacaux obtenus en précipitant les sels normaux par l'ammoniaque et en redissolvant le précipité par un excès de réactif. Elle a trouvé pour le

	Magnétons.
Chlorure ammoniacal.............	15,59
Sulfate ammoniacal...............	15,59
Nitrate ammoniacal...............	15,57

La moyenne de la différence entre les sels normaux et les sels ammoniacaux est de 0,486 magnéton, c'est-à-dire au degré de précision des expériences, 0,5 magné-

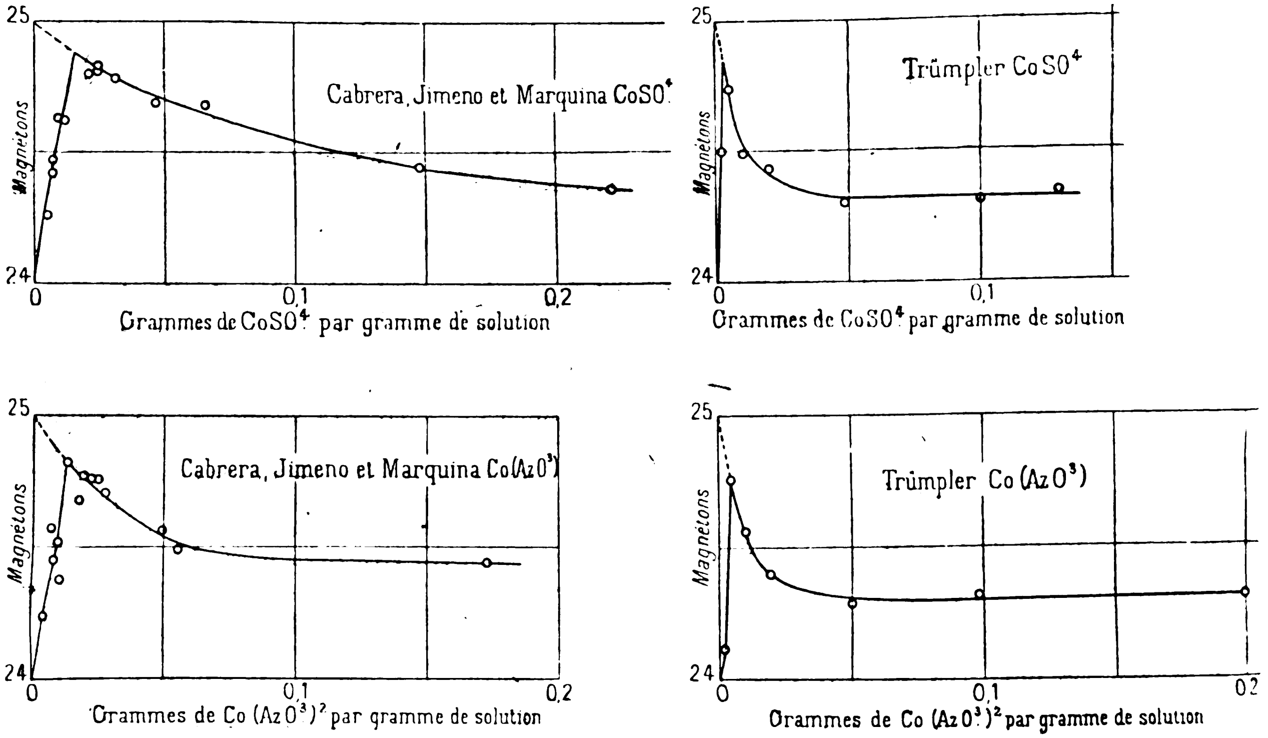


Fig. 6, 7, 8 et 9. — **Moments atomiques du cobalt dans le sulfate et le nitrate en fonction de la concentration.**

ton. Nous rencontrons donc encore une fois le demi-magnéton déjà trouvé pour le sulfate ferreux.

Mlle Bruins a complété son étude en constatant avec précision que l'addition d'acide sulfurique à la solution de sulfate et de sulfate d'ammoniaque à la solution de sulfate ammoniacal est sans influence sur le moment atomique. Elle a trouvé

$NiSO^4$ pour 100.	H^2SO^4 pour 100.	Magnétons.
3,619		16,01
3,241	9,493	16,02

$NiSO^4$ pour 100.	NH^3 pour 100.	$(NH^4)^2SO^4$ pour 100.	Magnétons.
3,659	8,308		15,46
3,187	7,238	12,884	15,48

Elle a vérifié aussi, avec une bonne précision, que la loi de Curie s'applique aux solutions de chlorure et de chlorure ammoniacal.

Sels de cobalt. — Les sels de cobalt ont été récemment l'objet de deux études de haute précision qui se complètent mutuellement. L'une d'elles, de Cabrera, Jimeno et Marquina [1] a paru au moment où les expériences de Trümpler [2] étaient terminées mais non publiées et lui a permis de coordonner des résultats restés énigmatiques. Les mesures des physiciens espagnols ont porté sur le chlorure, le sulfate et le nitrate.

[1] CABRERA, JIMENO et MARQUINA. *Anales de la Sociedad española de Fisica y Quimica*, 1916, t. XIV, p. 357.
[2] TRUMPLER. *Thèse*, Zurich, 1917.

Digitized by Google

Ils ont confirmé la variation de l'aimantation avec la concentration déjà aperçue par Vaillant et par Philipp. L'allure générale est la même pour les trois sels ; les figures 6 à 9 représentent la marche du moment atomique en fonction de la concentration pour le sulfate et le nitrate. La courbe se compose de deux branches raccordées par un angle aigu. Mais tandis que, pour les sels ferriques, le coude se produit (fig. 3 et 4) par l'addition d'une matière susceptible de faire rétrograder l'hydrolyse, pour le cobalt, il résulte de la seule variation de la concentration. En prolongeant l'une et l'autre branche de courbe jusqu'à l'axe des ordonnées, on obtient sans ambiguïté, avec le genre de précision inhérent à ce genre de détermination, les nombres entiers 24 et 25. Cabrera, Jimeno et Marquina donnent de ces courbes l'interprétation suivante ; il existe dans la solution deux ions différents, l'ion libre Co dans les solutions étendues et un ion complexe dans les solutions concentrées. A l'ion libre correspondent 25 magnétons, à l'ion complexe 24. Il y aurait donc deux régimes différents formés d'une succession d'états d'équilibre dont chacun pris isolément serait analogue à l'effet de la dilution sur les sels ferriques. Ces deux régimes se raccorderaient au point anguleux correspondant à la transformations des ions libres en ions complexes.

Trümpler a fait deux fois l'étude complète des mêmes trois sels par deux méthodes de mesure différentes, d'abord par la balance de Curie et Cheneveau, puis par la méthode d'ascension.

La balance avait été étudiée à nouveau dans tous ses détails et construite avec soin, de manière à en faire un appareil de précision. Les résultats trouvés par cette méthode sont analogues à ceux des physiciens espagnols. Le nombre moindre des points observés n'avait pas permis de découvrir l'interprétation donnée par eux, mais l'examen des figures 8 et 9 montre qu'elle s'adapte bien à ces nouvelles mesures. La physionomie générale est la même pour les trois sels ; la seule différence de quelque importance est que, par rapport à celles de Cabrera, Jimeno et Marquina, les courbes de Trümpler sont déplacées vers l'axe des ordonnées. Il a reconnu que ce déplacement, inégal pour les trois sels, était d'autant plus marqué que les températures auxquelles les mesures ont été faites étaient plus différentes. Dans celles des physiciens espagnols, la température a été plus élevée de 10° pour le sulfate, de 6°5 pour le nitrate et de 3°5 pour le chlorure.

C'est parce que les résultats obtenus avec la balance étaient restés énigmatiques pour lui que Trümpler a repris toutes les mesures par la méthode d'ascension, plus précise et permettant d'atteindre de plus grandes dilutions. Chose curieuse, le résultat a été totalement différent des expériences précédentes et donne pour les trois sels un moment indépendant de la concentration et voisin de 24,5 magnétons. Pour le chlorure, deux séries complètes ont été faites en 1916, l'une sur des solutions anciennes préparées en 1914, l'autre sur des solutions fraîches. Le résultat a été identique. Je donne à titre d'exemple la seconde de ces séries :

Molécule-gramme pour 1 000 g de solution.	Magnétons.
0,526	24,55
0,774	24,55
0,4536	24,54
0,1004	24,54
0,0670	24,55
0,0474	24,55
0,02591	24,55
0,01363	24,56
0,01170	24,57
0,00707	24,59
0,00515	24,54
0,00418	24,40

L'aimentation est remarquablement constante ; c'est tout au plus si aux dilutions extrêmes se manifeste un petit flottement, nettement en deçà des erreurs possibles.

Il n'est pas possible d'incriminer les méthodes, puisque l'accord entre les mesures de Madrid et celles de Zurich se fait pour celles qui ont été obtenues par deux méthodes différentes. On ne peut davantage attribuer les différences aux champs employés, puisque les mesures de Cabrera, Jimeno et Marquina, faites dans un champ de 20 000 gauss, sont d'accord avec celles de Trümpler faites dans le champ de la balance qui est d'un millier de gauss environ et en contradiction avec celles de ce physicien faites dans un champ de 23 000 gauss. D'autre part, tous les opérateurs se sont entourés de toutes les garanties désirables pour la partie chimique du travail. Force est donc d'admettre deux états différents des sels de cobalt en solution. Le seul indice que l'on possède sur l'origine possible de cette différence est que les solutions employées par Trümpler dans la balance et qui ont donné des aimantations variables ont été préparées à chaud, tandis que celles qui ont fourni des résultats constants dans la méthode d'ascension ont été préparées à froid.

On rencontre donc dans les sels de cobalt le demi-magnéton déjà trouvé dans le sulfate ferreux et les sels de nickel ammoniacaux. On pourrait être tenté de résoudre la difficulté en divisant par 2 le moment élémentaire. Mais il faudrait alors expliquer la forte prédominance des nombres pairs et, d'autre part, cette interprétation est rendue invraisemblable par le fait que ni dans les métaux aux basses et aux hautes températures, ni dans les gaz paramagnétiques, ni dans les sels paramagnétiques solides, on n'a rencontré jusqu'à présent de demi-magnétons. L'existence des deux variétés magnétiques de sels de cobalt suggère plutôt une autre explication. Les deux porteurs à 24 et 25 magnétons révélés par les sels d'aimantation variable seraient, dans les sels d'aimantation constante, associés en quantités égales et simuleraient un moment atomique de 24,5. Il resterait, pour justifier complètement cette hypothèse, à trouver le mécanisme de cette association.

Dans les sels à aimantation variable, il est intéressant de tenter, comme dans les sels ferriques, de déplacer l'équilibre par une addition d'acide. L'expérience a été

Digitized by Google

faite par Cabrera, Jimeno et Marquina en prenant comme point de départ une solution de chlorure de cobalt à 0,69 pour 100, c'est-à-dire de 0,0531 molécule-gramme par kilogramme de solution. Cette solution répond à un des points de la branche ascendante de la courbe et donne un moment atomique d'environ 24,3 magnétons. L'addition d'acide (fig. 10) produit deux effets distincts.

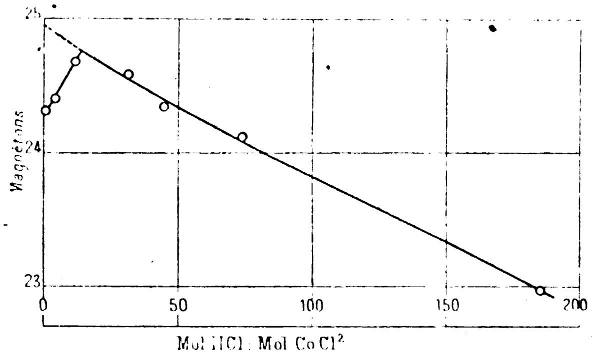


Fig. 10. — Action de l'acide chlorhydrique sur le moment atomique du chlorure de cobalt.

Les premières portions, jusqu'à 11 ou 12 molécules d'acide par molécule de chlorure augmentent le moment atomique comme si l'acide faisait disparaître la cause de décroissance de l'aimantation dans les solutions étendues. Puis une plus grande quantité d'acide produit une nouvelle décroissance. Si l'on prolonge la branche de courbe correspondant à cet effet jusqu'à l'axe des ordonnées, on trouve avec une bonne précision 25 magnétons. Du côté des grandes concentrations, la courbe atteint 23 magnétons, et sa forme presque rectiligne fait penser qu'elle doit descendre bien au-dessous. Il se produirait donc avec la concentration croissante de l'acide une combinaison dont le caractère complexe et l'atténuation des propriétés magnétiques seraient très marqués.

Sels de cuivre. — Le cas du cuivre est particulièrement intéressant parce que les déterminations anciennes du coefficient d'aimantation des sels cuivriques, celles de Liebknecht et Wills [1], par exemple, donnent un nombre franchement fractionnaire, compris entre 9,5 et 9,6, et paraissent être en opposition formelle avec la théorie du magnéton. Cette circonstance a contribué à susciter trois travaux de haute précision, ceux de Cabrera et Moles, de Mlle Jacobsohn et de P. E. Cherbuliez [2]. Bien que la publication du travail de Cabrera et Moles soit antérieure, je commencerai par résumer les résultats de Mlle Jacobsohn qui ont paru confirmer la contradiction avec la loi des nombres entiers. Ses expériences ont porté sur un assez grand nombre de sels et sur un grand intervalle de concentrations. Les solutions les plus étendues contenaient en général environ 0,6 pour 100 de sel anhydre et la limite supérieure variait suivant la solubilité (32 pour 100 de nitrate, 50 pour 100 de chlorure). Sa conclusion est que le moment atomique ne varie pas avec la concentration et possède les valeurs suivantes :

$Cu(NO^3)^2$	9,560	magnétons
$Cu(ClO^4)^2$	9,564	Id.
$CuCl^2$	9,552	Id.
$CuBr^2$	9,560	Id.
$CuSO^4$	9,569	Id.

donc, pratiquement, la même chose. Une addition notable d'acide sulfurique au sulfate ne change pas son aimantation. Pour l'acétate et le formiate, les nombres sont à peine inférieurs. Par contre, la solution alcoolique de chlorure cuivrique révèle une baisse appréciable

$CuCl^2$ dans l'alcool éthylique	9,505

et plus encore les sels ammoniacaux :

Le sulfate ammoniacal	9,127
Le nitrate ammoniacal	9,126
L'acétate ammoniacal	9,126
Le chlorure ammoniacal	9,124

donc, encore, une valeur constante, indépendante de la nature de l'anion et de la concentration, mais nettement différente de celle des sels normaux.

Les expériences de Cabrera et Moles ont porté sur le chlorure, le nitrate et le sulfate, mais dans un intervalle moins étendu du côté des grandes dilutions. Ainsi les mesures sur le nitrate sont comprises entre 50,9 et 4,84 pour 100 de sel anhydre. Ces observateurs ont noté pour chacun de ces sels un léger accroissement du moment atomique avec la dilution et ont cru pouvoir en conclure que l'ion Cu^{++} possède probablement 10 magnétons. Ils ont même fait une tentative d'extrapolation en combinant les valeurs observées pour les moments atomiques avec les degrés d'ionisation connus par ailleurs, et ont trouvé pour le sulfate 9,90 ou 9,93 magnétons suivant les données adoptées pour l'ionisation. Cette extrapolation était très incertaine à cause de la petitesse de la variation magnétique sur laquelle elle repose. Aussi se proposaient-ils de reprendre la question avec une méthode permettant d'atteindre de plus grandes dilutions. Tel est, précisément, l'objet du travail de Cherbuliez qui a fait une étude du nitrate par une méthode nouvelle due à A. Piccard.

PRINCIPE DE LA MÉTHODE MICROMANOMÉTRIQUE DE PICCARD. — Lorsqu'on étudie les solutions étendues par la méthode d'ascension, on atteint bientôt une dilution où le diamagnétisme de l'eau l'emporte sur le paramagnétisme du sel dissous, puis la dépression de la solution diamagnétique finit par devenir très voisine de celle de l'eau pure. Dans la méthode ordinaire de dénivellation, l'aimantation du corps dissous se mesure donc par la différence de deux quantités à peu près égales. Cependant, telle est la précision actuelle, que la méthode

(1) LIEBKNECHT et WILLS. *Ann. der Phys.*, 1900, t. 1, p. 178.

(2) CABRERA et MOLES. *Arch. de Genève*, 1915, t. XL, p. 284. — Mlle JACOBSOHN. *Thèse*, Zurich, 1916. — P.-E. CHERBULIEZ. *Thèse*, Zurich, 1917.

Digitized by Google

reste utilisable tant que la différence est supérieure à 1/20 environ de la dénivellation de l'eau pure.

Le dispositif suivant permet d'aller beaucoup plus loin. Imaginons (fig. 11) un tube en O renfermant en ABC la solution à étudier et en ADC de l'eau pure. Si l'on excite en A le champ magnétique, la solution tendra à remplacer l'eau plus diamagnétique et le niveau en A s'élèvera jusqu'à ce que la pression hydrostatique provenant de la différence de densité contrebalance celle que produit le champ magnétique. On voit immédiatement que les pressions qui se font équilibre sont en première approximation toutes deux proportionnelles à la concentration. La dénivellation restera donc sensiblement constante jusqu'aux dilutions extrêmes.

Comme pour la méthode d'ascension ordinaire, on peut, au lieu de mesurer l'ascension dans le champ, la compenser par un déplacement vertical de la surface de séparation extérieure C. Quand la compensation est

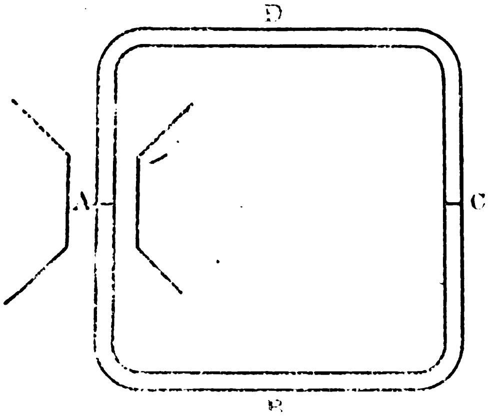


Fig. 11. — Tube en O pour la mesure de l'aimantation des solutions extrêmement diluées.

réalisée, le liquide n'a aucune tendance à se mouvoir dans le circuit fermé. Piccard se sert pour le constater d'un critérium d'une extrême sensibilité : l'immobilité ou le mouvement dans un sens ou dans l'autre de particules solides en suspension que l'on pointe avec un microscope de fort grossissement.

Cette méthode exige, pour être mise en œuvre, une connaissance extrêmement précise de la petite différence de densité de la solution et de l'eau pure. Elle a été déterminée par une opération indépendante dans laquelle le même dispositif micromanométrique sert de critérium pour l'équilibre de deux colonnes de liquide de hauteurs très peu différentes.

Sans entrer plus avant dans les détails d'exécution, je dirai seulement que, tandis que la méthode d'ascension ordinaire n'avait permis d'étudier les solutions de nitrate de cuivre que jusqu'à 4,84 pour 100 de sel anhydre (Cabrera et Moles) ou à la rigueur jusqu'à 0,66 pour 100 (Jacobsohn), la limite des expériences de Cherbuliez est de 0,0068 pour 100.

Les observations de Mlle Jacobsohn, de Cabrera et Moles et de Cherbuliez sur le nitrate de cuivre ont été réunies dans la figure 12. La courbe représente les observations de Cherbuliez. On voit qu'aux fortes concentrations les trois séries s'accordent pour confirmer la marche ascendante avec la dilution annoncée par Cabrera et Moles.

Le maximum très plat qui suit explique la constance trouvée par Mlle Jacobsohn. Mais il se présente ensuite une décroissance qu'indique aussi la solution la plus étendue de Mlle Jacobsohn, un minimum et une nouvelle croissance. Les phénomènes dont les solutions étendues des sels de cuivre sont le siège sont donc très compliqués. On le savait par ailleurs : la facilité avec laquelle le cuivre forme des complexes en solution est connue. Le moment atomique observé à la plus forte dilution est de 9,752 magnétons, donc bien supérieur à ceux qui avaient été observés jusqu'alors.

Mais l'état limite n'est pas encore atteint et la marche de la courbe rend plausible, sans l'imposer absolument, l'entier 10. C'est aussi la valeur que l'on déduit des

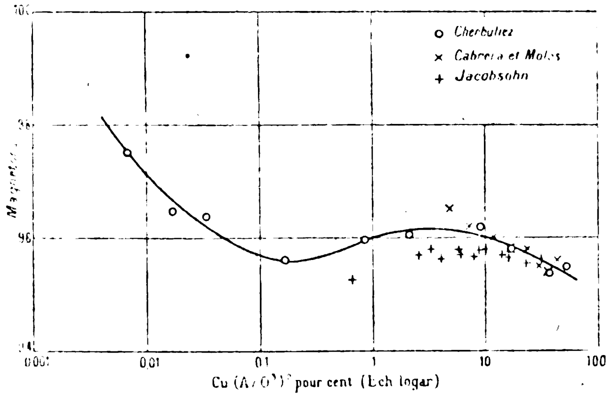


Fig. 12. — Moment atomique du cuivre dans le nitrate en fonction de la concentration.

expériences de Honda et Ishiwara pour le sulfate de cuivre anhydre à l'état solide. De toutes façons, la contradiction entre le moment atomique fractionnaire, apparemment indépendant de la concentration, et la théorie du magnéton est levée.

Sels de manganèse. — Cabrera, Moles et Marquina [1] ont fait une étude précise des sels manganeux dans la région des concentrations relativement fortes. Leurs mesures ne descendent pas au-dessous de 0,58 pour 100 de sel dans les solutions. Ils ont trouvé pour le chlorure, le sulfate et le nitrate le même moment atomique fractionnaire voisin de 29,35. Je cite leur conclusion : « Nous ne croyons pas que ce résultat puisse être invoqué contre l'existence du magnéton, mais plutôt comme un exemple de la complication du problème, imposée par la complication même de l'édifice atomique. » Cela est possible évidemment, mais on peut aussi imaginer que toute la complexité réside dans la solution sans invoquer une complication de structure de l'atome. Le

[1] CABRERA, MOLES et MARQUINA, *Anales de la Soc. española de Fisica y Quimica*, 1915, t. XIII, p. 256.

Digitized by Google

fait que Zundel dans des mesures inédites, et indépendamment de lui Piccard, ont trouvé une variation de l'aimantation des solutions de manganèse avec le temps, montre que cette complication intervient effectivement dans les limites des concentrations étudiées. Le cas du manganèse se présente d'une manière analogue à celui du cuivre, avant les recherches de Cabrera et Moles et de Cherbuliez, et l'intérêt de l'étude des très grandes dilutions, projetée par les physiciens espagnols, est évident.

Sels de chrome. — Cabrera et Marquina [1] viennent de publier un important travail sur les sels chromiques. On sait qu'il existe deux espèces de sels de chrome, les sels violets et les sels verts. Ont été étudiés le nitrate violet, le sulfate violet et un sulfate vert dont l'analyse a révélé, d'après les physiciens espagnols, qu'il s'agit d'un mélange qui, certainement, renferme abondamment le cation complexe

$$\left[Cr^4 \begin{matrix}(OH^2)\\(SO^4)^4\end{matrix}\right]$$

résultat en accord avec le mode de préparation puisque l'ion en question se forme en chauffant les solutions.

Pour chacun de ces sels ont été mesurées deux ou trois solutions concentrées par la méthode d'attraction et, par la méthode d'ascension, une série de solutions de concentrations décroissantes.

Pour le nitrate violet, on a trouvé deux solutions concentrées pour la méthode d'attraction :

Sel anhydre pour 100.	Moment atomique.
36,92	18,94
24,22	19,13
Moyenne...........	19,04

Série de concentration décroissante :

Sel anhydre pour 100.	Moment atomique.
19,86	18,95
17,03	18,86
12,38	18,88
8,472	19,09
5,040	19,05
4,223	19,02
2,906	19,07
2,110	19,07
1,260	18,81
Moyenne...........	18,97

Le nombre de magnétons ne varie pas sensiblement avec la concentration et est, avec une bonne approximation, l'entier 19.

On a trouvé pour le sulfate violet deux solutions concencentrées :

Sel anhydre pour 100.	Moment atomique.
24,35	18,82
16,95	18,89

Série de concentration décroissante :

Sel anhydre pour 100.	Moment atomique.
9,95	18,88
4,994	18,89
2,574	19,07
2,514	18,98
2,205	18,85
1,254	19,07
Moyenne...........	18,96

La moyenne des solutions étendues est encore très voisine de l'entier 19, mais les solutions concentrées en sont un peu plus éloignées.

Le sulfate vert complexe a donné trois solutions concentrées :

Sel anhydre pour 100.	Moment atomique.
45,91	18,26
35,08	18,26
23,01	18,25
Moyenne...........	18,26

Série de concentrations décroissantes :

Sel anhydre pour 100.	Moment atomique.
15,64	18,32
12,81	18,26
7,994	18,30
7,829	18,29
4,005	18,25
2,572	18,49
2,348	18,38
2,232	18,38
2,208	18,34
2,174	18,38
2,123	18,24
Moyenne...........	18,33

Ici encore l'aimantation est indépendante de la concentration, mais le moment atomique n'est plus un nombre entier de magnétons.

La valeur plus basse, trouvée pour le sulfate vert, explique la valeur un peu faible trouvée pour les deux solutions concentrées de sulfate violet. En effet, dans les solutions concentrées, ce sel tend à se transformer en sel vert, plus stable.

Il semble qu'il y ait dans le sulfate vert plusieurs porteurs de moments magnétiques différents dont l'importance relative est indépendante de la concentration. Leur présence n'est pas surprenante, étant donnée la composition complexe du sel employé. Mais cette hypothèse serait fortement appuyée si le déplacement de l'équilibre, que la variation de concentration ne produit pas, pouvait être obtenu par quelque autre procédé. Cabrera et Marquina y sont arrivés en ajoutant à la solution de sulfate vert des quantités croissantes d'acide sulfurique.

La figure 13 représente le moment atomique d'une série de solutions contenant toutes le sulfate à une concentration voisine de 2,1 pour 100 et des quantités d'acide sulfurique croissant de 0 à 17,45 molécules d'acide par molécule de sulfate. Les points qui y ont été portés

[1] *Anales de la Soc. española de Fisica y Quimica*, 1917, t. XV, p. 199.

Digitized by Google

sont, pour la plupart, la moyenne de deux mesures bien concordantes, faites sur la même solution. Le point de départ a correspond à la valeur voisine de 18,3 trouvée ci-dessus pour le sulfate vert. L'effet de l'acide est double. Il ramène d'abord la substance à l'un des points b d'une succession d'états d'équilibre et ensuite déplace cet équilibre en fonction de sa concentration. Le point à 18,05 magnétons, sur l'axe des ordonnées, est incontestablement bien déterminé et caractérise l'un des porteurs du magnétisme entre lesquels l'équilibre a lieu. La forme de la courbe ne permet pas d'affirmer

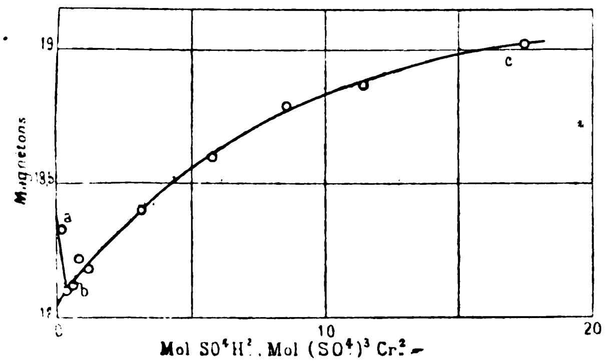


Fig. 13. — Action de l'acide sulfurique sur le sulfate chromique vert.

avec certitude que les 19 magnétons atteints du côté des grandes concentrations représentent l'autre terme de cet équilibre, mais cela n'a rien d'invraisemblable.

Cet exemple du sulfate chromique vert est particulièrement intéressant, parce que c'est la première fois qu'un mélange de rapport constant entre deux porteurs du magnétisme dans une solution, insensible à la dilution et simulant un moment atomique fractionnaire, est dissocié par l'addition d'un réactif approprié avec mise en évidence de l'un au moins des porteurs.

Conclusions. — L'impression dominante qui se dégage de l'exposé précédent est que l'histoire magnétique de l'atome est une image de son histoire chimique. L'idée de Wiedemann, que les propriétés magnétiques se développent ou s'atténuent avec les variations du type chimique, se vérifie, non seulement d'une combinaison à l'autre, mais aussi pour les différents porteurs du magnétisme présents en même temps dans une solution, à savoir les ions normaux, les molécules neutres, les molécules et les ions complexes et les produits de l'hydrolyse. Mais cette image est incomplète, car si différents moments atomiques résultent sans doute toujours de différences entre les types chimiques, la réciproque n'est pas vraie. Des porteurs du magnétisme de fonctions chimiques différentes peuvent avoir le même moment. Tel est, par exemple, le cas des sels de nickel où, malgré la dissociation électrolytique, le moment atomique reste invariable. Il est, d'ailleurs, assez naturel que ce cas se présente quelquefois si le nombre des moments atomiques possibles est fini. La grande précision avec laquelle la constance du moment a été observée dans des solutions où l'importance relative des porteurs appartenant à des types chimiques différents varie, pourrait même être invoquée comme un argument en faveur de la discontinuité des moments atomiques.

Pour ce qui concerne la loi des nombres entiers, nous avons vu, par l'examen des courbes des moments en fonction de la concentration ou de la quantité ajoutée de certains réactifs, que les résultats simples se présentent en général aux concentrations limites. Les nombres trouvés proviennent donc d'une extrapolation, mais l'incertitude qui en résulte est compensée, et au delà, par la cohérence de l'image d'ensemble.

L'étude des sels ferriques a donné ainsi avec une bonne précision les entiers 25, 26, 27, 29.

Les sels normaux du nickel donnent très exactement 16.

Les sels de cobalt existent à deux états magnétiques différents. Dans l'un se rencontrent deux régimes d'états d'équilibre qui donnent, à la limite inférieure des concentrations, l'un 24, l'autre 25 magnétons, le point à 25 magnétons a été retrouvé comme limite inférieure du moment du chlorure sous l'influence de quantités variables d'acide chlorhydrique.

Dans le second état, les sels de cobalt ont donné exactement 24,5 magnétons, indépendamment de la concentration. Ce résultat a été interprété comme provenant de l'association, deux par deux, d'atomes à 24 et 25 magnétons. Cette hypothèse est suggérée par l'existence, dans le premier état, d'atomes de cobalt avec ces mêmes nombres de magnétons. Le demi-magnéton a été rencontré aussi dans les sels de nickel ammoniacaux et le sulfate ferreux normal et ammoniacal. Il est probable que les trois cas s'expliqueront de la même manière. Pour justifier complètement l'hypothèse, il faudrait trouver le mécanisme de l'association.

Les sels de cuivre et de manganèse ont paru donner d'abord des moments atomiques fractionnaires, indépendants de la concentration. Une étude du nitrate de cuivre, poussée jusqu'aux extrêmes dilutions, a levé la contradiction en rendant probable 10 magnétons comme valeur limite. Pour le manganèse une étude analogue reste à faire.

Les sels chromiques violets ont donné 19 magnétons indépendamment de la concentration. Le sulfate chromique vert dont le moment atomique fractionnaire persistait indépendamment de la concentration s'est résolu, par l'addition de quantités croissantes d'acide, en deux porteurs du magnétisme dont l'un a ajouté avec une bonne précision l'entier 19 aux nombres déjà connus.

Il est impossible de ne pas remarquer que les déterminations les plus précises, reposant sur de longues séries bien concordantes et pour lesquelles l'analyse chimique se fait dans de bonnes conditions, donnent de petits excédents par rapport aux nombres entiers

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIF.

Digitized by Google

ou aux demi-magnétons. On a ainsi en moyenne :

		Excédent.
Cabrera, Moles et Guzmann, sels de nickel.	16,03	0,25 %
Mlle Bruins, sels de nickel	16,057	0,35 %
Mlle Frankamp, sulfate ferreux et sulfate ferreux ammoniacal, les 12 solutions les plus concentrées	26,54	0,15 %
Trümpler, sels de cobalt	24,53	0,12 %
Moyenne		0,22 %

Or le nombre admis pour le magnéton, 1 123,5, provient des déterminations en valeur absolue de la saturation aux très basses températures et les mesures sur les solutions salines reposent sur le coefficient d'aimantation de l'eau de Piccard. Il semble donc que, si la valeur absolue de ce dernier est exacte, la valeur du magnéton soit un peu trop petite et doive être plus voisine de 1 126. Mais il serait prématuré de corriger la valeur admise jusqu'à présent, il paraît préférable de la conserver pour plus d'uniformité dans la comparaison des résultats.

Pierre WEISS,
Professeur à l'École polytechnique de Zurich.

Revues, analyses et informations

Influences électrométalliques exercées à travers des feuilles isolantes de très petite épaisseur (1).

Nous avons déja signalé, dans la « R. G. E. » du 24 novembre 1917, l'étude de M. Edouard Branly sur la conductibilité du mica ; nous publions ci-dessous une analyse d'une communication du même savant, faite le 22 octobre 1917 à l'Académie des Sciences.

Jusqu'ici on s'est surtout préoccupé, en radiotélégraphie, de rechercher des associations conductrices capables d'assurer une bonne réception des signaux. Les couples adoptés sont très variés et nécessitent des pressions de contact fort différentes ; d'autre part, la nature des conducteurs fait varier l'étendue des limites des différences de potentiel appliquées.

Il y a lieu également de s'intéresser à l'amplitude des changements de résistance dus au rayonnement électrique et à la rapidité des retours après l'effet produit.

L'étude de la conductibilité des couches minces isolantes intercalées entre deux disques métalliques, en facilitant l'expérimentation, est susceptible d'apporter des indications nouvelles utiles pour permettre de classer les appareils en groupes d'appareils similaires. On a pu ainsi reproduire, avec des feuilles de mica qu'on peut mesurer et modifier facilement, des particularités signalées pour tel ou tel groupe où l'isolant reste inaccessible.

On a reproduit, par exemple, à l'aide d'une feuille de mica interposée entre deux disques métalliques de substances différentes spécialement choisies, la conductibilité unipolaire du couple galène-fil de platine ou galène-fil de cuivre. Ces couples présentent la particularité que, sous une pression de contact convenable, ils laissent passer facilement un courant électrique quand la galène est reliée à l'un des pôles d'une source de force électromotrice égale à 1 v et le fil métallique à l'autre pôle de la source, mais si on change les connexions de la source, le courant peut être très réduit ou même annulé.

EXPÉRIENCE. — L'expérience faite avec une feuille de mica a été la suivante : l'auteur s'est servi d'une lame de mica de 4 à 5 millièmes de millimètre d'épaisseur, dépolie sur ses deux faces et sans trous perceptibles à l'examen optique ; il a placé cette plaque entre deux disques dont les faces en contact avec le mica étaient parfaitement planes, ces deux disques étaient serrés entre le piston et la plate-forme de la pompe à gaz comprimé dont nous avons parlé dans la « R. G. E. » du 24 novembre 1917, t. II, p. 806. Le disque supérieur de 32 mm de diamètre était encastré dans la plate-forme ; le disque inférieur n'avait que 12 mm de diamètre afin de réduire la surface qui doit être entourée par un disque de couleur pour l'examen à la lumière polarisée, cette réduction ayant l'avantage de faciliter une exploration optique minutieuse.

M. Edouard Branly a exécuté trois expériences avec la même feuille de mica et le même disque inférieur en argent pur, il a changé seulement le disque supérieur.

PHÉNOMÈNES OBSERVÉS. — I. *Le disque supérieur est un disque d'argent pur.* — Les deux armatures du condensateur étaient donc toutes deux en argent. L'auteur les a reliées aux deux pôles d'un élément Daniell et a exercé sur elles une pression suffisante pour que la conductibilité du mica s'établisse ; cette pression, qui est fonction directe de l'épaisseur de la feuille isolante, variait dans l'expérience de 8 à 13 cm de mercure. Une première conductibilité, parfois longue à apparaître, grandit lentement, puis par saccades et avec des oscillations étendues. Dès que la déviation du galvanomètre à cadre mobile a dépassé une dizaine de degrés, on suspend l'accroissement de pression, la conductibilité continue à croître, d'ordinaire en oscillant, et au bout d'un temps assez long, devient définitive. Ici, la déviation est sensiblement la même, au signe près, que le disque inférieur soit relié au pôle positif ou au pôle négatif de la pile ; dans les deux cas elle est persistante et ne s'affaiblit pas d'une façon appréciable.

Nous désignerons, pour simplifier les écritures, par Ag + le disque d'argent étroit inférieur relié au pôle positif, le même disque, relié au pôle négatif de l'élément sera représenté par Ag —.

Quand la pression de serrage, exercée par des anneaux ou des cylindres de laiton centrés sur la plate-forme varie au-dessous de la pression qui a déterminé la première conductibilité, la déviation peut prendre à chaque variation une valeur nouvelle, mais, cette valeur étant fixée, elle reste persistante et sensiblement égale dans les deux sens. De plus, si après avoir ouvert le circuit pendant quelques instants sans modifier la force électromotrice et la pression, on le ferme à nouveau en le faisant successivement dans les deux sens, à de courts intervalles, les déviations sont encore égales et de sens contraires.

(1) Edouard BRANLY. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 22 octobre 1917, t. CLXV, p. 524-529, 3 400 mots.

Digitized by Google

II. — *Le disque supérieur est en platine et du même diamètre (32 mm).* — La feuille de mica et le disque inférieur sont toujours les mêmes. On relie à nouveau les deux pôles de la pile aux deux armatures du condensateur en ayant soin de commencer avec Ag +. Comme dans la première expérience, on fait naître la conductibilité en exerçant sur la plate-forme une pression suffisante avec des anneaux et des cylindres de laiton. La conductibilité apparaît plus ou moins lentement, croît progressivement, avec oscillations, puis, parvenue à une certaine valeur, ne varie plus notablement. Si on passe à Ag —, la déviation peut être assez forte au début, mais elle diminue ensuite, quelquefois rapidement, et souvent conserve un petit écart qui disparaît après un temps assez long. Pour une pression qu'on déterminera facilement avec l'habitude, on pourra arriver à faire se succéder, à des intervalles réguliers d'une demi-minute par exemple, une forte déviation brusque qui correspondra à Ag +, puis un écart négligeable ou même nul avec Ag —. Si on laisse le circuit fermé avec Ag —, l'écart devient nul et reste nul. Avec Ag + on a toujours une déviation.

Accidentellement, il peut arriver que, lorsqu'on opère la fermeture sur Ag +, la déviation ne se produise qu'au bout d'un certain temps, mais elle a toujours lieu et est progressive et persistante.

Lorsque le circuit du condensateur est resté longtemps fermé sur l'élément Daniell, dans le sens du passage facile du courant, les déviations deviennent souvent très fortes pour les deux sens du courant et la conductibilité unipolaire ne se manifeste plus que fort lentement et difficilement. On arrive cependant à la faire renaître en diminuant progressivement et suffisamment la pression sur la plate-forme; on obtient ainsi une nouvelle conductibilité très nette semblable à la première. On peut remplacer le disque de platine par un disque de palladium.

On obtient alors plus facilement l'effet unipolaire et il est plus accentué. Ag + donne une déviation forte, croissante et persistante, et avec Ag — on obtient une déviation souvent forte au début qui décroît rapidement et devient nulle.

Si on applique aux armatures du condensateur une force électromotrice faible, la conductibilité amorcée par une force électromotrice beaucoup plus élevée peut encore se maintenir, mais elle perd de plus en plus son caractère unipolaire qui disparait pour un seul élément thermo-électrique bismuth-argent de force électromotrice égale à $\frac{1}{250}$ v, les déviations avec Ag + et avec Ag — devenant égales. On observe le même phénomène, dans les mêmes conditions opératoires, sur le contact galène-fil de platine.

III. *Le disque supérieur est un disque de cobalt.* — Ce disque est de même diamètre que les disques de platine ou de palladium employés précédemment. La lame de mica est la même ainsi que le disque inférieur qui n'a pas changé. Avec le condensateur cobalt-argent ainsi formé, pour des pressions du même ordre de grandeur que les pressions précédentes, on obtient les mêmes déviations au galvanomètre avec Ag + et Ag —. Cependant, il est arrivé parfois qu'avec Ag —, après un long passage du courant, la déviation ne s'est pas maintenue, phénomène qu'on n'a jamais observé avec Ag +.

Il y aurait donc, dans ce cas, une tendance à une conductibilité unipolaire qui aurait le même sens par rapport à l'argent étroit (disque inférieur) que pour le couple platine-argent.

Comme nous l'avons dit plus haut, le disque inférieur a été choisi par l'auteur de diamètre inférieur aux différents disques supérieurs pour faciliter l'observation de la feuille de mica à la lumière polarisée; des expériences faites avec des disques inférieurs et supérieurs de même diamètre avaient donné les mêmes résultats que ceux que nous avons signalés ci-dessus; cependant, on pourrait rechercher si la réduction du diamètre n'influe pas sur la rapidité des retours lors des changements de sens alternatifs du courant.

Dans les expériences précédentes, la feuille de mica était dépolie sur ses deux faces, mais l'auteur, en opérant sur une feuille de mica sans aucune préparation et de même épaisseur, a obtenu sensiblement la même conductibilité unipolaire.

L'auteur a opéré sur d'autres métaux, mais il n'a pas encore observé de faits nouveaux sur eux.

La conductibilité unipolaire a bien été observée, mais on ne connait pas encore le rôle exact de l'isolant dans la production de ce phénomène.

La nature des métaux mis en présence dans un condensateur à feuille de mica joue un rôle nettement accusé. La conductibilité du mica n'est obtenue facilement qu'avec certains couples et, en particulier, avec les couples platine-argent et argent-argent. Pour un grand nombre d'autres couples, la conductibilité ne peut être obtenue qu'en élevant notablement la force électromotrice et la pression. Pour éviter une conductibilité unipolaire inattendue, il sera bon d'essayer le passage du courant successivement dans les deux sens. Avec les lames extrêmement minces qui permettent d'obtenir la conductibilité avec un élément thermo-électrique, le sens du passage du courant peut être indifférent, l'unipolarité tendant à disparaître quand la force électromotrice est suffisamment faible.

L'auteur termine en disant que, si la conductibilité unipolaire ne présente pas par elle-même un grand intérêt théorique, elle permet toutefois de conclure que des surfaces métalliques de natures différentes, placées en regard, exercent une influence spécifique extérieure à travers le milieu intermédiaire, sous l'influence d'une force électromotrice même faible à des distances qui sont suffisamment grandes pour être mesurées directement.

Nouvelle méthode pour la détermination de la densité de flux magnétique et de la perméabilité (1)

La méthode proposée par l'auteur convient à la mesure de la perméabilité et de l'induction magnétiques sur des éprouvettes, pour toute fréquence voulue.

Les éprouvettes sont comparées avec une self-induction connue et continûment variable, ou « variomètre », constituée par des bobines (sans noyau magnétique) mises en série sur une résistance non magnétique. La réalisation du système différentiel repose sur le principe suivant :

Quand les courants dans les deux branches du système sont identiques en valeur et en phase, leurs effets inductifs sur la bobine secondaire du transformateur différentiel se neutraliseront mutuellement et aucune tension ne sera induite dans la bobine. Les deux bobines primaires P_1 et P_2 sont disposées symétriquement par rapport à la bobine secondaire S et ont exactement le même nombre de spires, enroulées dans des sens opposés (fig. 1). N'importe quel détecteur de courant alternatif branché sur les pôles de la bobine secondaire indiquera un courant nul quand les courants P_1 et P_2 sont égaux et en phase.

(1) August Hund. *Electrician*, 24 août 1917, t. LXXIX, p. 817, 925 mots, 1 fig.

Digitized by Google

On obtient ainsi le zéro lorsque le coefficient de self-induction du variomètre est égal au coefficient de self-induction de la bobine d'épreuve, et quand la résistance de la bobine d'épreuve est aussi exactement équilibrée par la résistance du variomètre et la résistance série r. On ne peut cependant pas généralement obtenir la disparition totale du champ différentiel, car la forme de l'onde dans l'une des branches est quelque peu altérée par la présence de la substance ferromagnétique; mais pratiquement, dans la plupart des cas, le minimum du champ différentiel peut être décelé rapidement et avec précision. Pour des mesures très précises, il est avantageux d'insérer un condensateur en série avec le détecteur dans le circuit secondaire du transformateur différentiel et de syntoniser ce circuit avec la fréquence voulue (ceci est surtout recommandé aux fréquences élevées, car la syntonie est alors facile à obtenir). Pour des fréquences allant jusqu'à 2 000 p : sec environ, on peut utiliser un galvanomètre à vibration de Wien comme indicateur de courant.

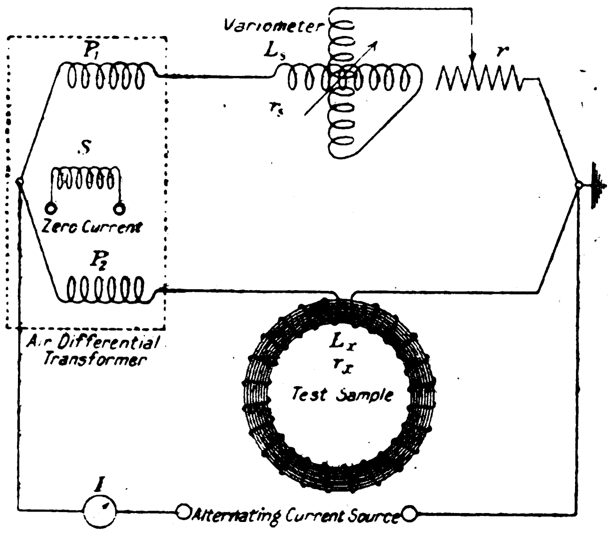


Fig. 1. — Schéma de montage pour la détermination de la perméabilité et de l'indnstrie magnétique.

L'auteur établit alors les relations permettant de déterminer la densité du flux, la perméabilité, etc.

Partant de la relation usuelle pour la force électromotrice induite par un flux B_{max} dans un nombre donné de tours sous une fréquence déterminée, il déduit la relation

$$B_{max} = 0{,}7075 \cdot \frac{L_s(\text{henrys})}{NS(\text{cm}^2)} \cdot I(\text{A}) \cdot 10^8 \text{ lignes de flux par cm}^2,$$

L_s étant le coefficient de self-induction indiqué par le variomètre, N le nombre de tours sur l'éprouvette, S la section transversale du noyau de fer et I le courant indiqué par l'ampèremètre dans la branche principale du dispositif différentiel. La constante de l'équation est établie dans l'hypothèse d'une onde sinusoïdale; si cette condition n'est pas réalisée, il faut introduire une correction relative au facteur forme.

De même, la force magnétisante H est définie par la formule

$$H_{max} = \frac{4\pi}{10} \sqrt{2} \, \frac{NI_m(\text{amp.})}{l(\text{cm})} \text{ gilberts par cm},$$

I_m désignant la composante magnétisante du courant effectif qui traverse la bobine de l'échantillon et l la longueur moyenne en centimètres du trajet magnétique.

L'auteur discute ensuite, à l'aide de diagrammes vectoriels et d'équations mathématiques, les relations entre la tension appliquée, le courant magnétisant et le flux, et établit finalement les équations suivantes relatives à H_{max} et μ.

$$H_{max} = kI(\text{amp.}) \sqrt{\left(\frac{\Delta r_c \text{ ohm}}{z \text{ ohm}}\right)^2} \text{ gilberts par cm},$$

$$\mu = h \frac{L_s(\text{henrys})}{\sqrt{1 - \left(\frac{\Delta r_c \text{ ohm}}{z \text{ ohm}}\right)^2}}.$$

Dans ces équations,

$$k = 0{,}8875 \frac{N}{l(\text{cm})},$$

$$h = 0{,}798 \cdot 10^8 \cdot \frac{l(\text{cm})}{N^2 S(\text{cm}^2)},$$

z est la résistance du variomètre, Δr_c l'accroissement de résistance de l'éprouvette déterminé par la perte dans le fer.

L'auteur montre également comment, avec certaines hypothèses, les relations donnant les pertes relatives au fer (hystérésis et courant de Foucault) dans l'échantillon peuvent être déterminées. Il discute en détail les conditions requises pour réaliser un dispositif différentiel satisfaisant ainsi que les diverses causes de perturbation.

Le dispositif permet facilement de comparer les valeurs B_{max} pour les très grandes longueurs d'onde avec les valeurs correspondantes déterminées aux fréquences plus élevées et fournit ainsi des renseignements sur l'effet Kelvin (« skin effect ») d'un noyau de fer. Comme on l'a indiqué, le dispositif permet d'analyser les diverses pertes dans le fer pour différentes fréquences ; en particulier, on peut l'utiliser pour étudier la dépendance de la force magnétisante et de la perméabilité par rapport à la force électromotrice alternative.

A. B.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Les usines centrales d'électricité et les économies de combustibles

Les usines d'électricité constituent par leur ensemble un important consommateur de combustibles et en cette période de restrictions imposées aux emplois du charbon pour l'usage domestique et certaines industries, l'auteur s'est proposé d'étudier dans quelle proportion la consommation de charbon de ces usines pourrait être réduite avec le matériel constituant la plupart des centrales actuelles et sans nuire à leur sécurité de marche. Après avoir examiné les différentes causes qui affectent le rendement des centrales et remarqué ce fait que la plupart des exploitants ont conservé cette habitude d'avant-guerre de sacrifier l'économie de combustible à la sécurité de marche, M. Lehoux conclut que, sans nuire à celle-ci, la consommation de charbon de beaucoup de centrales peut être réduite d'environ 10 à 15 pour 100 par l'application raisonnée à l'exploitation des principes scientifiques et de la technique qui ont permis aux constructeurs de matériel mécanique et électrique de réaliser les importants perfectionnements qui se traduisent par une augmentation du rendement individuel des diverses machines de transformation de l'énergie calorifique en énergie électrique. L'auteur émet l'espoir que les idées forcément générales exposées dans cet article donneront suite à de nombreux articles de lecteurs intéressés, qui voudront préciser, par des résultats chiffrés d'exploitation, les conditions particulières de la marche de leurs usines, ce qui, indépendamment des avantages qui pourront résulter pour les exploitants de la mise à jour des diverses méthodes et de l'organisation d'exploitations comparables entre elles, fournira les éléments indispensables à l'étude des améliorations du rendement. — E. L.

La crise actuelle des charbons, que nous subissons comme conséquence de la crise des transports, a déterminé les pouvoirs publics à prendre une suite de mesures restrictives dont le but est de réduire la consommation de combustible pour le chauffage et la vie privée des habitants.

On remarque cependant, en comparant l'importance des principaux consommateurs de charbon, que la vie privée des habitants, c'est-à-dire le chauffage, la cuisine et l'éclairage, ne donne lieu qu'à un très faible pourcentage de la consommation totale, et l'on en déduit que pour conjurer la crise actuelle, qui détermine un déficit mensuel d'environ 500 000 t (en février 1917), la réduction de la consommation de combustibles de tous les consommateurs et principalement des plus importants devient de toute urgence.

Mais, d'autre part, il est de plus en plus indispensable de maintenir en activité maximum l'industrie de guerre, et si la consommation de la vie privée des habitants peut être réduite dans d'assez grandes proportions par une plus ou moins grande privation de ces derniers, il n'en est plus de même pour la plupart des industries qui, directement ou indirectement, intéressent la Défense nationale.

Au nombre de ces dernières, l'industrie de la production d'électricité pour la force motrice s'est révélée comme l'un des plus importants consommateurs de charbons, et nous nous proposons d'étudier dans ces lignes s'il est possible de diminuer la consommation de charbon des centrales d'électricité sans nuire à leur production ou à leur sécurité de marche.

Au cours d'une communication que faisait, en 1911, M. Damour à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, l'auteur exposait, à l'aide d'exemples vécus empruntés à toutes les grandes industries, que l'on n'a pas assez en France le souci de l'économie de combustible et qu'il serait possible de s'y affranchir, en partie, de l'écrasant tribut payé à l'étranger, tribut qui, à cette époque, atteignait près de 400 millions de francs par an.

Dans les centrales électriques et en ce temps de paix, la part des frais de combustibles était importante, relativement au prix de revient total du kilowatt-heure produit (près de 75 pour 100 pour les centrales de plus de 30 000 kw); mais le charbon abondait alors de tous côtés et son prix, bien qu'en hausse pendant les dernières années, permettait à la plupart des exploitants de sacrifier l'économie de combustible à la sécurité de marche et aux frais d'amortissement du matériel.

Au cours actuel du charbon il n'en est plus de même, et à côté de l'intérêt qu'ont tous les exploitants d'usines thermiques à réduire au strict minimum leur consommation de combustible, il y a lieu de considérer l'intérêt général qui doit découler, pour le pays, d'une importante réduction de la consommation d'un produit minéral aussi coûteux et aussi rare que le devient le charbon de terre.

Pour produire l'énergie mécanique nécessaire au fonctionnement des générateurs électriques, deux moyens

Digitized by Google

s'offrent actuellement pour l'utilisation de la chaleur dégagée par la combustion des charbons.

A. — Production de gaz pauvre ou autre et utilisation à l'aide de moteurs à gaz.

B. — Production de vapeur d'eau et utilisation à l'aide de turbines ou de machines à vapeur.

A. — Transformation due aux moteurs a gaz. — Au point de vue économique pur, ce procédé est préférable au second, tout au moins pour la marche en pleine charge, et permet d'obtenir dans ces conditions un rendement égal au double environ de celui qu'on obtient avec la turbine ou la machine à vapeur.

Par contre, ce rendement décroît rapidement avec la charge, de telle sorte que le moteur à gaz n'est vraiment économique que dans les centrales ayant un facteur de charge élevé et peu variable ou dans celles où il est possible « d'emmaganiser » le surplus de la production à l'aide de batteries d'accumulateurs par exemple qui, par ailleurs, augmentent la sécurité de marche en cas d'arrêt dans le fonctionnement du moteur. Pour ces raisons, ce genre de moteur n'a trouvé son application que dans de petites installations de faible puissance ou dans des cas spéciaux d'utilisation, tels que ceux des usines métallurgiques qui produisent directement des gaz utilisables (hauts fourneaux, fours à coke, etc.).

B. — Transformation due a la vapeur. — Ce second procédé, quoique de rendement inférieur, offre une sécurité de marche beaucoup plus grande et cette seule considération a suffi, jusqu'ici, pour lui donner la préférence dans l'établissement des centrales thermiques de moyenne et de grande puissance.

Nous ne considérons donc que l'économie réalisable dans les stations centrales à vapeur.

Ces stations qui, modernes, sont établies suivant des principes bien déterminés, varient à l'infini comme importance, utilisation et type de matériel qu'elles renferment. Il n'est donc possible que d'indiquer les règles générales qui pourraient être susceptibles de donner lieu à une réduction appréciable de consommation de combustible, chaque usine pouvant être l'objet de particularités qui ne peuvent découler que des cas spéciaux dans lesquels elles sont exploitées.

Remarquons, en premier lieu, qu'on peut faire deux classifications des usines thermiques. Un premier groupe comprendra les usines thermiques de secours ou régulatrices de réseaux normalement alimentés par des usines hydro-électriques.

Le second groupe comprendra les usines centrales alimentant seules, ou en parallèle avec d'autres usines thermiques, des réseaux ne comprenant aucune usine hydro-électrique.

Les usines du premier groupe, appelées à fonctionner par intermittence et avec un facteur de charge essentiellement variable, donneront lieu à des consommations de combustible incomparablement plus élevées que celles du second groupe et c'est particulièrement dans ces usines que de grandes économies de combustible sont à réaliser, car ce sont celles dans lesquelles le souci d'une grande sécurité de marche et de souplesse fait délaisser plus ou moins complètement celui de l'économie de charbon.

Les usines du second groupe sont équipées habituellement en vue de donner le rendement maximum, allié au maximum de sécurité, et quoique la consommation de combustible y soit considérée davantage que dans les usines régulatrices, on verra par la suite que cette consommation peut être réduite dans des proportions intéressantes.

Si l'on compare la consommation de combustible actuelle d'un certain nombre de centrales du second groupe à celle des centrales équivalentes d'il y a dix ans, on constate un progrès sensible qui se chiffre actuellement par une économie de milliers de tonnes de charbon par jour pour l'ensemble du pays.

Dans les usines construites de 1900 à 1908 et comprenant des machines très perfectionnées, chaudières multitubulaires, machines à surchauffe, triple expansion et grande détente, le kilowatt-heure était produit industriellement, pour des unités de 1 000 à 1 500 kw, avec 15 000 calories, soit à raison de 2 kg de charbon ayant un pouvoir calorifique de 7 500 calories.

Depuis, la mise au point de puissants groupes turbo-générateurs fonctionnant à haute surchauffe et à très grande détente, a permis d'obtenir des consommations encore plus réduites puisqu'un certain nombre d'usines comportant des unités de 5 000 à 10 000 kw arrivent à produire le kilowatt-heure à raison de 10 000 calories, soit avec 1,33 kg de charbon à 7 500 calories.

Enfin, de très puissantes usines, comportant des unités de 10 000 à 20 000 kw, sont arrivées à une consommation industrielle de 8 000 calories par kilowatt-heure, soit avec 1,07 kg de charbon, de pouvoir calorifique susindiqué.

Ces consommations obtenues en marche industrielle, et non en cours d'essais spéciaux, sont-elles de nature à pouvoir être plus réduites encore ?

Sans vouloir être aussi affirmatif que M. Belluzo qui, en 1908, écrivait dans « La Lumière électrique », que les centrales électriques qui consommaient à cette époque 1,1 kg de charbon au minimum, par kilowatt-heure, pouvaient voir tomber cette consommation à 0,375 kg, nous ne croyons pas exagéré de dire, après les considérations suivantes, que les consommations indiquées ci-dessus peuvent être plus réduites qu'elles ne le sont, en marche industrielle, et cela sans faire appel à d'autres engins de production et de transformation de la vapeur, que ceux actuellement installés dans toutes les usines modernes.

Théoriquement, on trouve, en convertissant en unités électriques l'équivalent mécanique de la chaleur, que 1 kw-h équivaut à 863 calories, ce qui revient à dire : que dans une machine parfaite, dans laquelle la transformation de l'énergie calorifique en énergie électrique se fait avec un rendement égal à l'unité, il faudrait

863 calories pour produire 1 kw-h soit $\frac{863}{7\,500} = 0{,}115$ kg de charbon ayant un pouvoir calorifique égal à 7 500 calories par kilogramme.

Pratiquement, les centrales qui obtiennent le kilowatt-heure avec 1,15 kg de charbon de même pouvoir calorifique sont bien rares, ce qui n'accuse cependant qu'un rendement global de 10 pour 100.

C'est qu'en effet, le rendement total de la transformation de chaleur en énergie mécanique est de valeur très faible puisque le rendement maximum du meilleur cycle théorique de transformation, obtenu avec les turbines à vapeur, n'atteint que 31 pour 100 et que la turbine elle-même n'utilise que 60 à 75 pour 100 des calories libérées au cours dudit cycle. Il apparaît donc impossible en l'état actuel des choses, de réduire *considérablement* la consommation de calories par kilowatt-heure autrement qu'en modifiant le cycle lui-même ainsi que l'indiquait M. Belluzo dans l'article cité plus haut.

Ainsi qu'il résulte des formules usuelles de thermodynamique, le rendement du cycle parcouru par les différents états de la vapeur dans les machines de transformation actuelles (turbines et machines à piston), augmente avec la différence des températures entre la source chaude et la source froide et l'on peut se rendre compte, d'après le tableau suivant que nous avons établi, des résultats obtenus avec des machines turbines construites pendant ces dernières années et dont les caractéristiques et garanties ont été indiquées au cours des articles publiés par les différentes revues et en particulier par « La Revue électrique » (¹).

TABLEAU I.

PUISSANCE DES GROUPES { ALTERNATEUR / TURBINE	2285 kv-A 2500 ch **1911**		2270 kv-A 2500 ch **1911**		4500 kv-A 4500 ch **1913**		6250 kv-A 6500 ch **1915**	
Charge	1/1	1/2	1/1	1/2	1/1	1/2	1/1	1/2
Pression de la vapeur : kg : cm²	13	13	12	12	12	12	12	12
Surchauffe	270°	270°	300°	300°	300°	300°	300°	300°
Vide au condensateur en pour 100	90	90	95	95	95	95	95,5	95,5
Contre-pression correspondante en kg:cm²	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
Calories par kilogramme de vapeur	703,5	703,5	720,5	720,5	719,7	719,7	720,5	720,5
Consommation théorique par ch-h	3,03	3,03	3,07	3,07	3,6	3,6	3,07	3,07
Calories libérées par la détente adiabatique de 1 kg de vapeur	209,6	209,6	206,9	206,9	207,6	207,6	206,9	206,9
Consommation de charbon réelle en kg, par kw-h	8,4	9,4(¹)	7.230(²)	8,400(²)	6,15(⁴)	6,6(⁴)	5,6(³)	6,2(³)
Consommation de charbon réelle en kg, par ch-h	5,7	6,20	4,91	5,63	4,24	4,45	3,92	4,28
Calories réellement libérées par détente adiabatique de 1 kg de vapeur	111,4	102,4	130	113	149,8	143	162	148
Rendement du cycle réel, en pour 100	15	14,5	18	15	21	19	22	20
Rendement de la turbine, en pour 100	53	48,8	62	54	72	69	78	71
Rendement de l'alternateur, en pour 100 (Pour cos $\varphi = 0{,}8$).	93	90	93,5	91	94	91	96	93
Consommation de l'excitation, en kw-h			26	25				
Consommation condensation, en kw-h			100	100				
Consommation condensation en kg					0,300	0,450		
Dépense réelle de calories par kw-h	5 910	6 613	5 210	6 053	4 426	4 750	4 035	4 467

(¹) Y compris excitation et auxiliaires de condensation (commandés par moteurs électriques).
(²) Non compris Id.
(³) Y compris excitation et condensation. Cette dernière commandée par turbine à vapeur auxiliaire.
(⁴) Y compris excitation, non compris condensation. Cette dernière commandée par turbine à vapeur auxiliaire.

Les valeurs indiquées ont permis d'établir pour l'ensemble de la centrale, représenté schématiquement par la figure 1, les diagrammes imagés qui suivent, de l'utilisation de la chaleur produite sur les grilles des générateurs, pour l'alimentation du groupe de 3600 kw fonctionnant à une pression de 12 kg: cm² et à une température de 300°.

La figure 2 se rapporte à la marche à pleine charge du groupe considéré et permet de voir que sur 6 500 calories produites sur la grille, 921 calories seulement sont converties en travail utile sur l'arbre, alors que 3 000 calories environ sont entraînées en pure perte par l'eau de refrigération du condenseur.

Il est vrai de dire que, pour l'hiver dernier particulièrement, les Parisiens ne doivent pas s'en plaindre puisqu'il est admis que c'est grâce à cette perte de

(¹) Groupe Rateau-Oerlikon de l'usine de Montaud à Saint-Etienne *La Revue électrique*, 24 février 1911, t. XV ; Groupe Sulzer Alioth de l'usine du Coteau à Roanne, *La Revue électrique*, 20 février 1911, t. XV ; Groupe A. E. G. de l'usine de Whylen, *La Revue électrique*, 5 février 1915 t. XXIII ; Groupe Zœlly de 5000 kw.

Digitized by Google

calories que la Seine n'a pas été prise par la glace et que le ravitaillement en charbons, par voie fluviale, ayant pu

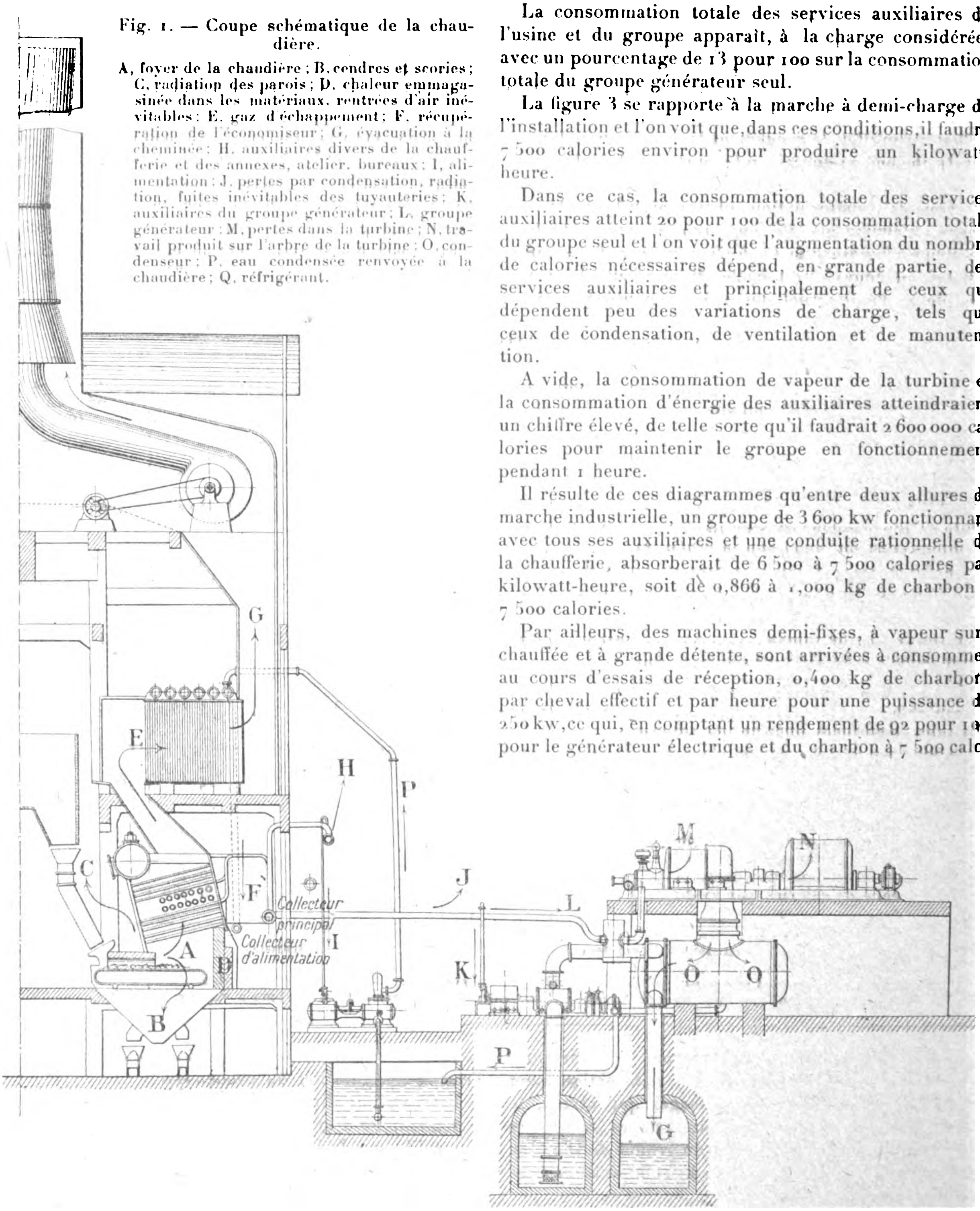


Fig. 1. — Coupe schématique de la chaudière.

A, foyer de la chaudière ; B, cendres et scories ; C, radiation des parois ; D, chaleur emmagasinée dans les matériaux, rentrées d'air inévitables ; E, gaz d'échappement ; F, récupération de l'économiseur ; G, évacuation à la cheminée ; H, auxiliaires divers de la chaufferie et des annexes, atelier, bureaux ; I, alimentation ; J, pertes par condensation, radiation, fuites inévitables des tuyauteries ; K, auxiliaires du groupe générateur ; L, groupe générateur ; M, pertes dans la turbine ; N, travail produit sur l'arbre de la turbine ; O, condenseur ; P, eau condensée renvoyée à la chaudière ; Q, réfrigérant.

continuer, les centrales parisiennes se sont défendues elles-mêmes contre la loi de nature qui menaçait de les arrêter.

La consommation totale des services auxiliaires de l'usine et du groupe apparait, à la charge considérée, avec un pourcentage de 13 pour 100 sur la consommation totale du groupe générateur seul.

La figure 3 se rapporte à la marche à demi-charge de l'installation et l'on voit que, dans ces conditions, il faudra 7 500 calories environ pour produire un kilowatt-heure.

Dans ce cas, la consommation totale des services auxiliaires atteint 20 pour 100 de la consommation totale du groupe seul et l'on voit que l'augmentation du nombre de calories nécessaires dépend, en grande partie, des services auxiliaires et principalement de ceux qui dépendent peu des variations de charge, tels que ceux de condensation, de ventilation et de manutention.

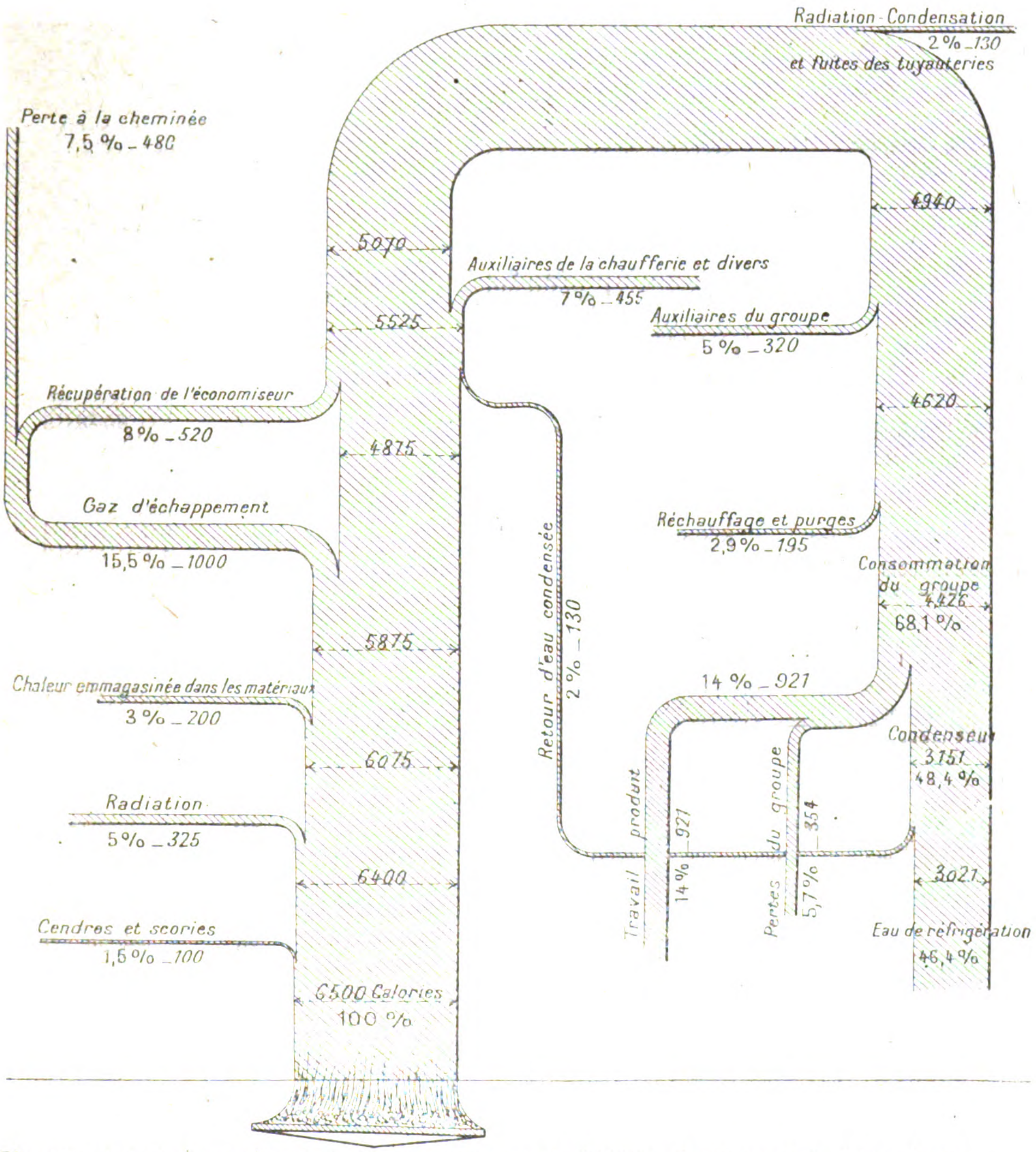
A vide, la consommation de vapeur de la turbine et la consommation d'énergie des auxiliaires atteindraient un chiffre élevé, de telle sorte qu'il faudrait 2 600 000 calories pour maintenir le groupe en fonctionnement pendant 1 heure.

Il résulte de ces diagrammes qu'entre deux allures de marche industrielle, un groupe de 3 600 kw fonctionnant avec tous ses auxiliaires et une conduite rationnelle de la chaufferie, absorberait de 6 500 à 7 500 calories par kilowatt-heure, soit de 0,866 à 1,000 kg de charbon à 7 500 calories.

Par ailleurs, des machines demi-fixes, à vapeur surchauffée et à grande détente, sont arrivées à consommer au cours d'essais de réception, 0,400 kg de charbon, par cheval effectif et par heure pour une puissance de 250 kw, ce qui, en comptant un rendement de 92 pour 100 pour le générateur électrique et du charbon à 7 500 calories par kilogramme, équivaut à obtenir le kilowatt-heure avec 0,585 kg de charbon, soit avec 4 400 calories.

Ce chiffre n'a évidemment été obtenu qu'en un petit nombre d'essais très spéciaux, destinés à faire ressortir

l'avantage des demi-fixes, mais n'en constitue pas moins un terme de comparaison qu'il convient de considérer. En admettant qu'une marche industrielle double cette valeur, ce qui est un maximum, on arriverait, à l'aide d'une demi-fixe de 200 ch, à produire le kilowatt-heure avec 9 000 calories soit 1,200 kg de charbon. Une semblable machine, d'aussi faible puissance, réunissant en un groupe compact toute une centrale en miniature,



Répartition de la chaleur par kw-h produit par un groupe de 3600 kw fonctionnant à pleine charge

Fig. 2.

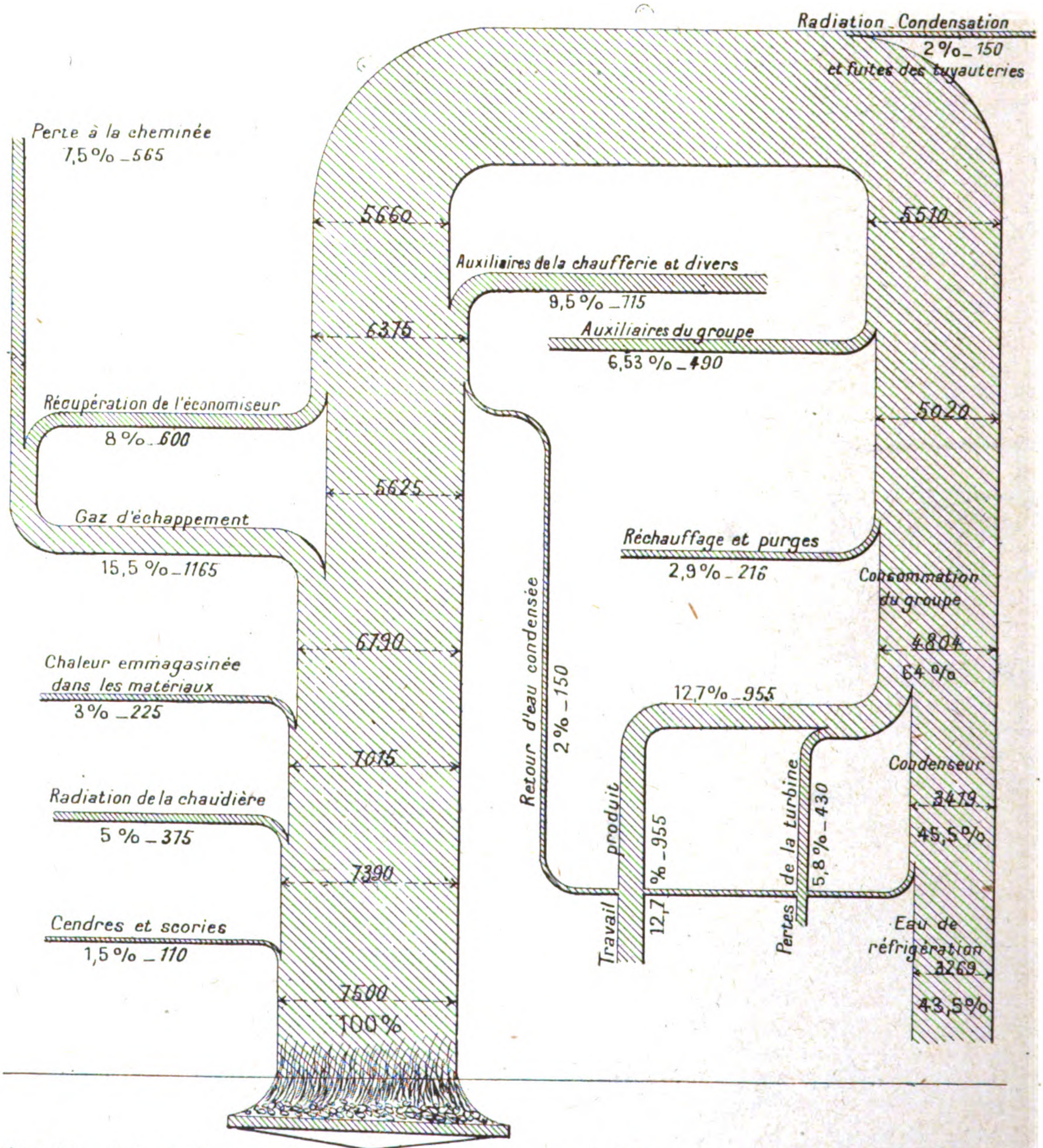
arriverait donc à des consommations de l'ordre de celles obtenues dans les plus puissantes centrales actuelles et cela, bien que la machine de transformation soit une machine à vapeur à piston.

On observera bien que cette compacité des divers organes est la cause principale du haut rendement thermo-dynamique de l'ensemble et que, sous ce rapport, l'installation rationnelle des centrales s'oppose à une semblable disposition pour de multiples raisons, mais on doit également remarquer que, si les pertes par radiation et condensation, extrêmement faibles de la demi-fixe, déterminent son avantage, ces pertes doivent être compensées dans la centrale par l'installation de divers dispositifs : tirage forcé, turbines à vapeur, qui

Digitized by Google

tendent à augmenter le rendement des chaudières et le rendement du cycle parcouru par les divers états de la vapeur.

La demi-fixe, qui réunit tous les divers organismes de la centrale en un espace minimum, arrive donc à ne consommer industriellement que 1,200 kg de combustible par kilowatt-heure soit 9 000 calories et pour une puissance de 150 kw.



Répartition de la chaleur par kw-h produit par un groupe de 3600 kw. fonctionnant à demi-charge

Fig. 3.

Le groupe chaudière-turbine-générateur électrique disséminé dans la centrale ne devrait consommer que 6500 à 7500 calories par kilowatt-heure pour une puissance de 3 600 kw avec tous ses auxiliaires.

Finalement, la centrale de 5 000 à 8 000 kw, comportant des unités de 3 000 à 3 500 kw n'arrive que rarement à une consommation de 10 000 à 12 000 calories par kilowatt-heure, soit près du double.

Les diagrammes 2 et 3 comprennent cependant les différentes pertes de calories sous forme de gaz, de vapeur, d'énergie qui sont inévitables, et l'on peut se demander par conséquent quelles sont les causes de cette

Digitized by Google

énorme différence. On objectera qu'il est rare de trouver une centrale, dont le facteur de charge moyen est d'environ 75 pour 100, mais il y a lieu de remarquer à ce sujet que, contrairement à ce qu'on admet quelquefois, ce n'est pas le facteur

$$K = \frac{\text{puissance produite}}{\text{puissance installée}}$$

qui intervient dans la consommation des groupes en fonctionnement, mais bien

$$K' = \frac{\text{puissance produite par les groupes en fonctionnement}}{\text{puissance installée de ces groupes}}$$

et qui peut être rendu maximum par un judicieux emploi des unités à mettre en fonctionnement, suivant la charge instantanée prévue.

Cette considération permet d'apercevoir l'énorme influence qu'ont les marches en charge réduite d'unités génératrices, sur le rendement global des centrales et, à plus forte raison, la marche en charge nulle, comme le cas se présente quelquefois, en particulier lorsque, sous prétexte de relever le facteur de puissance du réseau, on fait fonctionner en moteur synchrone l'alternateur d'un groupe générateur, tout en maintenant réchauffée la turbine correspondante et en fonctionnement les auxiliaires du groupe.

Combien de fois avons-nous remarqué, indépendamment de ce fait, un groupe de 5000 kw fonctionnant à 3000 kw par exemple, simultanément avec un groupe de 1500 kw fonctionnant à 300 kw.

Il y a bien pour cela d'excellentes raisons, parfois justifiées d'ailleurs, parmi lesquelles on relève : d'une part, la nécessité de prévoir une certaine marge de puissance disponible destinée à augmenter la sécurité de marche en cas de brusque variation de charge, et, d'autre part, la limite à laquelle se trouve parfois l'intensité du courant débité par un générateur, alimentant un réseau, dont le facteur de puissance est peu élevé.

A ces deux arguments, il convient d'objecter que l'économie de combustible et l'avantage d'un meilleur rendement de la centrale justifient : dans le premier cas, la nécessité d'exiger des constructeurs des capacités de surcharge suffisantes pour permettre la mise en marche et le couplage d'une unité de réserve dans le temps voulu, et, dans le second cas, l'installation de dispositifs propres à fournir le courant magnétisant nécessaire au réseau (moteurs synchrones, condensateurs, etc.).

Cette considération de l'économie de combustible, de graissage et d'usure, nous amène même à remarquer que les conditions spéciales de marche de certaines centrales peuvent faire déconseiller l'emploi si judicieux cependant, au point de vue de la sécurité, d'auxiliaires indépendants pour chaque unité génératrice et à les remplacer par des services centraux auxiliaires, d'excitation et de condensation, de façon à augmenter le rendement en charge réduite d'unités qu'il est indispensable de maintenir en fonctionnement et couplées.

Notre comparaison des consommations de calories par kilowatt-heure, des différentes machines envisagées, ne manquera pas de soulever cette objection : que les consommations de vapeur indiquées au tableau I et qui ont servi à établir les diagrammes sont les minima indiqués et garantis par le constructeur.

En pratique, on n'admet généralement pas que ces valeurs minima indiquées, garanties et souvent dépassées par les constructeurs au cours des essais de réception, soient prises en considération pour la marche industrielle.

C'est, à notre avis, exagérer l'effet que peut avoir cette marche si elle est rationnellement conduite sur la consommation de vapeur par kilowatt-heure produit.

Les essais, soi-disant spéciaux, de réception d'un groupe comportent-ils donc des facteurs de constantes différentes de celles de la marche industrielle? Évidemment, on veillera, au cours de ces essais, à ce que tous les détails susceptibles de donner lieu à une perte de calories, quelle qu'elle soit, soient revus et corrigés. L'intérêt que présente pour le constructeur la fourniture d'un groupe satisfaisant aux garanties données commande que de multiples précautions soient prises pour que ces essais soient faits avec succès. De là, on évite les moindres pertes de vapeur, on maintient un vide convenable, on mesure toutes les caractéristiques susceptibles de faire connaître la marche de l'ensemble. Mais ces essais ne correspondent-ils pas, finalement, aux conditions de la marche industrielle; l'intérêt de l'exploitant à maintenir continuellement les chiffres minima garantis par le constructeur n'est-il pas aussi grand, sinon plus, que l'intérêt de ce dernier? La fonction du personnel conducteur, surveillant, dirigeant de la station centrale est-elle inférieure à celle du même personnel appartenant au constructeur?

Il est évident que les chiffres moyens relevés dans la plupart des centrales ne confirment pas cette opinion : un groupe, qui avec une charge de 75 pour 100 ne doit pas consommer plus de 7 kg de vapeur par kilowatt-heure, par exemple, arrive généralement à consommer un minimum de 8 kg dans les mêmes conditions de charge et cela surtout, ainsi que l'a observé M. Damour, parce qu'on n'avait pas, ces dernières années, le souci de l'économie.

En recherchant bien les causes de cette augmentation, on se serait aperçu que, contrairement à ce qui existait aux essais, de nombreux joints perdaient plus ou moins, que certaines purges restaient, par inadvertance, continuellement ouvertes, que des purgeurs automatiques devenus non automatiques offraient le même inconvénient, que, par suite d'usure, de déréglage, le vide n'atteignait plus le pourcentage nécessaire, etc., etc., et enfin, qu'en l'absence de mesures indispensables, on ignorait même absolument les différentes fuites possibles de calories.

En règle presque générale, les hauts rendements imposés aux fournisseurs, les garanties vérifiées scrupuleusement aux essais, la minutie apportée à ces derniers, semblent n'avoir d'importance que pour le paiement des factures et perdre tous leurs avantages au bout d'un temps plus ou moins court.

Digitized by Google

Des économies, si petites soient-elles, peuvent donc être faites par une conduite rationnelle des groupes générateurs et contribuer à augmenter le rendement global de la centrale. Ce ne sont pas les seules et les plus importantes.

Le mauvais rendement du cycle de transformation des états de la vapeur ne permet pas en effet de diminuer dans de bien grandes proportions la consommation de vapeur des groupes turbo-générateurs. Ainsi que le montre le diagramme, la perte la plus importante des calories s'effectue par le condenseur et cette perte est inévitable, on ne peut donc la diminuer que dans des proportions très faibles, pendant tout le temps que le fonctionnement du groupe est nécessaire. Il n'en est plus de même de la perte de chaleur due aux services auxiliaires et plus particulièrement à ceux de la chaufferie ainsi que de la chaufferie elle-même.

Les chaufferies des centrales actuelles ne sont plus, heureusement, ces trous noirs et sales des anciennes centrales, où l'on ne pouvait s'orienter sans une parfaite connaissance des lieux, au milieu des tas de charbon, de mâchefers, de jets de vapeur ou d'eau et où, pour toutes ces raisons, personne, sauf les chauffeurs, ne visitait les détails.

L'installation d'appareils économiseurs et de grilles mécaniques, l'adoption de transporteurs d'alimentation en combustibles ou d'évacuation des cendres, ont littéralement fait sortir de terre les chaufferies modernes qui au lieu d'être enfouies en sous-sol, sous prétexte de réduire les pertes de chaleur par radiation, se surélèvent au contraire à la hauteur d'un entresol.

La disposition rationnelle, en « rues de chauffe » en concentrant les organes de manœuvre, en permettant l'établissement économique des tuyauteries nécessaires à l'obtention d'une sécurité convenable, permet d'obtenir un ensemble où l'air et la lumière pénètrent tout en facilitant les diverses manœuvres de la chauffe, l'entretien et les réparations du matériel et finalement, le recrutement du personnel.

Ces améliorations de principe ont permis d'augmenter dans de grandes proportions le rendement des centrales d'électricité, car il faut remarquer en effet que, si les turbines à vapeur, dont l'usage s'est rapidement développé, ont les avantages incontestables de nécessiter des frais de premier établissement, d'entretien, de graissage, beaucoup moins élevés, sur les machines à vapeur à piston, leur consommation de vapeur est comparable à celle de ces dernières, tout au moins pour les puissances inférieures à 10 000 kw et pour des charges voisines de la pleine charge. Il en résulte que la réduction de la consommation de 20 000 à 12 000 calories par kilowatt-heure est surtout due aux perfectionnements apportés dans les chaufferies, en même temps qu'à une augmentation du facteur de charge des centrales, consécutive au facteur de développement pris par les applications de l'électricité.

Tous les exploitants s'accordent à dire que la chaufferie est, dans l'usine thermique, la partie la plus délicate de toute centrale. Conséquemment, elle nécessite, en premier lieu, une étude attentive des moindres détails, des futures conditions d'exploitation, d'entretien, de réparation ou d'extension.

En second lieu, sa conduite demande une surveillance minutieuse et un contrôle permanent, qui ne peuvent être économiquement exercés que par des spécialistes non seulement praticiens, mais également techniciens.

En ce qui concerne la première nécessité d'une étude d'installation rigoureuse et détaillée, nous ne croyons pas exagérer en disant que, dans de trop nombreux cas, la chaufferie est la partie la plus généralement mal étudiée.

Les électriciens ont une tendance toute naturelle à soigner les installations qui ressortent de leur compétence : la salle des machines, le tableau de distribution sont l'objet d'études, de plans, de considérations variées, alors que la chaufferie et ses spécialités sont laissées au soin du constructeur qui établit son installation suivant des plans types, souvent mal appropriés aux conditions d'exploitation et dans des bâtiments quelquefois trop restreints et impropres à une disposition rationnelle des divers appareils.

Indépendamment des grosses erreurs de principe, suivant lesquelles on installe là des chaudières à grand volume d'eau pour des charges rapidement variables, et réciproquement, on relève, dans un grand nombre de chaufferies, des dispositions de tuyauteries qui ne permettent ni des circuits de vapeur aussi courts que possible, ni des facilités d'entretien ou de réparation, ni prévision d'extension ultérieure, ni sécurité, d'où pertes de calories par radiation et condensation dans les tuyauteries, pertes de vapeur par joints impossibles à refaire en marche faute de secours, etc., etc.

En ce qui concerne la conduite des chaufferies, on ne peut s'empêcher de trouver étrange qu'aussi peu de moyens de contrôle soient employés pour la surveillance de la combustion et de l'utilisation de la ch. leur.

Si l'on compare la salle des machines à cette salle de chaudières, on remarque la présence et parfois le luxe, dans la première, des appareils de mesure et de contrôle de la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique, où tous les facteurs susceptibles de déterminer un écart dans les conditions normales d'exploitation : pression de vapeur, température, vide au condenseur, tension, débit, puissance et fréquence, se trouvent mesurés et souvent enregistrés, après chacune de leurs transformations successives. Le surveillant peut, d'un coup d'œil, se rendre compte de la marche d'ensemble et cette facilité se trouve complétée, dans les centrales importantes, par un système de signaux ou de commandes à distance qui permettent à un nombre restreint de surveillants d'effectuer les manœuvres nécessaires à la sécurité du fonctionnement de l'installation et à la transformation rationnelle, des calories utilisables de la vapeur, en kilowatts-heure.

Dans la chaufferie, au contraire, qui réalise le transfert de la chaleur contenue dans le combustible, à la vapeur qui doit la véhiculer, on est frappé par le peu d'appareils de contrôle et de mesure, autres que les

Digitized by Google

indispensables : niveau d'eau, manomètre et, parfois, thermomètre.

Ces appareils sont d'ailleurs situés sur chaque chaudière et disséminés, par conséquent, sur une assez grande surface ; certains sont plus ou moins visibles, la plupart sont revêtus d'ailleurs de couches plus ou moins épaisses de poussières ou de tartre et enfin, les commandes des divers appareils ou organes de manœuvre sont répartis sans plus de soin et bien souvent hors de portée facile du personnel appelé à s'en servir.

En dehors de quelques exploitants de centrales qui, sous ce rapport, ont demandé depuis longtemps de profondes modifications [1] dans ce sens, la plupart semblent n'attacher qu'une importance relative au fait de jeter du charbon sur les grilles et de convertir l'eau en vapeur. La technique qui, après avoir évolué dans les ateliers des constructeurs de chaudières et de turbines à vapeur est venue s'imposer dans la salle des machines, semble s'être arrêtée aux portes de la chaufferie.

Et cependant ! quel exploitant de centrale ignore qu'il réalise dans la chaufferie une combinaison chimique dont les principaux éléments, l'air et le carbone, déterminent la combustion : quel exploitant ignore que toute combinaison chimique doit être effectuée dans des proportions bien déterminées et qu'à une quantité donnée de carbone et de produits volatils combustibles, contenus dans la houille, doit correspondre une quantité déterminée d'air qui donnera à la combustion son rendement maximum.

Ce rendement maximum ne peut être obtenu qu'à la seule condition que l'on connaisse à chaque instant la variation des divers facteurs qui le déterminent. Comme au tableau de distribution, les rendements maximum des générateurs mécaniques et électriques ne peuvent être déduits que de la connaissance des facteurs : pression, température, vide, d'une part, et excitation, puissance, débit et tension ; d'autre part, il est nécessaire de connaître à la chaufferie : la quantité de charbon brûlée, la production de vapeur instantanée, la valeur du tirage et l'efficacité de la combustion qui renseignent sur la charge de chaque chaudière et la plus ou moins bonne utilisation du combustible.

Pour cela, un certain nombre d'appareils de mesure et d'enregistreurs sont indispensables, nous n'en examinerons pas le détail, de nombreux articles ayant été publiés dans la presse technique de ces dernières années, avec la signature de spécialistes [2], sur cette intéressante question. Nous nous bornerons à dire que tous ces appareils existent et peuvent être d'un emploi pratique.

Mais cependant une remarque s'impose, c'est que la chaufferie, par la nature même des manutentions qu'on y opère, est un local peu favorable, d'une part, au bon fonctionnement d'appareils de contrôle parfois assez délicats et, d'autre part, aux opérations de mesures elles-mêmes qui nécessitent de l'attention et un certain assouplissement. Ces mesures, pour être réellement efficaces, doivent être suivies par un technicien, susceptible d'en comprendre et d'en appliquer toute la portée et elles sont, dans la plupart des chaufferies actuelles, plutôt rebutantes.

Il faut reconnaître, en effet, qu'il est malgré tout incommode et répugnant d'opérer au milieu d'une atmosphère poussiéreuse et plus ou moins surchauffée, au milieu de manœuvres, de ringards ou de pique-feu, sous une pluie de fines poussières de charbon ou de gouttelettes d'eau et c'est, indiscutablement, l'une des raisons pour lesquelles les chaufferies n'ont pas été entourées de toute la technique que nécessite leur conduite.

Ainsi qu'on le réalise dans la salle des machines, il est indispensable que l'on rassemble en un tableau général de contrôle des chaufferies, disposé dans un local propre, à l'abri des poussières et de l'eau, entre la chaufferie et la salle des pompes, par exemple, ou au-dessus de celle-ci, tous les appareils nécessaires au contrôle de la chauffe et de la production de vapeur.

Cette disposition implique nécessairement l'aménagement d'appareils lisibles à distance et il y a tout lieu de croire, ainsi que cela a été réalisé pour la salle des machines, que l'électricité remplira le but à atteindre.

Les indicateurs de débit de vapeur, indicateurs de pression-dépression ou de tirage, voluménomètres, pyromètres, thermomètres, manomètres, complétés par des indicateurs de niveau d'eau, doivent donc être perfectionnés et électrifiés afin que leurs indications puissent être réunies sur un même tableau, spécial à chaque chaudière.

L'examen des diagrammes d'enregistreurs, vérifiés par quelques analyses de gaz effectuées de temps à autre, renseigneront le chef d'exploitation beaucoup mieux que tous les rapports de chefs ou de sous-chefs de service, et d'importantes économies pourront être faites, dans la majorité des cas, si un défaut de compétence ou d'aptitude indispensables, ne vient jamais reléguer comme auxiliaire de second ordre une installation de ce genre.

Il ne suffit malheureusement pas, en effet, d'avoir dans une centrale tous les appareils nécessaires au contrôle de sa marche rationnelle. De nombreux appareils installés sur les tableaux de distribution actuels ne servent souvent à autre chose qu'à orner d'un peu de luxe, une installation avant tout industrielle, faute de compétence du personnel appelé à s'en servir. Dans cet ordre d'idées, il nous souvient avoir remarqué, dans une usine régulatrice d'importance moyenne d'une de nos villes du centre, qu'une collection d'enregistreurs, manomètres, thermomètres, ampèremètres, ainsi qu'un superbe analyseur Ados étaient, bien que non dissimulés sous une couche de poussière, absolument inutilisés, parce que, de l'avis des praticiens purs appelés à s'en servir que comportait cette usine, c'étaient des appareils

(1) Considérations générales d'établissements des grandes centrales à vapeur par M. Chevrier, *La Revue électrique* du 30 septembre 1919, t. XII, p. 208 à 216.

(2) MARTIN, *La Revue électrique*, 18 juillet 1917, t. XVIII. IZART, *La Revue électrique*, 17 avril 1914, t. XXI.

Digitized by Google

de « laboratoire ». Mais cette sujétion ne doit pas empêcher l'effort en vue des économies de combustible réalisables de cette façon.

Les générateurs de vapeur qui, dans des conditions normales, peuvent avoir un rendement égal à 80 pour 100, ont en pratique un rendement bien inférieur qui descend fréquemment au-dessous de 60 pour 100 dans des usines à durée d'utilisation cependant assez stable. Contrairement à ce qui existait, en effet, vers 1900-1910, où il arrivait fréquemment que, par suite d'une mauvaise durée d'utilisation, il était nécessaire de couvrir les feux de plusieurs chaudières pendant dix à douze heures et de perdre, en conséquence, une quantité de calories considérable par baisse de pression, décrassage, et remise en activité des feux, la plupart des usines thermiques de nos jours ont une charge beaucoup plus constante par suite du chevauchement qui se produit entre les débits maximum des puissances distribuées à l'aide des importants réseaux qu'elles alimentent, toutes leurs chaudières peuvent donc être maintenues en plus ou moins grande activité et, contrairement à ce qui a lieu pour les groupes générateurs mécaniques ou électriques, il est possible de maintenir le rendement d'une chaudière à une valeur élevée en exécutant les réglages nécessaires, pourvu que cette chaudière reste en activité.

La nature du combustible influe considérablement sur le rendement des chaudières ; à pouvoir calorifique égal de deux qualités de charbons, la teneur en matières volatiles fait varier le rendement dans des proportions assez grandes et,en raison même du désavantage que présente la houille à ce sujet, c'est une raison de plus pour veiller à ce que son utilisation soit aussi complète que possible.

Cette influence du combustible et des méthodes de chauffe ressort clairement du chauffage des chaudières au pétrole par exemple, chauffage qui, en raison de sa régularité, des facilités de réglage de son intensité et de la combustion, permet d'obtenir couramment, en marche industrielle, 80 pour 100 de rendement des chaudières et de dépasser parfois ce chiffre.

On peut donc chiffrer à 10 pour 100 au minimum, l'économie de charbon réalisable dans les chaufferies et, si l'on y ajoute celle qui peut résulter d'une conduite rationnelle des groupes mécano-électriques en vue d'augmenter le facteur de charge de chacun d'eux, c'est 15 pour 100 de combustible en moins que doit permettre d'obtenir le souci de cette économie.

Au cours actuel des charbons, et avec les difficultés rencontrées pour leur approvisionnement, on ne peut nier que ces résultats soient intéressants et justifient amplement l'installation d'appareils relativement peu coûteux et une organisation qui seront payés dix fois en quelques mois de marche.

Enfin, et cela aussi bien pour les générateurs de vapeur que pour les générateurs mécaniques ou électriques, une lacune existe, en général dans les centrales, qui affecte considérablement le rendement global : on confond trop souvent le service d'entretien et le service de réparations. Pourquoi un groupe consomme-t-il plus de vapeur qu'il n'en doit consommer pratiquement ? Parce que, ainsi que nous l'avons dit, le vide est moins parfait, des aubes sont usées, des joints fuient, des vannes ne ferment pas, etc..., la machine n'est plus neuve... Quoi qu'il en soit, du fait qu'elle tourne tout va bien et ce n'est que le jour où elle ne fonctionne plus, celui où il y a à craindre une avarie grave ou qu'un organe essentiel est avarié, que l'on a recours au service d'entretien, c'est-à-dire au service des réparations.

De deux services distincts qui doivent se compléter et se contrôler, on n'en fait qu'un !

Le service d'entretien doit entretenir le matériel à « l'état de neuf », le service de réparations doit réparer le matériel avarié. Entretenir une machine n'est pas la réparer et parfois réciproquement, attendu que, pour être efficace, l'entretien doit être périodique, régulier, alors que la réparation doit être accidentelle.

De ce fait, trop d'usines où le personnel d'entretien, n'a rien à faire parce que tout fonctionne et trop d'usines, par conséquent, où les réparations deviennent un jour trop nombreuses et doivent être faites « provisoirement » alors que les kilogrammes de vapeur disparaissent de tous côtés sans travail utile.

On peut déduire de ces lignes, combien l'exploitation d'une centrale est délicate et demande de compétence pour être rationnelle !

Comme au cours des essais « spéciaux » de réception d'un groupe, les surveillants, chauffeurs, machinistes, qu'ils s'appellent chefs de postes, contremaîtres ou sous-chefs doivent être attentifs à toutes les phases de l'importante transformation de la chaleur et doivent s'imposer la consommation de vapeur et de charbon minimum.

La vie monotone de la plupart des centrales pousse naturellement le personnel à délaisser plus ou moins le fonctionnement du matériel tant qu'il paraît normal ; les contremaîtres ont une tendance à considérer que leur rôle commence quand apparaissent les avaries et qu'il faut se « débrouiller », et comme, pour passer le temps, leurs occupations consistent à faire un tout autre travail que celui qui justifie leur présence, les tonnes de charbon s'engouffrent sur les grilles et disparaissent en fumée ou dans l'eau de réfrigération des condenseurs, d'où elle va réchauffer l'atmosphère ou la flore sous-fluviale !

Ainsi qu'on le constate par les diagrammes 2 et 3 le système de transformation de la chaleur en énergie électrique au moyen du cycle parcouru par la vapeur est d'une imperfection notoire. Par des appareils délicats, perfectionnés à l'extrême, nous arrivons péniblement à utiliser la dixième partie de la chaleur contenue dans le combustible alors que le reste se perd définitivement. Ayant un aussi mauvais procédé d'utilisation, il serait donc logique que nous profitions au moins du maximum d'avantages que nous en pouvons tirer et, si cet effort ne s'est jamais révélé comme aussi indispensable qu'aujourd'hui, ce n'est pas une raison pour ne pas le tenter.

Pour cela, il faut délaisser une bonne fois ce vieil

Digitized by Google

esprit de routine que l'on trouve encore dans les chaufferies modernes, il faut, là comme ailleurs, et peut-être plus qu'ailleurs même, allier la science au travail, il faut que le personnel chargé de l'exploitation des centrales soit laissé tout à son rôle et le lui faire comprendre en l'intéressant aux résultats.

A ce sujet, le tableau central du réglage des chaudières permettra de déterminer la valeur du chauffeur et de l'intéresser directement au résultat de son travail.

Enfin, il devient indispensable, pour réduire assez considérablement la consommation de charbon, d'égaliser la charge des stations centrales, d'augmenter le facteur de charge des réseaux de distribution en répartissant convenablement l'utilisation, en un mot : faire une droite de la « dent de scie» que nous donne encore le diagramme journalier de la charge instantanée de la plupart de nos usines de production d'électricité.

Mais il faudrait surtout que nos constructeurs arrivent à mettre au point un certain nombre d'engins de transformation d'énergie calorifique en énergie mécanique, qui ne le sont encore qu'imparfaitement :

Le chauffage au gaz de gazogène des chaudières peut être susceptible d'améliorer beaucoup le rendement des chaufferies par la commodité de son réglage.

La turbine à gaz, dont plusieurs essais de construction ont été faits (1) doit être entourée d'études et de recherches.

Enfin, l'augmentation de la sécurité de marche des moteurs à gaz, la modification du cycle parcouru par les états de la vapeur dans la centrale actuelle, tels sont les problèmes à résoudre pour diminuer l'énorme perte de chaleur à laquelle donnent lieu les transformations d'énergie que l'on réalise actuellement.

E. Lehoux.

(1) La turbine à gaz Holzwarth-Junghaun. *La Revue électrique*, 11 octobre 1912, t. XVIII.

Notes d'un voyage aux États-Unis

Les turbo-alternateurs — Les isolateurs — Les sous-stations extérieures

Grâce à la complaisance d'un des membres du Conseil d'administration de la « R. G. E. », nous avons la bonne fortune de pouvoir mettre sous les yeux de nos lecteurs l'intéressante lettre ci-dessous. Son auteur, M. G. Capart, est d'ailleurs bien connu des électriciens par ses travaux sur la protection des réseaux contre les surtensions, travaux qu'il a rassemblés dans un ouvrage intitulé « Les surtensions » publié en 1914. De nationalité belge, M. G. Capart s'engagea comme simple soldat dès le début de la guerre; aujourd'hui il est capitaine et, depuis plus d'un an, attaché au grand quartier général de l'armée française. C'est au cours d'une récente mission militaire aux Etats-Unis qu'il eut l'occasion de faire les observations relatées dans sa lettre.

Bien que ma mission présentait un caractère purement militaire, j'ai été amené presque malgré moi à me trouver dans les milieux d'électriciens des Etats-Unis. J'en ai naturellement profité pour me mettre au courant de l'évolution qui s'est produite dans la construction électrique pendant ces trois dernières années.

Pour la première fois, depuis le début de cette terrible guerre, je me retrempais dans mon ancienne spécialité, et, je vous l'avoue sincèrement, je n'ai pas été sans éprouver une réelle émotion lorsque j'ai parcouru les usines et les laboratoires de Pittsburg, de Schenectady, du Niagara, etc.

N'ayant pu consacrer que quelques heures à ces visites et aux réunions de l'American Institute of Electrical Engineers, auxquelles j'ai assisté, il ne me sera possible que de vous donner les grandes lignes de ce que l'on fait actuellement aux Etats-Unis, au point de vue électricité, en insistant, toutefois, sur les idées en cours.

1. Les turbo-alternateurs. — Le premier fait marquant c'est qu'il semble bien que la crise du turbo-alternateur soit aujourd'hui conjurée.

Comme vous le savez, de tous les accidents le pire est l'interruption de service, la panne de centrale par avarie à l'alternateur.

Quand une machine claque sous l'effet d'une surtension, le fait grave en lui-même n'est pas la détérioration de la machine, mais la perturbation qui en résulte pour l'exploitation. Sous ce rapport, on peut bien admettre aujourd'hui que, d'une manière générale, toutes les usines de construction électrique adoptaient pour les machines et particulièrement pour les alternateurs des coefficients de sécurité bien trop bas. Alors que, pour les constructions mécaniques, on prend des coefficients de sécurité de l'ordre de 10, pour le matériel électrique il n'était pas rare d'admettre pour les isolants des coefficients de l'ordre de 2 et même moins.

Au surplus, l'échauffement de la machine et l'effet de l'ozone sur le coton des enroulements réduisaient, après un laps de temps relativement court, la valeur de l'isolation des bobines.

Le peu d'attention porté par les constructeurs sur cette importante question ont été cause de troubles nombreux et graves dans de puissantes installations. Il n'est pas mauvais d'ajouter que le manque de soin dans la préparation des bobines et l'action continue de l'ozone sur les enroulements amènent coup sur coup des accidents dans des installations ayant fonctionné pendant plusieurs mois sans arrêt.

Digitized by Google

Au fur et à mesure que les puissances des centrales ont augmenté, on s'est rendu compte de la gravité de ce genre d'accident.

On peut dire qu'aujourd'hui les Etats-Unis sortent complètement de cette crise. Ils font en grand ce que la construction électrique européenne ébauchait en petit au moment où la guerre a éclaté. Ils ont porté toute leur attention sur la question isolation.

Tous les efforts ont été concentrés sur la constitution parfaite de la bobine, son imprégnation complète avec des produits isolants nouveaux de manière à augmenter dans de grandes proportions les coefficients de sécurité.

L'opération comporte en somme deux stades, le premier consiste à former la bobine avec très grand soin; ici l'emploi de papier imprégné de bakelite et de micanite joue un rôle prépondérant. Le deuxième, et c'est le plus important, consiste à faire une imprégnation générale et spéciale de toute la machine.

Les Américains n'ont pas hésité à construire d'immenses cuves à vide dans lesquelles ils peuvent loger des stators de turbo-alternateurs de 30 000 kw. En effet, la condition essentielle de sécurité pour les machines électriques c'est d'avoir des enroulements complètement privés d'air. Or, ces cuves permettent tout d'abord d'extraire l'air des enroulements, et, en outre, de faire une imprégnation finale avec des matières hautement isolantes sous une forte pression, de manière que ces matières viennent se loger dans tous les pores de l'enroulement.

La machine portée à une température déterminée donne à la bakelite, ou aux produits similaires, un état final sous lequel les enroulements acquièrent des qualités électriques et mécaniques remarquables.

Grâce à cette manière de procéder, on est arrivé à donner aujourd'hui aux alternateurs un degré d'isolation extrêmement élevé, ce qui fait entrevoir pour l'avenir une sécurité qu'on n'avait jamais connue jusqu'à ce jour.

Certains constructeurs poussent ce souci jusqu'à essayer chaque bobine avec des ondes à haute fréquence produites par des générateurs d'ondes entretenues à lampes, pour tenir compte des résonances locales pouvant se produire ultérieurement dans l'une ou l'autre partie de l'enroulement.

2. Les isolateurs. — Dans un autre ordre d'idées, un autre genre de crise, très loin d'être conjurée, vient d'apparaître dans toute son ampleur, c'est celle des isolateurs à haute tension.

Il semble très clairement aujourd'hui que les tensions d'exploitation ont monté trop rapidement aux États-Unis et que les différentes matières entrant dans la fabrication de l'appareillage électrique ne sont pas suffisamment appropriées pour une ascension aussi rapide de la tension.

Autrement dit, dans les installations électriques de 110 000 à 150 000 v, des accidents se sont produits sur les lignes après deux ou trois années d'exploitation.

Un examen des isolateurs a montré que l'effet durable de la tension a apporté des modifications dans la masse de l'isolateur amenant finalement l' « arcing ground » redouté. Si la texture de la pâte n'est pas très fine, les petites cavités remplies d'air deviennent le siège de phénomènes de bombardement moléculaires, se raccordent entre elles, produisent des petits canaux qui, de proche en proche, arrivent à créer le chemin d'accès de l'arc fatal.

La crise des isolateurs à haute tension éclate en ce moment d'une manière très sensible : constructeurs et exploitants sont très émus par cette situation. La réunion de juin de l'American Institute of Electrical Engineers n'a roulé pour ainsi dire que sur cette question. La crise est loin d'être conjurée. Toute l'attention est portée aujourd'hui sur l'étude du meilleur profil de l'isolateur, sur sa fabrication rationnelle et sur les progrès apportés à sa technique.

Des mesures immédiates ont été prises pour augmenter la sécurité, les essais de réception sont devenus plus sévères, une surveillance plus active a été exercée sur les procédés de scellement, etc.

Le grand soin apporté à la fabrication et l'augmentation des tensions d'essais — ce qui correspond encore une fois à élever les coefficients de sécurité — ont amélioré sensiblement la situation, mais ces moyens ne sont pas radicaux.

3. Questions diverses. — Le monde des électriciens se rend compte qu'il faut chercher autre chose et — étant données les grandes puissances en jeu aujourd'hui — on envisage déjà des solutions nouvelles pour la transmission de l'energie entre les grands centres de production et de distribution, telles que des conduites forcées avec circulation d'huile, dans lesquelles seraient placés les conducteurs sous tension.

Il sera du plus grand intérêt pour l'industrie électrique européenne de suivre avec attention l'évolution en cours et de ne s'en tenir pour l'instant qu'aux tensions pour lesquelles la sécurité de la ligne est assurée.

Une autre tendance, intéressante à signaler, c'est l'augmentation toujours plus grande de la puissance unitaire des alternateurs dans les centrales des États-Unis. La raison en est bien simple : la demande est telle que les centrales américaines, pour un espace donné, ont dû adopter des unités de plus en plus fortes.

La puissance de 30 000 kw pour des groupes turbo-alternateurs est devenue courante ; elle est largement dépassée aujourd'hui. J'ai vu en usine les machines destinées à la centrale de Chicago et au subway de New-York respectivement de 70 000 et de 90 000 kw.

Un autre point à retenir, c'est le développement toujours de plus en plus grand des sous-stations et installations à haute tension à l'air libre, qui présentent aujourd'hui tous les éléments de sécurité.

Les exploitants européens ont toujours montré une répugnance absolue à entrer dans cette voie.

Je crois que le moment serait venu en France d'imiter

Digitized by Google

sur ce point nos collègues américains pour nos installations à venir.

Avouons-le immédiatement, par suite de la prolongation de la guerre et du manque de main-d'œuvre, nous allons être obligés, électriciens, à faire nos installations le plus simplement et le plus économiquement possible.

Or, ce qui grève beaucoup les budgets dans les installations nouvelles ce sont les bâtiments et les maçonneries pour lesquels nous serons particulièrement gênés au point de vue main-d'œuvre pendant et après la guerre.

Un examen sérieux de cette pratique de l'exploitation des grands réseaux américains démontre d'une manière péremptoire qu'il y a tout avantage à entrer dans cette voie.

Je ne voudrais pas terminer cette longue lettre, sans avoir attiré votre attention sur un dernier fait important : l'emploi et l'utilisation de la force motrice électrique sont plus entrés dans les mœurs qu'ici. Autrement dit, on trouve partout la force motrice à sa disposition, ce qui n'est pas le cas en France.

Ceci a une certaine portée philosophique si l'on considère qu'aujourd'hui l'énergie électrique est un des facteurs principaux pour le développement et l'essor industriel et économique d'un pays.

Il suffit de se rappeler que nous faisons actuellement « une guerre de matières premières » pour se rendre compte que nous sommes très en retard en ce point sur nos voisins.

Le charbon et le minerai de fer sont des trésors d'énergie « à l'état potentiel » ; les chutes d'eau et les grands centres de production d'énergie électrique sont des trésors d'énergie « cinétique ».

Nous avons une occasion inespérée — si nous voulons utiliser l'aide que les Américains veulent bien nous donner — de développer nos richesses en énergie cinétique dont la renaissance de l'industrie française serait la conséquence immédiate.

Espérons, toutefois, que l'ambition et la cupidité humaine n'amèneront pas ultérieurement de nouvelles guerres où l'enjeu ne serait plus la houille et le minerai de fer, mais la conquête de l'énergie cinétique, les chutes d'eau et les rivières.

G. CAPART,
Ingénieur électricien,
Capitaine d'État-Major.

Revues, analyses et informations

Le démarrage automatique des moteurs d'induction à cage d'écureuil [1].

L'auteur n'insiste pas sur l'utilité du démarrage automatique des moteurs qui est, aujourd'hui, universellement reconnue. Des dispositifs de ce genre sont appliqués depuis plusieurs années déjà aux moteurs à courant continu, mais bien que le moteur à cage d'écureuil soit le plus répandu, il n'en est pas moins resté en retard à ce point de vue. Dans cette étude est décrit un démarreur automatique pour moteurs d'induction à cage d'écureuil, construit par la Electric Controller and Manufacturing Company de Cleveland (État de l'Ohio).

Généralement, il est toléré dans l'industrie une surcharge de 50 pour 100 pour le courant de démarrage d'un moteur à courant continu; pratiquement, il est rare que cette limite soit dépassée en raison notamment du danger qu'une intensité supérieure ferait courir au collecteur. Le moteur à cage d'écureuil n'ayant pas de collecteur ni aucun contact frottant, il n'est donc pas nécessaire de limiter le courant de démarrage à cette valeur. Il est même probable que la plupart de ces moteurs pourraient être impunément reliés directement à la ligne, à la condition que le démarrage s'effectue rapidement; mais comme ce procédé serait susceptible de troubler le réseau quand la puissance du moteur dépasse 5 à 7 ch, on emploie des transformateurs à rapport multiple donnant des tensions inférieures à celle de la ligne. Lorsque la vitesse atteinte est suffisante, le transformateur est débranché et le moteur relié directement au réseau.

Les inconvénients du grand courant de démarrage obtenu par l'application au moteur de la tension de la ligne peuvent être annulés en appliquant une tension de démarrage inférieure à la tension du réseau. A cela on objecte que la réduction de la tension entraîne une diminution correspondante du couple de démarrage et, en fait, la diminution de ce dernier est plus rapide que celle de la tension. Le couple de démarrage varie comme le carré de la tension de démarrage. On prend donc une moyenne entre le couple de démarrage faible et le courant de démarrage élevé et on applique au moteur une tension de démarrage donnant un couple suffisant pour démarrer la charge et produire une accélération convenable. Le transformateur comporte généralement trois ou quatre prises de courant, de sorte que la tension appropriée peut être obtenue dans chaque cas particulier.

La figure 1 représente le schéma des connexions généralement employées dans le démarrage d'un moteur d'induction triphasé à cage d'écureuil. L_1, L_2, L_3 sont les trois fils du réseau; T_1, T_2, T_3 sont les trois bobines d'un transformateur triphasé, chaque bobine comportant plusieurs prises de courant permettant de varier la tension de démarrage. Tous les interrupteurs S sont fermés au démarrage et les interrupteurs R sont fermés pendant la marche. Lorsque les contacts S sont fermés, une tension réduite est appliquée au moteur et lorsque celui-ci a atteint une certaine vitesse, les contacts de démarrage S sont ouverts et les contacts de marche R fermés.

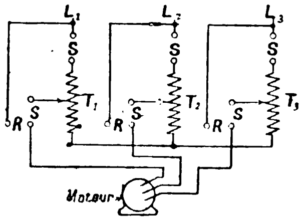
Les mêmes résultats peuvent être obtenus au moyen des connexions représentées par le schéma de la figure 2, dans

[1] H.-F. SRATTON. *Electrical Review* Chicago, 21 juillet 1917, t. LXXI, n° 3, p. 100-103, 15 000 mots, 9 fig.

Digitized by Google

laquelle T_1 et T_3 sont deux bobines d'un transformateur en triangle ouvert, chaque bobine comportant plusieurs prises de courant. Ce schéma ne nécessite que quatre interrupteurs de démarrage et deux interrupteurs de marche.

Il est vrai que le schéma de la figure 1 permet de mettre



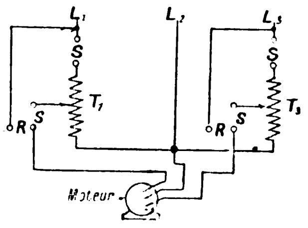


Fig. 1. — Schéma des connexions permettant le démarrage d'un moteur d'induction triphasé à cage d'écureuil sous tension réduite fournie par un transformateur triphasé ordinaire.

Fig. 2. — Schéma des connexions permettant le démarrage d'un moteur d'induction triphasé sous tension réduite fournie par un transformateur triphasé en triangle ouvert.

hors circuit les trois phases L_1, L_2, L_3 lorsque le démarreur est dans la position « off », tandis que le schéma de la figure 2 permet à la phase L_2 de rester reliée au moteur dans le même cas, mais ce désavantage n'est qu'apparent, puisque le moteur est muni d'un interrupteur tripolaire qui l'isole de la ligne pour les visites et réparations.

Description du démarreur automatique. — Cet appareil est du type en triangle ouvert qui présente l'avantage de ne nécessiter que six interrupteurs au lieu de neuf.

De nombreuses figures représentent le mécanisme de l'appareil dans la position de démarrage et dans la position « off ».

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant :

1° L'électro-aimant de manœuvre est excité ; l'armature se ferme et le moteur est relié à la source par l'intermédiaire du transformateur ;

2° Lorsque le moteur a atteint une vitesse convenable, le relais de transition commande un verrou permettant à un ressort de compression de séparer le moteur du transformateur, le transformateur de la ligne et de brancher le moteur sur la ligne ;

3° Quand l'aimant de manœuvre n'est plus excité, l'armature s'ouvre et le moteur est débranché du réseau.

L'appareil est complètement dans l'huile, l'huile remplissant ici plusieurs fonctions. Elle isole et refroidit les différentes parties transportant le courant ; elle assure une lubrification constante des organes mobiles et finalement elle éteint rapidement l'arc qui prend naissance à la rupture du contact. L'huile employée est d'une composition spéciale et conserve une fluidité suffisante à la température de 0°F (— 32° C). Étant donnée la construction de l'appareil, le renouvellement de l'huile n'est nécessaire que tous les cinq ans au maximum.

P. G.

Vue d'ensemble sur les accumulateurs [1].

Le poids des accumulateurs n'a qu'une faible importance quand ils sont destinés à une installation fixe. La durée de fonctionnement, le rendement, le prix de revient sont considérés comme les facteurs prédominants. Le rendement d'un tel accumulateur dépend de la vitesse de la décharge. On peut dire, en gros, qu'un accumulateur au plomb qui se décharge en dix heures donnera un nombre d'ampères-heure double de celui qu'on obtiendrait si la décharge se produisait en une heure. Pour définir la capacité moyenne d'un accumulateur, on pourra prendre celle qui correspond à une durée de décharge totale de cinq heures. C'est cette décharge moyenne en cinq heures que l'auteur adopte comme base de discussion. Prenons un modèle type qui donne 3 000 A-h pour une durée de décharge de cinq heures. Sans acide il pèse 507 kg ; il renferme 177 litres d'acide sulfurique étendu, de poids spécifique 1,18, pesant en tout 210 kg ; le poids total est ainsi 717 kg. En tenant compte du poids du cadre en bois et des isolateurs, on arrive à un poids approximatif de 750 kg. La tension moyenne de décharge étant d'environ 1,9 V, l'énergie libérée est 5 700 W-h. Le poids correspondant à 1 kW-h est donc 130 kg.

Il est, au contraire, des cas où le poids de l'accumulateur est de première importance, notamment quand on utilise l'accumulateur comme puissance motrice sur un véhicule et qu'il est porté par le véhicule lui-même. Il est possible d'obtenir une diminution du poids de l'élément aux dépens d'ailleurs de la durée et du prix de revient ; une sorte de compromis est nécessaire. Sur les locomotives de garage, on utilise des accumulateurs du modèle habituel qui en diffèrent seulement par la nature de la cuve qui est en vulcanite. Le poids correspondant au kilowatt-heure serait alors compris entre 85 et 100 kg. Pour les omnibus, les pompes à incendie, etc., le poids peut être encore réduit et ramené à 60 kg : kW-h, toujours dans l'hypothèse d'une décharge en cinq heures. Pour les autobus, on a créé un modèle spécial, enfermé dans des cuves en vulcanite mince ; les plaques n'ont que quelques millimètres d'épaisseur et sont constituées par de minces grilles en plomb dur remplies de la pâte habituelle. Tout est aussi condensé que possible ; la densité de l'acide sulfurique est plutôt élevée et atteint 1,25 en fin de charge. Pour les voitures, on a constitué un élément qui pèse environ 16 kg, connexions et acide compris, et qui fournit 50 A pendant cinq heures. Par suite de la valeur élevée de la densité, la tension moyenne est également plus élevée et atteint environ 2 V ; la capacité est d'environ 500 W-h. Le poids par kilowatt-heure est ainsi d'environ 32 kg, soit le quart environ de celui correspondant au modèle utilisé dans les stations centrales.

L'auteur étudie ensuite, au point de vue théorique, les perfectionnements qu'il est vraisemblable d'espérer. De l'équation chimique qui régit la réaction et des équivalents électrochimiques, on peut déduire la quantité minimum de substance correspondant à une capacité de 1 A-h : 3,58 g de plomb, 4,46 g de peroxyde de plomb, 3,66 g d'acide sulfurique donnent 11,3 g de sulfate de plomb et 0,67 g d'eau. En prenant une tension moyenne égale à 2 V, on trouve qu'il faut 12 g de produits pour obtenir 2 W-h. Les données de la pratique sont très différentes. Si l'on veut réaliser une stabilité mécanique, il faut que la substance active soit si fortement comprimée que l'électrolyte pénètre alors difficilement ; la réaction chimique est donc lente et incomplète. De plus, les particules sont nécessairement grossières et recouvertes de sulfate de plomb qui est mauvais conducteur. La conductance de l'élément ne peut être maintenue que par un excès de plomb métallique et de peroxyde. Donc, il faut pratiquement environ trois fois la quantité théorique de matière première pour maintenir la conductance et rendre la réaction complète. Il en est de même de

[1] Ludwig Strasser, *Electrician*, 20 juillet 1917, t. LXXIX, p. 619-620, 2 000 mots (Extrait d'un article de *E. T. Z.*, n° 25, 1915, discours prononcé à la *Elektrotechnische Verein*).

Digitized by Google

l'acide sulfurique dont la concentration, pour des raisons d'ordre électrochimique, ne doit pas dépasser une certaine valeur, qui est environ les 35 pour 100 de celle de l'acide pur ; il faut donc environ trois fois le poids correspondant à la quantité théorique d'acide. Mais ceci est encore insuffisant ; dans ces conditions, en effet, il résulte de l'équation, qu'à la fin de la réaction tout l'acide serait converti en eau, qui n'est pas conductrice. Il faut donc au moins quatre fois la quantité d'acide dilué et le poids devient alors d'environ 39 g pour 2 w-h. De plus, en tenant compte des grilles, des connexions, des séparateurs, etc., on atteint pour la cuve complète, un poids d'environ 26 kg par kw-h. Cette donnée représente probablement la limite extrême de tout accumulateur au plomb pratique, à moins qu'on découvre un nouveau principe. Si l'on utilise des substances très poreuses, on peut espérer une légère réduction du poids, mais seulement aux dépens de la stabilité mécanique, et, par suite, de la durée de la batterie. On a employé sur des voitures électriques un acide de densité 1,3, mais on abrège ainsi la durée de la batterie et on diminue le rendement. En mettant en œuvre tous les moyens possibles, on ne peut pas espérer réduire le poids au-dessous de 20 kg : kw-h qui peut être pris comme la limite théorique correspondant à l'accumulateur au plomb. On a utilisé du zinc pour les plaques négatives avec du peroxyde de plomb sur la plaque positive ; le zinc se dissout graduellement pendant la décharge, et il faut le renouveler de temps à autre, de même que l'électrolyte. Ce type d'accumulateur est certainement plus léger, mais il est aussi plus coûteux et présente des inconvénients.

Ces dernières années, on a vu apparaître l'accumulateur alcalin dû à Edison dans lequel l'électrolyte est une solution contenant 21 pour 100 de potasse caustique. La batterie pèse de 28 à 33 kg : kw-h. Il n'y a, à ce point de vue, guère de progrès sur l'accumulateur au plomb utilisé dans les véhicules. Mais l'accumulateur Edison présente certains avantages ; il a une durée de vie plus grande et nécessite un moindre entretien. Cependant, quelques inconvénients : il est plus coûteux, plus encombrant et a un rendement moindre. Il y a, d'ailleurs, de notables différences entre les accumulateurs Edison et l'accumulateur au plomb : dans le système Edison, l'électrolyte lui-même ne prend aucune part aux réactions chimiques et il sert uniquement à réaliser un milieu conducteur entre les électrodes. La réaction consiste essentiellement dans le transport de groupements OH vers l'électrode de fer ; les divers hydroxydes de fer et de nickel ne sont pas tout à fait stables sous les diverses conditions de charge et de décharge ; il en résulte, en particulier, que la concentration de l'électrolyte varie légèrement. L'équation chimique qui régit la réaction principale montre que, théoriquement, 1 g de fer et 4 g d'hydroxyde de nickel sont nécessaires pour la production d'un ampère-heure. La tension moyenne de décharge est 1,2 v ; donc, pour 1 kw-h, il faudra 4 kg de matière active au lieu des 6 kg qu'il faut pour l'accumulateur au plomb. En outre, il devrait être possible d'ajouter d'autres substances conductrices de manière à utiliser plus efficacement l'oxyde de nickel et le fer. Mais il faut dire que cela n'a pas été fait jusqu'ici ; le fer, en particulier, est présent en grand excès dans les batteries existantes. En outre, si le problème était suffisamment étudié à la lumière de la chimie physique, il semble que la conductance de la batterie pût être augmentée. Le poids de l'acier utilisé pour la carcasse et pour les bacs, et qui est tout à fait considérable comparé au poids des substances actives, devrait pouvoir être réduit ; la distance entre les plaques pourrait également être réduite, et, par suite aussi, le volume de l'électrolyte si l'on disposait de séparateurs plus efficaces pour la protection contre les courts-circuits. Il ne semble pas théoriquement impossible d'espérer des perfectionnements considérables dans ces directions ; on pourrait peut-être atteindre un poids de 14 kg : kw-h, et ceci sans une réduction déraisonnable de la durée de la batterie.

Plusieurs idées ont été proposées pour perfectionner la batterie Edison, mais sans grand succès. On a suggéré de remplacer le fer par le cadmium ; cette idée a été proposée en vue de tourner le brevet d'Edison et ne repose pas sur des bases chimiques ou techniques. Des réseaux de fil fin ou de minces plaques perforées peuvent être recouverts de substance active ; on pensait pouvoir obtenir une substance particulièrement conductrice de cette manière ; mais il ne semble pas qu'on ait atteint aucun résultat efficace. D'ailleurs, tous ces perfectionnements entraîneraient une élévation du prix de revient qui est déjà assez élevé pour la batterie Edison.

En comparant ces résultats avec ceux fournis par d'autres sources de puissance, on trouve qu'une chute d'eau de 10 m de haut nécessiterait environ 36 t d'eau pour produire 1 kw-h ; c'est environ 300 fois le poids d'un accumulateur fixe. Prenons le cas de l'air comprimé. Les cylindres sont incontestablement lourds ; remplis sous une pression de 100 à 200 atmosphères, ils pèsent de 6 à 10 kg : kw-h. Le charbon considéré comme source de puissance emmaganisée pèse environ 2 kg : kw-h ; mais le poids de l'eau et de la chaudière doit être compris dans cette évaluation. Avec une machine à vapeur, le poids du charbon et de l'eau est de 16 kg et celui de la chaudière 19 kg : kw-h, en supposant que l'énergie dût être produite dans une heure. On a ainsi un total de 35 kg : kw-h pour une heure ; on a environ 20 kg : kw-h si la production doit être envisagée pendant cinq heures.

Comparé au pétrole, l'accumulateur électrique est dans une position désavantageuse. Le pétrole pèse 0,25 kg : kw-h ; le récipient qui le contient pèse également peu ; probablement l'ensemble ne doit pas dépasser 0,5 kg : kw-h. Le moteur à pétrole peut être rendu beaucoup plus léger que le meilleur type possible de moteur électrique ; donc, il ne peut y avoir aucune comparaison à ce point de vue pour les besoins de l'aviation. Mais pour le travail de camions il n'y a pas grande différence ; le poids des deux types est sensiblement le même et le camion à accumulateur peut faire une journée de 80 km sans être rechargé. Cette distance suffit pour la plupart des besoins pratiques.

A. B.

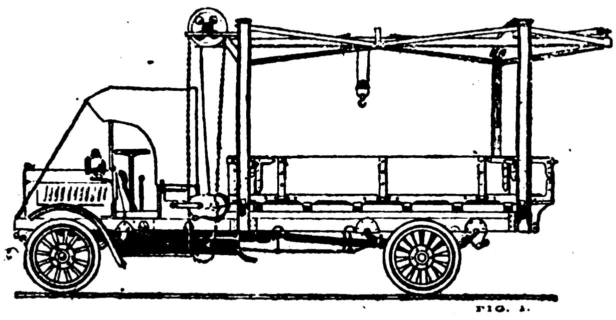
72 b

Digitized by Google

Notes pratiques

Les manutentions dans les usines (¹). — Un grand établissement du Havre a institué, en vue de réaliser des économies de main-d'œuvre, le travail à la tâche pour les travaux de terrassements, pose de voies ferrées, chargements et déchargements de matériaux divers (sables, graviers, mâchefers, etc.), enlèvement des ordures des ateliers (chiffons, balayures), des tournures, sciures et copeaux, etc.

Cette mesure a été complétée par l'adoption de camions automobiles spécialement aménagés que représentent les figures ci-dessous et qui permettent les transports extra-rapides. La première est un camion de 3 t destiné à l'enlèvement et au transport des ordures et déchets; les chiffons



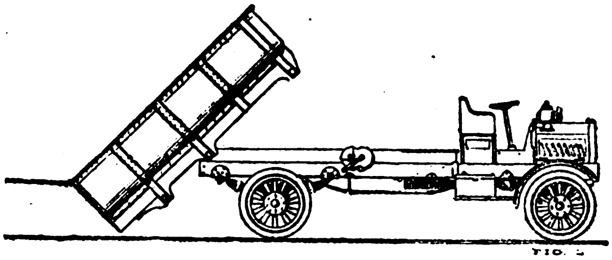


Fig. 1. et 2. — Camion automobile pour le chargement et le déchargement mécanique des boîtes à ordures.

et balayures sont mis à la pelle à main dans des bennes d'atelier munies de petites roues par le personnel préposé au nettoyage (femmes, ouvriers âgés), lequel est payé suivant le nombre de bennes remplies.

Ces bennes sont ensuite roulées à l'extérieur de chaque atelier et disposées dans des casiers ad hoc; le conducteur du camion n'a plus qu'à amener son véhicule à proximité des casiers et, à l'aide de l'appareil de levage à chariot roulant dont il est muni, charge rapidement les bennes pour les transporter aux fours à incinérer dans lesquels elles seront vidées avec la même rapidité.

Ce camion a permis une économie journalière de six hommes et d'un cheval. La seconde figure représente un camion à benne basculante pour le transport des sables, cailloux, etc., il permet le transport rapide de 5 t de matériaux à la fois et leur chargement presque instantané.

La manœuvre de la benne qui glisse sur un châssis à guides se fait à l'aide d'une manivelle placée sur le côté du camion, et qui actionne une chaîne de commande. Sur le dessin, la benne occupe la position de déchargement.

Naturellement, cette installation a permis une économie importante de manutentionnaires.

Lorsque ces camions ne sont pas employés pour l'usage spécial pour lequel ils sont agencés, ils servent aux transports ordinaires.

(¹) *Bulletin des Usines de guerre*, 27 août 1917, p. 143.

Meilleure utilisation de la surcharge imposée aux moteurs à cage d'écureuil (¹). — On sait qu'un moteur à cage d'écureuil peut développer un couple égal à 200 et même 250 pour 100 de son couple normal pendant de courts instants et qu'il peut transmettre une puissance correspondante; aussi ce moteur est-il particulièrement bien adapté à la manœuvre des marteaux-pilons, des laminoirs et des presses à emporte-pièce. Cependant l'utilisation de cette précieuse faculté est sérieusement limitée par les poulies; les lourdes surcharges instantanées causent un glissement excessif de la courroie, à cause du petit arc de contact et aussi de l'allon-

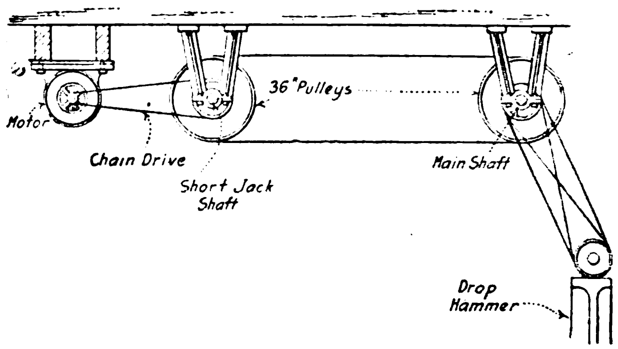


Fig. 1. — Dispositif de commande d'un marteau-pilon par moteur à cage d'écureuil. — Motor, moteur; Chain Drive, chaîne d'entraînement; Short Jack Shaft, arbre intermédiaire; Main Shaft, arbre principal; Drop Hammer, marteau-pilon; 36" Pulleys, poulie de 91 cm.

gement. Habituellement ce glissement est réduit temporairement en tendant la courroie, ce qui amène inévitablement des dérapages. — Dans une grande installation de marteaux-pilons, on utilise toute la capacité de surcharge du moteur et on prévient les chutes de courroies, en montant une combinaison chaîne et courroie, comme le montre la figure; la grande poulie montée sur l'arbre auxiliaire et entraînée par la chaîne devient, en quelque sorte, partie intégrante du moteur, et on peut calculer le diamètre de façon à l'adapter exactement à la surcharge développée par le moteur. — La réunion directe du moteur à l'arbre principal au moyen d'une chaîne peut sembler être une solution plus simple; cependant, quand la courroie intermédiaire, jouant le rôle de tampon, est éliminée, on risque de casser les chaînes et les accouplements et de cisailler les clavettes. — P. V.

(¹) Sidney FISCHER. *Electrical World*, 3 février 1917, t. LXIX, p. 225, 300 mots, 1 fig.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Assemblées générales

Société d'Outillage mécanique et d'Usinage d'artillerie.

Assemblées générales ordinaire et extraordinaire des 5, 18 juillet et du 21 août 1917.

La Société d'Outillage mécanique et d'Usinage d'artillerie a réalisé au cours de l'exercice un vaste programme d'extensions par l'absorption de la majeure partie de l'actif de la Société « L'Usine mécanique Lyonnaise », ainsi que du constructeur réputé d'appareils hydrauliques M. Victor Champigneul, moyennant l'attribution à l'une de 29748 actions d'apport d'une valeur nominale de 100 fr et de 23585 actions à l'autre.

En suite de ces attributions, la Société d'Outillage mécanique et d'Usinage d'artillerie a augmenté son capital de 5333300 fr, le portant ainsi de 16 millions à 21333300 fr.

L'assemblée générale extraordinaire du 18 juillet, après avoir entendu lecture des rapports des commissaires aux apports, a approuvé et rendu définitives les opérations précédentes ; elle a, de plus, décidé une seconde augmentation du capital social, lequel a été porté de 21333300 fr à 32 millions, ainsi qu'une émission de 32000 bons décennaux 6 pour 100 de 500 fr.

Cette augmentation du capital a été rendue définitive par l'assemblée générale extraordinaire du 21 août.

La dénomination de la Société a été changée en conséquence de ces apports, et celle-ci prend la dénomination suivante :

Société d'Outillage mécanique et d'Usinage d'artillerie, S. O. M. U. A., « Usines Bouhey, Farcot et Champigneul ».

Le bilan soumis à l'assemblée générale ordinaire du 21 août porte la trace de l'activité industrielle et de l'extension considérable des diverses installations de la Société pendant l'exercice. C'est ainsi que les immobilisations ont passé de 12867000 fr à 21395836 fr, en augmentation de 2641902 fr pour les terrains et constructions et de 5876769 fr pour le matériel.

Les bénéfices nets de l'exercice s'élèvent à 2636949 fr qui ont été employés, en dehors des prélèvements et attributions statutaires, à distribuer aux actions un dividende de 7 pour 100 et à porter au fonds de prévoyance 500000 fr, et au fonds de retraite 110000 fr.

Bilan au 31 mars 1917.

Actif.

	fr
Fonds de commerce	100 000 »
Apports	700 000 »
Terrains (Saint-Ouen et Montzeron)	4 342 488,05
Constructions (Saint-Ouen et Montzeron)	5 118 387,28
Matériel (Saint-Ouen et Montzeron)	6 026 240,41
Frais d'émission actions	60 000 »
Prime de remboursement des obligations	200 000 »
Actionnaires	1 750 »
Débiteurs divers et effets à recevoir	5 337 108,90
Caisse, banque et divers	1 581 745,42
Portefeuille d'obligations de la Défense nationale et d'emprunt 1916	1 036 961,85
Marchandises générales	14 414 211,38
	38 948 893,29

Passif.

	fr
Capital actions	16 000 000 »
Capital obligations	8 000 000 »
A reporter	24 000 000 »
Report	24 000 000 »
Réserve légale	305 449,60
Fonds de prévoyance	500 000 »
Fonds de retraites	94 541,79
Contributions extraordinaires de guerre, solde 1914-1915	59 803,25
Coupons échus non payés	81 089,41
Créanciers divers	11 218 052,03
Profits et pertes :	
Report de l'exercice 1915-1916	53 007,22
Produits nets de l'exercice 1916-1917	2 636 949,99
	38 948 893,29

Compagnie Electrique de la Loire et du Centre.

Assemblée générale ordinaire du 29 novembre 1917.

Les recettes d'exploitation des trois secteurs de la Compagnie à Saint-Etienne, Roanne et Montluçon ont été en progression notable pendant l'exercice; elles ont été de 13084886 fr contre 9171831 fr en 1915-1916 et 6734024 fr en 1914-1915. L'augmentation a été de 42 pour 100 par rapport à l'exercice précédent.

Le compte profits et pertes accuse un bénéfice de 2226967 fr, déduction faite de 350000 fr passés au débit de ce compte pour amortissement partiel du supplément de dépenses d'immobilisations dû à la guerre. Sur cette somme il a été attribué 350665 fr aux amortissements divers et un dividende de 7 pour 100 aux 25000 actions.

D'importants travaux ont été exécutés pendant l'exercice, notamment l'achèvement de l'usine hydro-électrique de l'Ance qui a été mise en service au début de 1917.

L'usine thermique de Montaud à Saint-Etienne a également due être renforcée par l'acquisition d'un nouveau groupe turbo-alternateurs de 6000 kw avec batteries de chaudières correspondantes.

De nombreuses lignes ont été construites pour de nouveaux clients ou pour relier entre eux les secteurs.

La production en kilowatts-heure s'est élevée à 156115654 fr contre 116064317 fr pour 1915-1916.

Le nombre d'abonnés est passé de 21677 à 23180 et le nombre de chevaux en force motrice branchée est passé de 44617 à 51432.

Bilan au 30 juin 1917.

Actif.

	fr
Apports, frais de constitution et de premier établissement	Mémoire.
Mobilier, outillage, voitures	1 »
Acquisitions et dépenses faites en vue de projets nouveaux	20 001 000 »
Immobilisations :	
Secteur de Saint-Etienne	38 481 056,34
Secteur de Roanne	8 675 944,18
Secteur de Montluçon	10 163 035,94
Appareils en location	1 951 872,20
Terrains, droits de riverainetés et divers	72 691,30
Prime de remboursement et frais d'émission d'obligations et de bons	2 313 848,48
Caisses et banques	1 737 446,39
Débiteurs	5 005 853,99
Portefeuille et participations	5 648 623 »
Bons de la Défense nationale	2 544 000 »
Marchandises en dépôt et magasins	2 541 330,67
	79 155 704,46

Digitized by Google

Passif.

	fr
Capital actions	25 000 000 »
Obligations et bons	30 851 500 »
Réserve légale	438 352,35
Fonds de renouvellement	1 500 000 »
Réserve générale pour amortissements	4 600 000 »
Coupons à payer et intérêts courus sur obligations	713 127,16
Obligations à rembourser	82 384,80
Créanciers divers	13 403 140,27
Reliquat des exercices antérieurs	295 232,18
Bénéfice de l'exercice 1916-1917	2 226 967,70
	79 155 704,46

Société d'Applications industrielles.

Assemblée générale ordinaire du 28 novembre 1917.

La Société d'Applications industrielles possède, comme on le sait, d'importantes participations qu'elle a encore augmentées pendant l'exercice dans des entreprises de distribution d'énergie électrique, de constructions mécaniques et de traction. Les sociétés dans lesquelles elle est intéressée ont bénéficié de l'amélioration de la situation générale de l'industrie électrique, particulièrement celles qui exploitaient des usines hydro-électriques; sous l'impulsion vigoureuse de celles-ci et avec l'aide des pouvoirs publics, de nouvelles chutes ont été aménagées pendant la guerre qui ont apporté un appoint considérable d'énergie aux usines travaillant pour la Défense nationale.

Les entreprises ne possédant que des usines thermiques ont été moins favorisées, et l'augmentation de leurs recettes n'a pas été suivi d'un accroissement proportionnel de leurs bénéfices.

Cependant elles ont ressenti favorablement l'application de la clause charbonnière dans leurs fournitures d'énergie pour force motrice.

La Société, en raison de l'augmentation de son portefeuille pendant l'exercice, a cru devoir procéder à une nouvelle estimation, celle-ci ayant été maintenue la même qu'au 30 juin 1914 dans les comptes provisoires qui avaient été présentés; elle a inscrit de ce fait une somme de 387 738 fr au débit du compte profits et pertes.

D'autre part, étant données les variations considérables des cours de change, elle a tenu à verser la valeur de ses créances et dettes à l'étranger et elle a ainsi créé à l'actif un nouveau poste s'élevant à 1 178 567 fr.

Le solde du compte profits et pertes de l'exercice 1916-1917 s'élève à 448 496 fr, auquel il y a lieu d'ajouter le solde créditeur de l'exercice 1913-1914, les soldes créditeurs des exercices 1914-1915 et 1915-1916, ainsi que la réserve spéciale (tramways de Vanves) devenue disponible par suite de la solution favorable du procès relatif à cette créance hypothécaire ainsi que la réserve extraordinaire constituée les années antérieures.

On obtient ainsi un total disponible de 2 167 370 fr. Sur cette somme, il a été prélevé 2 millions de francs pour constituer une provision pour risques en pays envahis et risques de change. Le solde, après attribution de 5 pour 100 à la réserve légale, a été reporté de nouveau.

Le rapport du Conseil donne quelques renseignements sur les principales entreprises auxquelles la Société d'Applications industrielles est intéressée.

Ce sont, pour les sociétés utilisant la houille blanche :

Société pour la création et l'utilisation de force motrice;

Société des forces motrices d'Auvergne, dont l'augmentation de recettes a été de 20 pour 100 et le dividende porté à 5 pour 100;

Société des forces motrices de la Truyère;

Compagnie électrique de la Loire et du Centre, dividende 6 pour 100;

Société méridionale de transport de force, augmentation de recettes 26 pour 100, dividende 7 pour 100;

Sud-Electrique, augmentation de recettes 25 pour 100, dividende proposé pour 1916-1917 de 5 pour 100;

Société nimoise et Société avignonnaise d'Electricité, dividendes maintenus à 10 pour 100 pour la première et 5 pour 100 pour la seconde;

Union Électrique, augmentation de recettes 29 pour 100.

La Société des Applications industrielles a également des intérêts dans les réseaux suivants ayant des usines thermiques :

Société d'électricité de Caen, dividende maintenu à 5 pour 100;

Énergie électrique du Nord de la France et Est-Électrique; les réseaux de ces deux sociétés sont dans les pays envahis;

Energie électrique de la région parisienne;

Est-Lumière.

Dans les sociétés suivantes de distribution de gaz et d'électricité :

Gaz et électricité de Valence, dividende 5 pour 100;

Compagnie générale d'éclairage de Bordeaux;

Société industrielle de gaz et d'électricité.

Dans les sociétés de traction :

Compagnie des chemins de fer départementaux de la Haute-Vienne, augmentation des recettes 50 pour 100;

Societa Trazione ed Imprese Elettriche.

Dans les sociétés de métallurgie et de constructions mécaniques :

L'Eclairage Électrique, dividende 10 pour 100, dividende annoncé pour 1916-1917 de 12 pour 100;

Compagnie Électromécanique, dividende 8 pour 100;

Trafilarie e Laminatori di Metalli, dividende 8 pour 100.

Bilan au 30 juin 1916.

Actif.

	fr
Caisse, banques et bons de la Défense nationale	1 711 743,76
Coupons à encaisser	147 234,83
Débiteurs divers	3 043 177,48
Effets à recevoir	178 050,25
Portefeuille	18 604 818,80
Participations syndicales et commandite	600 156,20
Loyer d'avance et cautionnements	7 065 »
Droits de transmission à recouvrer	91 542,33
Mobilier	1 »
Comptes d'ordre	405 340 »
Dépréciation provisoire due au change	1 178 567,10
Prime de remboursement et frais d'émission des obligations	Mémoire.
Rachat des parts bénéficiairss	Mémoire.
	25 967 696,75

Passif.

	fr
Capital	10 000 000 »
Réserve légale	76 447,28
Réserve spéciale (tramways de Vanves)	280 315,46
Réserve extraordinaire	240 000 »
Obligations 4 1/4 pour 100	3 000 000 »
Créanciers divers et risques de change	8 189 409,32
Parts bénéficiaires à rembourser	2 021,04
Coupons actions	1 360,17
Coupons obligations	28 871,55
Titres à libérer (versements non appelés)	2 074 550 »
Comptes d'ordre	405 340 »
Profits et pertes reportés	22 327,38
Solde du compte profits et pertes de l'exercice 1913-1914	800 732,38
Solde provisoire du compte profits et pertes de l'exercice 1914-1915	109 522,02
Solde provisoire du compte profits et pertes de l'exercice 1915-1916	288 304,45
Solde du compte profits et pertes de l'exercice 1916-1917	448 495,70
	25 967 696,75

SECTION DE LÉGISLATION

Conflit entre un maire et un concessionnaire

Compétence du tribunal administratif à propos d'une décision du tribunal des Conflits du 19 mai 1917

Il n'est guère possible qu'un concessionnaire et une municipalité ne connaissent pas, à certaines époques, les ennuis d'une difficulté judiciaire. La grande décision à prendre avant de lancer le procès est celle de la juridiction devant laquelle il doit être porté. A ce titre, toutes les décisions du tribunal des conflits sont à retenir. Cette dernière solution est née, comme bien d'autres, de l'absence de charbon.

I. — Il ne faudrait pas admettre a priori que, parce qu'il aura trait à une difficulté éprouvée par un gazier, cet article ne doit avoir aucun intérêt pour les électriciens ; au contraire, la solution que nous allons commenter s'applique d'une façon générale à tout ce qui mérite le nom de « concessionnaire » des travaux publics.

Les faits sont assez dramatiques.

A la date du 12 juin 1916, la Compagnie de l'Éclairage par le Gaz de la ville de Bayonne saisissait le Conseil de préfecture des Basses-Pyrénées d'une demande tendant à obtenir un relèvement du prix du gaz, déclarant ne pas vouloir accepter la surélévation de 0,07 fr que la ville lui avait bénévolement offerte en raison de la difficulté des temps présents. Sans attendre la solution du tribunal administratif qu'elle avait saisi, la Compagnie du gaz cessa brusquement son exploitation à la date du 17 septembre 1916.

Le lendemain, la ville de Bayonne, par une réponse ex abrupto, se mettait en possession des usines, tuyaux de conduites, approvisionnements et en général de tout le matériel employé à l'usine pour l'éclairage municipal et particulier. Elle agissait ainsi, disait-elle elle-même, en vertu de l'article 15 du cahier des charges ainsi conçu : « En cas de liquidation ou de faillite, ou si, dans le cours de la concession, *la Compagnie se trouvait hors d'état de continuer son exploitation*, elle serait déchue de plein droit du bénéfice du présent traité ; l'administration municipale aurait le droit de prendre immédiatement possession provisoire des usines, tuyaux de conduites, approvisionnements et en général de tout le matériel employé à l'usine pour l'éclairage municipal et particulier. Dans le cas où l'administration userait de cette faculté, en tout ou en partie, elle continuerait cette exploitation, soit par régie, soit par adjudication, aux frais, risques et périls de la Compagnie, avec privilège expressément réservé et consenti pour se couvrir de la folle enchère et de ses frais, sur tous les terrains, bâtiments et matériel appartenant à la Compagnie. »

Du reste, un procès-verbal fut régulièrement dressé.

Mais le 19 septembre 1916, le Conseil de préfecture déboutait la Compagnie du gaz de toutes ses demandes en relèvement de tarif, de telle sorte que la Compagnie concessionnaire perdait, même le bénéfice de l'offre amiable qu'elle avait reçue de la municipalité de Bayonne [1].

[1] Nous croyons devoir mettre sous les yeux du lecteur quelques motifs d'ailleurs assez étranges de la décision du Conseil de préfecture, en tenant essentiellement à faire remarquer que cet arrêté est actuellement soumis au Conseil d'État et qu'il ne doit être tenu que comme provisoire : en voici quelques extraits :

« Considérant que le contrat passé entre la Compagnie de l'éclairage par le gaz pour la ville de Bayonne et la ville est un contrat à forfait, de longue durée et aléatoire, créant, d'une part, un monopole avec tous ses avantages pour le concessionnaire et, d'autre part, liant le concédant qui se trouve obligé pendant toute la durée de la concession de subir les conditions du traité, même pour le cas où il deviendrait désavantageux pour lui.....

» Que c'est vainement que la Compagnie du gaz prétend qu'elle ne pouvait prévoir une hausse de la houille arrivant à de pareilles proportions, qu'il était dans ses prévisions d'entrevoir les pires aléas ; que seule l'impossibilité de pouvoir se procurer le charbon nécessaire pouvait constituer un cas de force majeure faisant de plano tomber le contrat.....

» Que la ville de Bayonne, dans un esprit de conciliation, a offert 0,07 fr de relèvement du prix du gaz par mètre cube, proposition que la Compagnie ne voulut même pas examiner, alors qu'une Compagnie similaire, opérant plutôt dans des conditions moins favorables, l'avait acceptée.

» Que, dans ces conditions, il ne reste plus au Conseil qu'à appliquer les principes de droit et les prescriptions de l'article 1 134 du code civil, qui dit que les conventions légalement formées tiennent lieu de loi à ceux qui les ont faites...

» Que la Société d'Eclairage au Gaz pour la ville de Bayonne exploite sa concession depuis soixante-douze ans avec divers renouvellements ; qu'elle doit l'exploiter jusqu'en 1941 ; qu'elle a fait des bénéfices très considérables dans la seconde période de 1861 à 1906, époque à laquelle elle vendait le gaz 0,40 fr aux particuliers, de telle sorte qu'elle a pu en abaisser le prix de moitié, quand l'extension

Digitized by Google

Le pourvoi au Conseil d'État n'étant pas suspensif, la ville de Bayonne était autorisée à continuer à la fois l'exploitation qu'elle avait commencée elle-même la veille de cet arrêté, et toutes les procédures nécessaires pour faire prononcer la déchéance : aussi le 24 octobre 1916, un nouvel arrêté du Conseil de préfecture rendu par défaut, prononça la déchéance de la Compagnie et déclara qu'à bon droit la ville avait pris possession pour assurer un service public indispensable de l'usine et des canalisations placées dans les rues et qu'à bon droit enfin l'exploitation serait continuée soit par régie, soit par adjudication aux frais, risques et périls de la Compagnie. Cet arrêté fut suivi naturellement d'un nouveau pourvoi.

Mais, de succès en succès, la ville ne voulut point s'arrêter en chemin et, le 15 novembre 1916, le maire qui était déjà en possession de l'usine, prit encore possession d'un local à l'usage de magasin et de bureau, accessible au public que le concessionnaire avait créé pour être plus facilement en rapport avec sa clientèle, et se fit remettre malgré l'opposition du représentant de la Compagnie, et avec l'assistance du commissaire de police, les registres, papiers et matériel qui s'y trouvaient, ainsi qu'une encaisse de 223,60 fr : il y eut inventaire régulier de ces divers objets.

Cette perquisition domiciliaire, faite avec l'assistance de la force armée, et l'introduction d'un personnage municipal dans un magasin et un bureau commercial eurent le don de vexer au vif les susceptibilités bien compréhensibles de la Compagnie, et par un exploit du 30 novembre 1916, sur ordre du siège social qui est à Lyon, le représentant fit signifier à M. le maire une sommation d'avoir à vider les lieux et à restituer ce qu'il avait pris, sommation contenant assignation à comparaître devant le juge des référés, pour entendre ordonner l'expulsion du maire, sous l'offre de communiquer tous renseignements comptables qui seraient nécessaires à la marche du service public.

II. — Arrivée à ce point, la procédure entreprise soulevait une foule de questions intéressantes : tout d'abord, y avait-il urgence à ordonner l'expulsion du maire, car la juridiction exceptionnelle du référé doit toujours être légitimée par une raison d'urgence ? Ensuite le maire avait-il agi dans la limite de ses droits en s'installant rapidement dans des locaux purement commerciaux, car nous soulignons encore que ce n'est point contre la prise en possession des usines et des canalisations que la Compagnie protestait, mais bien contre l'installation dans son bureau commercial d'un agent de la municipalité, contre la mainmise dudit agent sur l'encaisse qui s'était trouvée dans le coffre et sur les livres ?

Mais toutes ces questions pourtant intéressantes en elles-mêmes passèrent d'un seul coup au second plan en raison du fait suivant. Le 10 décembre, un déclinatoire d'incompétence était présenté par M. le préfet des Basses-Pyrénées, tendant à ce que le juge des référés se déclarât *incompétent*, les questions soumises à ce magistrat appartenant au *contentieux administratif*. Et le procureur de la République présentait en ce sens des conclusions formelles, si bien que le juge des référés, avant même d'écouter les plaideurs, devait répondre au préfet représenté par le procureur de la République et affirmer sa propre compétence, ou bien la décliner d'une façon complète.

Un scrupule dut venir tout d'abord à l'esprit du président des référés. Sans doute, la procédure du déclinatoire d'incompétence est extrêmement fréquente devant le tribunal judiciaire : que de fois les avocats, qui passent leur existence dans le contentieux administratif, ont vu, à l'audience, des plaidoiries le représentant du ministère public se lever et déclarer qu'il s'oppose à la discussion parce qu'elle doit mettre en cause *un acte administratif* du maire et non pas *un acte personnel* de ce magistrat principal. Mais, en matière de référé, la question est beaucoup plus neuve. Cependant, elle n'a fait et ne devait faire aucune difficulté pour les motifs suivants : une jurisprudence (¹) à peu près constante (Conseil d'État, 22 janvier 1867, tribunal des Conflits, 11 janvier 1873, tribunal des Conflits, 5 novembre 1880, 13 et 27 janvier 1883) affirme que le conflit peut être élevé en référé, par la raison que le président du tribunal n'exerce pas une juridiction exceptionnelle, mais est en réalité le représentant de l'autorité judiciaire dans les matières d'urgence et que le ministère public, en vertu des articles 83 et 112 du code de procédure civile, doit assister au référé lorsqu'il s'agit de causes intéressant l'ordre public, l'État, le Domaine, les communes, etc..., de plus, les termes de l'ordonnance du 1er juin 1828 relative aux conflits d'attribution entre les tribunaux judiciaires et l'autorité administrative sont extrêmement vastes et larges : « Lorsqu'un préfet, dit cette ordonnance, estimera que la connaissance d'une question portée devant un tribunal de première instance est attribuée par une disposition législative à l'autorité administrative, il pourra, alors même que l'administration ne serait pas en cause, demander le renvoi de l'affaire devant l'autorité compétente. A cet effet, le préfet adressera au procureur de la République un mémoire dans lequel sera rapportée la disposition législative qui attribue à l'administration la connaissance du litige. Le procureur fera connaître dans tous les cas au tribunal la demande formée par le préfet et requerra le renvoi, si la revendication lui paraît fondée ».

de la consommation avec les autres sources et revenus de l'exploitation lui a permis de le faire.

» Que la Compagnie du gaz a joint la menace par la voie de la presse et des écrits distribués à profusion, faisant savoir qu'elle fermerait son usine le 17 septembre, qu'en agissant ainsi elle essayait de peser sur l'esprit des personnes chargées de la sauvegarde des intérêts publics et tendait à créer un état de trouble dans la population.

» Par ces motifs, le Conseil déboute la Compagnie. »

(¹) On peut encore consulter : Garsonnet, t. viii ; Aucoc, *Conférences sur le droit administratif*, t. i, p. 716 et 719 ; *trib. Conf.*, 13 décembre 1902-1903, 3, p. 71 ; Mérignac, *Ordonnances de référés*, t. xxxi, nos 209 et 210.

Digitized by Google

Donc, même en référé, le président doit écouter la voix du procureur représentant le préfet, sauf à n'en tenir aucun compte si ce n'est pour consigner dans son jugement qu'il a pris connaissance du déclinatoire.

Ceci étant expliqué, nous devons reconnaître qu'il est rare de trouver une ordonnance aussi bien étudiée que celle qui a été rendue par le président du tribunal civil de Bayonne, à la date du 16 décembre 1916.

Il a tenu tout d'abord à bien préciser les faits dont il était saisi : il reconnaît et déclare qu'il ne peut être question devant lui que de l'expulsion de la Compagnie des bureaux et du magasin qu'elle avait dans une maison particulière, moyennant un bail indiscutable : il ne pouvait point être question de l'usine, d'abord parce que la Compagnie elle-même n'en parlait en aucune façon dans son exploit introductif d'instance, et ensuite parce que toute la question de l'usine à gaz et des canalisations avait été réglée par les instances administratives qui, précisément, en avaient ordonné la remise à la municipalité; il y avait donc chose jugée par le tribunal administratif et le représentant de la juridiction judiciaire se gardait bien de vouloir y pénétrer.

Mais cela amenait tout naturellement le magistrat à préciser que les décisions administratives étaient justement muettes en ce qui concerne la prise de possession du local industriel, et bien plus, ces décisions étaient copiées sur l'article 15 du cahier des charges, lequel ne faisait en aucune façon mention du local commercial, « on ne saurait y trouver trace, dit l'ordonnance, d'une allusion à la comptabilité ni aux autres objets du débat actuel ».

Doit-on s'arrêter, dit encore l'ordonnance, devant cette formule vague qu'il s'agit de *l'application d'un traité administratif* qui ne serait, d'après la terminologie juridique, qu'un marché de travaux publics et de fournitures? Mais le juge des référés n'a pas à s'incliner devant l'énoncé seul de l'objection et il doit rechercher si la question posée lui a été bien définie ; or, d'après lui, quelle est la question? Elle peut, dit-il, être résumée de la façon suivante : « Puisque, ni dans la décision administrative, ni dans le cahier des charges, on ne trouve aucune mention du local commercial, on ne peut pas dire que l'acte de prise de possession ait été commandé par aucun de ses textes; alors même qu'elle aurait été prévue au contrat, cette prise de possession a été fortement discutée par le représentant de la Compagnie qui s'y est opposé de toutes ses forces, et il en résulte que, étant donné ce principe que personne ne peut se faire justice à soi-même dans l'exécution d'un contrat litigieux, le juge des référés se trouve seulement saisi d'une prise de possession d'un local pour lequel l'occupant avait un bail, par conséquent au premier chef un contrat civil de sa nature. Et, en fait, on ne saurait dire que l'acte du maire a, comme excuse ou comme prétexte, le caractère d'acte indispensable pour l'exécution d'un service public ; il existe, en effet, dans l'usine elle-même et il figure dans l'état des lieux couché à l'inventaire un bâtiment portant le n° 26, affecté au service de la comptabilité.

Enfin, si l'on admet, dit l'ordonnance, que la prise de possession de la comptabilité pour le service public était indispensable, il convient de décider qu'il ne doit pas se prolonger outre mesure et que la ville, quand elle aura les registres en sa possession pendant un mois, ne saura les détenir plus longtemps.

En résumé, le juge des référés déclare :

a) Qu'il est en présence non pas d'un fait administratif mais d'un fait personnel accompli par le maire.

b) Que ce fait ayant été l'objet de protestations, et ayant pour conséquence l'expulsion violente d'une personne nantie d'un bail formel, ne doit pas être toléré.

c) Qu'en conséquence, il ordonne la réintégration exclusive de la Compagnie dans le local de la maison dont elle était locataire, et par suite l'abandon par la ville et ses agents dudit local, en spécifiant que la réintégration et l'abandon seront simultanés et constatés par procès-verbal d'huissier, après avoir été précédés d'un avertissement donné quarante-huit heures à l'avance par ministère d'huissier à la requête de la Compagnie; il ordonne la remise aux endroits où ils se trouvaient dans ledit local, du montant de l'encaisse et de tous objets mobiliers, sauf en ce qui concerne les registres et pièces de comptabilité qui continueront à rester en possession de la ville pendant un mois encore.

En un mot, sauf sur l'expulsion de la ville *manu militari* que la Compagnie avait demandée, satisfaction était complètement donnée au concessionnaire, pour des motifs qui, en droit, paraissent très sérieux.

III. — Mais les tribunaux supérieurs ont une tendance, aujourd'hui, à porter jusqu'à l'extrême limite l'extension de la juridiction administrative.

Et le tribunal des conflits sur le rapport d'un de ses membres, M. Michel Jaffard et les conclusions de M. Corneille, commissaire du gouvernement ont examiné la question sous le jour suivant : le point en litige est en réalité ce qui suit : faut-il considérer que, la Compagnie du gaz ayant loué un local en dehors de son usine, la ville est en droit de prendre possession du local? Faut-il au contraire déclarer que ce local n'avait rien de commun avec l'usine? Mais de toutes façons, pour donner une solution positive ou négative, il faut examiner si ce bureau central, destiné à faciliter les rapports du public avec l'exploitant, doit ou non être envisagé comme un accessoire, une sorte d'annexe de l'usine à gaz; et cela impliquera alors l'étude de l'article 15 du cahier des charges et fera, par conséquent, rentrer toute l'affaire dans le domaine administratif, non point par l'examen du point toujours scabreux du fait personnel ou du fait administratif du maire, mais par l'application de l'incompétence du tribunal judiciaire pour l' « interprétation » d'un article appartenant à un traité administratif. Voilà pourquoi nous lisons, dans la « Gazette des tribunaux » du 12 juillet 1917, une décision du tribunal des conflits ainsi rédigée :

Le tribunal des Conflits :

Considérant qu'à la suite d'un différend relatif au relèvement du prix du mètre cube du gaz, la Compagnie

Digitized by Google

d'Éclairage par le Gaz de la ville de Bayonne cessa son exploitation le 17 septembre 1916 et que, par application de l'article 15 d'un avenant au traité de concession, la ville de Bayonne prit immédiatement possession provisoire des « usines, tuyaux de conduites, approvisionnements et, en général, de tout le matériel employé à l'usine pour l'éclairage municipal et particulier; »

Considérant que, le 15 novembre 1916, sur le refus du représentant de la Compagnie du gaz, le maire de Bayonne, assisté du commissaire central de police qui en dressa le procès-verbal, prit possession d'un magasin ou bureau ouvert au public que la Compagnie louait au centre de la ville pour les besoins de son exploitation et se fit remettre les livres et les pièces de comptabilité, ainsi qu'une encaisse de 223,60 fr qui s'y trouvait;

Considérant qu'à raison de cet incident, la Compagnie du gaz assigna la ville en état de référé devant le président du tribunal civil de Bayonne et que, par ordonnance du 23 décembre 1916, ce magistrat, rejetant le déclinatoire de compétence présenté au nom du préfet des Basses-Pyrénées s'est déclaré compétent, a dit n'y avoir lieu de surseoir et a ordonné l'expulsion de la ville des locaux dont il s'agit, avec restitution des livres qui resteront néanmoins entre ses mains pendant un mois à partir de la signification de l'ordonnance;

Considérant que cette sentence est fondée sur ce que l'acte du 15 novembre 1916 constituerait un fait personnel d'exécution forcée portant atteinte au droit de propriété, et non un acte administratif;

Mais, considérant que la question du procès consistait à savoir qui, de la Compagnie du gaz ou de l'administration municipale pouvait disposer de ces livres de comptabilité et devait avoir la jouissance desdits locaux, que, pour résoudre cette question, il fallait examiner si le bureau central, destiné à faciliter les rapports du public avec l'exploitant devait ou non être envisagé comme un accessoire de l'exploitation du gaz et une sorte d'annexe de l'usine, dont la ville avait le droit de prendre provisoirement possession, comme de l'usine elle-même, ce qui impliquait l'obligation d'interpréter l'article 15 susvisé; que, par suite, le litige était de la compétence des tribunaux administratifs et qu'il ne pouvait appartenir au juge des référés d'en connaître;

Considérant que, dans ces conditions, le juge des référés, après s'être déclaré à tort compétent, a passé outre et a ordonné la réintégration de la Compagnie du gaz, méconnaissant ainsi les prescriptions des articles 7 et 8 de l'ordonnance du 1er juin 1828;

Décide : le conflit élevé par le préfet des Basses-Pyrénées, le 30 décembre 1916 est confirmé. Et sont considérés comme non avenus l'exploit d'assignation du 30 novembre 1916 et l'ordonnance rendue le 23 suivant 1916, en état de référé par le président du tribunal civil de Bayonne.

Quand on lit cette décision, et quand on remarque qu'elle est basée tout entière sur les grands mots « d'interprétation » d'un contrat administratif, on est tenté de relire l'article 15 qui, d'après elle, serait à interpréter... et l'on observe, non sans étonnement que, précisément, ainsi que l'avait remarqué le président de Bayonne dont l'ordonnance vient d'être annulée, ledit article ne prononce même pas le mot d'un local commercial, qu'il se borne à indiquer les canalisations, l'usine, en un mot tout ce qui constitue la base même de l'industrie. Et il semble bien que ce n'est pas faire une interprétation mais une constatation aussi facile qu'exacte que de vérifier le mutisme absolu d'un contrat sur un point.

Paul Bougault,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Législation, jurisprudence, réglementation

Arrêté nommant les membres de la Commission centrale des machines à vapeur pour les années 1917 et 1918.

Le « Journal officiel » du 30 novembre 1917, publie, p. 9678, un arrêté pris en date du 27 novembre 1917 par le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre et qui nomme pour les années 1917 et 1918 les membres de la Commission des machines à vapeur. Ces membres sont :

MM. Henriot, inspecteur général des mines.
Nivoit, inspecteur général des mines (en retraite).
Delafond, inspecteur général des mines (en retraite).
Dougados, inspecteur général des mines
Walckenaer, inspecteur général des mines.
Sauvage, inspecteur général des mines.
Nantien, inspecteur général des mines.
Bès de Berc, ingénieur en chef des mines.
Clérault, ingénieur en chef des mines (en retraite).
Ricour, inspecteur général des Ponts et Chaussées (en retraite)
Résal, inspecteur général des Ponts et Chaussées.
Colmet-Daage, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chef du service technique des eaux et de l'assainissement de la Ville de Paris.
MM. Lelong, ingénieur en chef de 1re classe du génie maritime, membre du Comité technique de la marine.
Bouvier, ingénieur en chef du service central des constructions des manufactures de l'Etat.
Solacroup, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, ingénieur en chef du matériel et de la traction à la Compagnie du chemin de fer d'Orléans.
Niclausse, président du Syndicat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France.
Grangé, vice-président du Syndicat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France.
Leroux, vice-président du Syndicat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France.
Compère, directeur de l'Association parisienne des propriétaires d'appareil à vapeur.
Lemire, inspecteur principal de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur du nord de la France.
Bochet, ingénieur en chef des mines.
Bellom, ingénieur en chef des mines.
N..., ingénieur en chef des mines.
Audy, sous-chef de bureau à l'administration centrale.

M. Henriot remplira les fonctions de président et M. Ricour les fonctions de vice-président pour l'année 1917.

M. Bochet remplira les fonctions de rapporteur, M. Bellom celles de secrétaire et M. Audy celles de secrétaire-adjoint pendant la même année.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 25. — 22 DÉCEMBRE 1917.

Chronique. — Les travaux scientifiques de Maurice Leblanc. — Sur le choix d'un type de barrage et sur la pratique américaine dans la construction des barrages en maçonnerie pleine. — Chambre syndicale de la Tourbe et du Lignite. — Le cours des matériaux de construction dans Paris. — Académie des Sciences, p. 961-964.

Section scientifique et technique. — La Commission électrotechnique internationale; le Comité électrotechnique français, p. 965. — Revues, analyses et informations : Mesure de la résistance des terres, p. 968; Calcul du coefficient d'accouplement de deux bobines plates coaxiales enroulées en spirale, p. 969; Le développement de l'emploi des détecteurs et leur théorie, p. 971; La transformation des cristaux de tungstène en filaments pour les lampes à incandescence, p. 973. — Nouvel appareil fluorométrique pour le dosage des rayons X, p. 974.

Section industrielle. — Lampe à arc à deux paires de charbons pour réseaux à courants polyphasés de basse fréquence, par André BLONDEL, p. 975. — La tourbe et l'industrie électrique (*suite*), par Pierre GUIEU, p. 981. — Revues, analyses et informations : Déphasage dans les transformateurs d'intensité, p. 988; Turbo-alternateurs de la British Westinghouse Co, p. 990; La nouvelle machine d'extraction de Butte, p. 992; La question de la protection contre la foudre dans les écoles allemandes, p. 993. — Notes pratiques : Moyen efficace d'économiser le charbon dans les foyers, p. 994.

Section économique et financière — Les usines d'électricité au point de vue des Compagnies d'assurances contre l'incendie, par Pierre BIGOURDAN, p. 995. — Assemblées générales : Société d'Eclairage électrique de Bordeaux et du Midi, p. 996; L'Eclairage électrique, p. 997; Société d'Electrométallurgie de Dives, p. 997; Société d'Electricité de Paris, p. 998; Société des Moteurs à gaz et d'Industrie mécanique, p. 998.

Section de législation. — Législation, jurisprudence, réglementation : Proposition de loi ayant pour objet de modifier l'article 16 de la loi du 13 juillet 1916 concernant l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels et supplémentaires réalisés pendant la guerre, p. 999; — Loi relative aux saisies et ventes effectuées en pays ennemis, dans les territoires occupés par l'ennemi et en Alsace-Lorraine, p. 999; Décret créant un Comité consultatif des mines, p. 1000.

Les travaux scientifiques de Maurice Leblanc. — Une coïncidence heureuse a voulu qu'au moment où nous préparions la mise en page de ce numéro, qui contient, page 967, le portrait de M. Maurice Leblanc au titre de président de la Commission électrotechnique internationale, la librairie Gauthier-Villars publiait une « Notice sur les travaux scientifiques de M. Maurice Leblanc [1]. Cette publication nous permet, non de rappeler les travaux d'ordre électrique de cet ingénieur, car ils sont bien connus de nos lecteurs, mais de donner une vue d'ensemble de sa carrière.

A sa sortie de l'École polytechnique en 1878, M. Maurice Leblanc entra au service de la traction de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est où il resta pendant huit ans. Pendant son séjour dans cette Compagnie, il fut chargé de recherches expérimentales sur le frein continu Achard à de très grandes vitesses comprises entre 100 et 144 km:h. C'est également dans ce service qu'il fut amené à s'occuper de traction électrique, question sur laquelle, en collaboration avec M. Marcel Deprez, il publia une étude en 1885, dans « La Lumière électrique ».

En 1886, M. Maurice Leblanc entra comme ingénieur principal à la Société G. Bréville et Cie où, pendant deux ans, il s'occupa d'hydraulique et spécialement des pompes et turbines. L'étude d'un transporteur hydraulique de déblais, destiné à la Compagnie de Panama dont M. Maurice Hutin, camarade de promotion de M. Leblanc, était directeur des travaux, décida de l'avenir de sa carrière. Avec le concours matériel de M. Hutin, M. M. Leblanc abandonna ses fonctions d'ingénieur pour se consacrer entièrement aux applications de la science à l'industrie. « Au concours de M. Hutin, ajoute la notice, vint se substituer, à la fin de 1891, celui de la Société pour la Transmission de la force par l'Électricité, fondée par M. Marcel Deprez, et aussi celui de la Compagnie du Chemin de fer du Nord. Fin 1901, à la suite d'accords entre cette Société et M. Georges Westinghouse, celui-ci assura à M. Maurice Leblanc le concours de la Société anonyme Westinghouse, qui venait d'être fondée en France, et dont il a profité jusqu'à ce jour. Tous ont bien voulu le décharger de toute fonction commerciale et administra-

[1] Un vol., format 27 cm × 22 cm, 120 p., 29 fig., Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, 1917.

Digitized by Google

tive, pour qu'il puisse se consacrer entièrement à des recherches techniques, en le laissant libre de choisir leurs sujets ».

Avec le concours de la Société pour la Transmission de la force par l'Électricité, M. Maurice Leblanc fit surtout des études d'électromécanique qui aboutirent notamment :

1° A l'invention des *circuits amortisseurs*, pour assurer la stabilité de la marche des moteurs synchrones et des alternateurs accouplés en parallèle, circuits amortisseurs aujourd'hui généralement employés ;

2° A celle du *transformateur de fréquence et de tension*, pour transformer les courants alternatifs en courant continu ou réciproquement, dont plusieurs réalisations pratiques sont en service sur le réseau du Chemin de fer du Nord et dans un secteur parisien ;

3° A celle des appareils dits *avanceurs de phase*, destinés à rendre égal à l'unité le facteur de puissance des moteurs d'induction ou à permettre à ces machines, employées comme génératrices, de produire des courants réactifs comme des courants actifs, appareils qui commencent à se répandre dans l'industrie.

4° A celle de l'*alternateur compound* produisant des courants de tension constante, malgré la rapidité des variations de débit, quelque grande que soit sa réaction d'induit ;

5° A celle du *transformateur rotatif en cascade*, qui a reçu de nombreuses applications.

Dans le domaine de l'électricité, M. Maurice Leblanc s'est encore occupé de la théorie du moteur d'induction, des phénomènes de résonance électrique, des propriétés des condensateurs, de l'utilisation des courants de haute fréquence (1891), des surtensions dans les réseaux (1899), etc.

Mais ce n'est pas seulement dans ce domaine que M. Leblanc a poussé ses investigations : la thermodynamique lui est redevable d'applications appelées à prendre de grands développements.

Tous les ingénieurs de stations centrales connaissent les condenseurs Leblanc-Westinghouse et leur importance pratique. Ce ne sont cependant que les résultats partiels d'une question beaucoup plus générale que s'était posée M. Maurice Leblanc : réaliser un *frigorifère* capable de refroidir et surtout de sécher l'air des habitations des pays tropicaux en vue de rendre ces pays aussi facilement habitables pour l'Européen que le sont les pays tempérés. Une autre solution partielle de ce problème a également donné lieu à des applications : le refroidissement des soutes à munitions des grands cuirassés et celui des magasins à vivres des grands paquebots traversant les régions tropicales. Le même problème a encore amené l'auteur à l'étude complète des machines à très grande vitesse angulaire, à 500 tours par seconde. Mais nous ne pouvons que signaler ici ces remarquables travaux, et nous renvoyons les lecteurs, soit aux communications faites par l'auteur en 1911, 1912 et 1913 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, à la Société des Ingénieurs civils et à l'Association technique maritime, soit aux résumés que M. T. Pausert en a donné dans « La Revue électrique » (1).

Ces recherches ont d'ailleurs été interrompues par la guerre depuis le commencement de laquelle M. Maurice Leblanc s'est exclusivement consacré à l'étude de questions intéressant la Défense nationale. Espérons que les événements lui permettront bientôt de reprendre ses anciens travaux et que nos lecteurs auront l'occasion de lire ici, dans cette Revue, à la création de laquelle il a bien voulu contribuer comme vice-président de son Comité de Rédaction, les résultats nouveaux qu'on est en droit d'en attendre.

En terminant qu'on nous permette une remarque.

La citation que nous avons faite plus haut des conditions dans lesquelles M. Maurice Leblanc a pu poursuivre ses travaux scientifiques montre que, contrairement à l'opinion courante, il a existé et il existe encore en France des sociétés industrielles qui, loin de méconnaître les services que la science peut rendre à l'industrie, n'hésitent pas à prendre les dispositions nécessaires pour qu'un savant se trouve libre d'orienter ses recherches dans le sens qui lui convient. On ne saurait donc dire qu'il nous fallait l'exemple des Américains et des Allemands pour songer en France à réaliser l'union de la science et de l'industrie. Tout ce qu'on peut déplorer c'est que de pareils faits ne soient pas plus nombreux et qu'en particulier l'Etat, cependant le plus intéressé au développement de cette union en vue du bien public général, n'ait pas su la réaliser jusqu'ici au moyen de la pléiade de chercheurs qu'il possède dans les professeurs de nos Universités. Il fut un temps où les professeurs de chimie de ces universités dirigeaient leurs recherches vers les applications pratiques de cette science, et ce fut aussi le temps où l'industrie chimique française atteignit sa plus grande prospérité. A l'exemple de M. H. Le Chatelier, songeons donc aux moyens d'utiliser cette richesse potentielle de science à l'essor de l'industrie en général et plus spécialement de l'industrie électrique. Il ne semble pas d'ailleurs qu'il y ait impossibilité à cette utilisation, les professeurs de nos Universités étant, par leurs connaissances générales, parfaitement en mesure — leur collaboration efficace à la Défense nationale l'a bien montré — de suivre la méthode de travail adoptée par M. Maurice Leblanc et que celui-ci définit en ces termes :

« Ce qui a caractérisé ma méthode de travail c'est que : toutes les fois que j'ai abordé un problème *industriel*, je l'ai traité comme un problème de *mécanique rationnelle* ou de *physique*, sans me préoccuper des solutions existantes, s'il en comportait, en n'utilisant que des connaissances *générales* et non des connaissances *particulières*. Cette méthode m'a conduit souvent à des

(1) T. Pausert. Sur la réalisation des grandes vitesses angulaires, *La Revue électrique*, 17 janvier et 7 février 1913, t. XIX, p. 87-94 et 142-149; Machines dynamo-électriques à très grandes vitesses angulaires, système Maurice Leblanc, *La Revue électrique*, 3 octobre 1913, t. XX, p. 310-318; Les turbines à vapeur à très grandes vitesses angulaires, *Idem*, 17 octobre 1913, t. XX, p. 351-353 ; Les turbines à combustion interne à très grandes vitesses angulaires, *Idem*, 17 octobre 1913, t. XX, p. 355-359.

Digitized by Google

solutions neuves que les praticiens ont adoptées. »
— J. B.

Sur le choix d'un type de barrage et sur la pratique américaine dans la construction des barrages en maçonnerie pleine. — La publication récente faite dans ces colonnes par MM. Maynard et Lévy-Salvador de leur « étude comparative de différents types de barrages en maçonnerie, mixtes, en béton armé et métalliques », nous vaut l'intéressante lettre suivante de M. P. Bunet, sur la pratique suivie aux États-Unis dans la construction des barrages pleins en maçonnerie.

« Vous avez publié dans vos numéros des 15, 22, 29 septembre dernier une étude de MM. Maynard et Lévy-Salvador, sur des barrages de divers types. Ayant eu l'occasion de diriger aux États-Unis l'étude et la construction d'un barrage considérable, soit 64 m de hauteur au centre, 400 m de longueur à la crête, et un volume de 350 000 m³ environ, je suis assez loin de partager les idées des auteurs. Ceux-ci s'appuient évidemment sur les procédés jusqu'à présent en usage dans notre pays, mais il est souhaitable que nous les changions, et nous serons après la guerre dans l'obligation de le faire si nous voulons exister industriellement. Les Américains ont exécuté, dans ces dernières années, une quantité considérable de grands barrages qui, dans l'ensemble, ont donné satisfaction. Les accidents assez nombreux qu'ils ont eus s'appliquaient surtout à de petits barrages. Ils étaient dus, la plupart du temps, à des fondations insuffisamment étanches et à l'insuffisance technique des auteurs des études, ce qui est souvent le point faible aux États-Unis.

Pour exécuter un barrage du genre de celui que j'ai cité ci-dessus, il faut un outillage considérable, mais, dans presque tous les cas, même en tenant compte de la dépréciation de cet outillage, on arrive à un prix de revient inférieur à ce qu'on aurait sans outillage suffisant. Un tel barrage a été exécuté pour un prix global, au mètre cube, de 34 fr, ce prix comprenant tout, outillage, chemins de fer de raccordement au réseau et voies locales, coffrages, bâtardeaux, force motrice, air comprimé, extraction des pierres et du sable, broyage, concassage, ciment, magasins à ciment, malaxeurs, appareils de lavage, pompages, etc..., c'est-à-dire que l'entrepreneur ne recevait que le prix d'excavation des fondations jusqu'à la cote indiquée, puis 34 fr par mètre cube de maçonnerie posée, le propriétaire n'ayant aucun autre frais, et s'engageant seulement à fournir les terrains et les plans.

Ce prix de 34 fr était basé sur la valeur des matériaux avant la guerre, sensiblement la même aux États-Unis et chez nous. La main-d'œuvre était élevée : les manœuvres gagnaient 8 fr par jour, les ouvriers de métier 15 à 25 fr, les spécialistes comme les conducteurs de pelles à vapeur, les électriciens, 750 fr par mois. D'autre part, en se passant d'entrepreneur et dirigeant les travaux soi-même, ce que je ferais certainement si j'avais un tel travail à refaire, on baisserait le prix de 34 fr à 28 ou 30 fr, peut-être moins en France, toujours avec les prix d'avant la guerre.

Ceci s'applique à une construction en béton cyclopéen, c'est-à-dire formé de béton qui, dans le cas particulier, était constitué par une partie de ciment, trois de sable, cinq de cailloux, dans lequel on ajoutait d'énormes blocs, allant jusqu'à plusieurs mètres cubes chacun, lesquels blocs représentaient environ un tiers du volume total. On constitue ainsi une maçonnerie assez analogue à celle dont nous avons coutume, mais qui serait vue avec un fort grossissement. Les préjugés que beaucoup de personnes avaient pu avoir contre cette façon de procéder, ont disparu quand ces mêmes personnes eurent à examiner des travaux en cours.

Dans l'étude que vous avez publiée, le prix ressort à près de 45 fr par mètre cube, mais sans tenir compte des frais accessoires, c'est-à-dire de l'établissement des voies, bâtardeaux, et de tout l'outillage du chantier. On peut donc dire qu'en suivant la pratique américaine qui a, de l'avis presque général de ceux qui ont suivi la question, des qualités au moins égales à celles obtenues avec notre vieille routine, on arriverait à un prix de revient atteignant à peu près la moitié de celui qui est signalé dans l'étude en question.

En ce qui concerne le temps de construction, la différence est encore plus forte. Il faudrait 910 jours pour poser 46 400 m³, soit 51 m³ par jour. On ferait bien rire un Américain en lui disant qu'on se basera sur un tel chiffre pour exécuter un grand barrage. L'outillage dont on disposait dans l'installation que je dirigeais permettait de poser près de 1 000 m³ en dix heures de travail. En fait, le barrage n'a pas été coulé en 350 jours de travail, soit, en tenant compte des dimanches, fêtes et jours de pluie pendant lesquels le travail était suspendu, environ un an et demi, car la déclaration de guerre a arrêté les travaux et obligé la Compagnie française à liquider; il a fallu que la Compagnie américaine reprenne les travaux après un arrêt de plus de six mois, reconstitue le chantier et fasse les modifications nécessitées par un changement de programme. L'exécution a duré environ deux ans de travail, mais, en même temps, on a coulé un volume de béton important pour le déversoir, la station centrale et le canal de fuite, provenant du même chantier de malaxage.

L'Etat de New-York construisait, à la même époque, le barrage presque analogue de Kensiko pour le service des eaux. L'outillage était à peu près le même. Le prix de revient était de même ordre. On a posé, dans certains mois, jusqu'à 40 000 m³ de maçonnerie.

Qu'on ne vienne pas dire que de tels procédés de construction sont inapplicables en France, parce que nous n'avons pas de travaux suffisants pour justifier de telles dépenses d'outillage. Rien n'est plus faux. Pour l'un ou l'autre des barrages ci-dessus, l'outillage, supposé au début neuf ou en bon état et à la fin n'ayant plus que la valeur de revente comme matériel déprécié et ferraille, ne représente que 2 à 3 millions de dépense, soit, pour 400 000 m³, 5 à 7 fr : m³, compris, nous le répétons, dans les chiffres indiqués ci-dessus. Même pour un ouvrage bien moins considérable, un outillage de cette nature, en tenant compte de ce que le coût de l'outillage ne baisserait pas proportionnellement à l'importance des travaux, se justifierait donc encore, non seulement par le temps gagné mais aussi par le prix de revient.

Pour les autres types de barrage, la question est plus complexe. Les barrages en béton armé à murs minces ne peuvent s'exécuter pour le même prix, car on ne peut employer le béton cyclopéen, et les formes coûtent très cher, ni atteindre la même production journalière. Les études comparatives faites avant le choix du barrage plein en béton cyclopéen et les examens de grands travaux exécutés, les discussions avec des entrepreneurs ayant déjà fait ces mêmes travaux, avaient amené à conclure que le prix total de l'ouvrage serait très sensiblement plus élevé et le délai d'exécution plus long. Nous avons également écarté les barrages métalliques pour diverses raisons. Un seul type pouvait, d'après nos études, concurrencer peut-être le barrage plein; c'est un type analogue à l'un de ceux décrits

Digitized by Google

dans l'étude. Ayant trouvé dès le début que M. Résal avait eu la même idée et avait travaillé la question avec sa haute compétence, nous lui avions demandé de bien vouloir nous donner quelques conseils, ce qu'il a d'ailleurs continué de faire quand nous avons écarté ce type en revenant au barrage plein. Ce barrage était constitué par des murs verticaux, parallèles au courant, en forme de triangle, assez fortement inclinés à l'amont et d'environ 8 m d'épaisseur, de manière à pouvoir être exécutés en béton cyclopéen. L'espace entre deux murs, de 8 m également, était fermé par des plaques d'acier embouti reposant sur des poutres horizontales appuyées sur les murs, toute cette partie métallique étant ultérieurement noyée dans le béton.

Mes conclusions, basées sur l'expérience, sont donc radicalement différentes de celles de MM. Maynard et Lévy-Salvador.

Il est bien souhaitable que nous renoncions, là comme ailleurs, à nos vieux procédés, si nous voulons nous tenir à un niveau industriel honorable après la guerre. Cette question n'intéresse les électriciens purs que d'une manière un peu secondaire; mais tous les industriels y verront une preuve de plus de la nécessité d'une bonne organisation et d'un outillage perfectionné qui nous ont si souvent manqué jusqu'ici.

Si quelques-uns de vos lecteurs ayant des travaux de ce genre à exécuter le désiraient je leur montrerais volontiers les documents que je possède, notamment une collection importante de photographies.

Je vous prie de recevoir, Monsieur, l'expression de mes meilleurs sentiments.

P. BUNET.

Chambre syndicale de la Tourbe et du Lignite. — Les difficultés que l'on rencontre actuellement pour se procurer du charbon, difficultés qui, bien qu'atténuées se manifesteront encore après la guerre, ont amené les industriels à se préoccuper des moyens d'utiliser nos richesses en combustibles de faible pouvoir calorifique, le lignite et la tourbe. C'est dans le but de rechercher d'étudier et d'appliquer ces moyens, que vient de se constituer la Chambre syndicale de la Tourbe et du Lignite, dont le siège social est 72 boulevard de Courcelles. Son président est M. Ph. Richemond, administrateur de la Société industrielle des Téléphones et de la Société Weyher et Richemond ; son trésorier, M. Duval, administrateur de la Société La Champagne électrique ; son secrétaire, M. Debrunner, chef des services électriques de la Société Gaz et Eaux et filiales.

Le premier numéro du « Bulletin » que vient de faire paraître cette Chambre syndicale énumère quelques-uns des buts qu'elle se propose d'atteindre : faciliter à ses adhérents l'obtention de la main-d'œuvre nécessaire à leurs exploitations, fabrication aussi rapide que possible du matériel indispensable, documentation portant non seulement sur les gisements, mais sur tous les procédés anciens et nouveaux et les appareils correspondants pour le traitement et l'utilisation de la tourbe et du lignite.

Nous sommes heureux de constater que la « Revue générale de l'Électricité » avait déjà fait sienne une partie du programme de la nouvelle Chambre syndicale. Dès le courant de 1915 nous avions prévu de quelle utilité serait, pour l'industrie électrique, l'utilisation rationnelle des combustibles de faible pouvoir calorifique et nous avions chargé un jeune ingénieur russe d'étudier ce qui avait déjà été fait à l'étranger en vue de cette utilisation. La première partie de cette étude a paru dans notre numéro du 27 janvier, t. I, p. 147 ; la révolution russe, en provoquant le départ de son auteur, a interrompu cette publication ; elle a été continuée par M. P. Guieu dans le numéro du 8 décembre, t. II, p. 899, et dans celui-ci, p. 981 ; la fin provisoire en sera donnée dans le prochain numéro.

Le cours des matériaux de construction dans Paris. — Les augmentations continues des prix des matériaux de construction et les difficultés auxquelles elles donnent lieu dans les règlements des travaux, ont amené la Société centrale des Architectes, de concert avec la Société des Architectes diplômés par le gouvernement, à reprendre la publication périodique et régulière du « Cours des matériaux » (1).

Le premier numéro de la nouvelle publication indique les majorations, par rapport à la série de 1903, des prix des travaux de peinture, de vitrerie, de miroiterie, de pose de sonneries électriques, d'appareillage d'éclairage électrique, de couverture-plomberie et de serrurerie. Il n'est pas rare d'y trouver des augmentations de prix de plus de 200 pour 100, même de 300 et 400 pour 100.

Académie des Sciences. — Séance du 10 décembre 1917. — Cette séance de l'Académie des Sciences était la séance publique annuelle. Après la lecture par M. Ed. Perrier de l'allocution de M. d'Arsonval président de l'Académie des Sciences empêché par l'état de sa santé de prendre part à la séance, le secrétaire perpétuel donne lecture du palmarès pour l'année 1917.

Parmi les lauréats de l'Académie des Sciences, nous sommes heureux de signaler notre collaborateur : M. ARMAGNAT qui a obtenu le prix Gaston Planté et nous lui adressons nos plus sincères félicitations.

Le prix Hughes a été décerné à M. Amédée GUILLET maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

Le prix Montyon (statistique) a été attribué à MM. Henri ABRAHAM et Paul SACERDOTE pour leur « Recueil de constantes physiques » ; le prix Gustave Roux a été décerné à M. Joseph GUYOT, qui a transmis à l'Académie des notes remarquables sur des questions d'électricités ; le prix H. de Parville, à M. Ch. DE WATTEVILLE, pour l'ensemble de ses travaux sur les spectres, etc. En outre, une somme de 2 000 fr a été attribuée à MM. R. LEDOUX-LEBARD et A. DAUVILLIER pour leurs recherches sur les rayons X.

Nous signalerons pour terminer que le prix de 6 000 fr, destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales, a été partagé entre le très regretté commandant Camille TISSOT, pour ses études de protection de la navigation, et M. G. SUGOT ingénieur de l'artillerie navale pour ses travaux de balistique théorique et pratique.

(1) Publication mensuelle. Librairie Ch. Massin, 51, rue des Écoles. Prix de l'abonnement d'un an : 12 fr.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

La Commission électrotechnique internationale; le Comité électrotechnique français

L'intérêt que les ingénieurs électriciens attachent aujourd'hui aux questions d'unification et de normalisation du matériel électrique, rendait utile la présentation à nos lecteurs des deux organismes créés en vue de l'étude et de la solution de ces questions ; c'est cette présentation qui est faite dans la note ci-dessous.

Dès que le matériel électrique devint un objet d'exploitation commerciale, les législateurs durent se préoccuper de définir les grandeurs et de fixer les étalons des quantités électriques. Comme les savants, pour leurs propres besoins, avaient eu à discuter eux-mêmes ces questions, ils ont pu être utilement chargés de la préparation du travail; et, très heureusement, la question fut portée d'emblée sur le terrain international lors de la réunion du Congrès officiel à Paris en 1881. Le système des mesures électriques qui a été ainsi créé possède une universalité qui reste à obtenir pour les systèmes de mesure qui se rapportent aux autres matières de commerce. La dernière des conférences officielles eut lieu à Londres en 1908.

Mais, à côté des commissions officielles, les électriciens des divers pays prenaient contact dans les congrès convoqués en général au moment des expositions universelles. Ceux-ci comprirent bientôt la nécessité de créer, en dehors des commissions officielles, un organisme complémentaire destiné à unifier les définitions des machines et leurs conditions d'essai afin d'établir sur des bases uniformes les transactions commerciales internationales.

La moralité du commerce exige, en effet, que les objets échangés répondent à certaines conditions qui n'ont pas d'autre expression légale que celle-ci : être établis conformément aux « règles de l'art ». Il appartient aux intéressés eux-mêmes de fixer ces règles de l'art, règles qui ne peuvent avoir la rigidité et l'invariabilité d'un texte de loi et qui sont appelées à répondre, au jour le jour, aux progrès de la technique par des modifications appropriées. Leur rédaction a été établie de bonne heure dans certains pays, tandis que d'autres les laissaient sous forme implicite; mais on comprit assez vite que les relations internationales au moins exigeaient l'entente sur un texte commun.

I. — La Commission électrotechnique internationale.

L'origine de la *Commission électrotechnique internationale* (C. E. I.) a été une résolution du Congrès tenu à Saint-Louis en 1904. La Chambre des délégués des gouvernements adopta la résolution suggérée par le Congrès : « Que des démarches devraient être faites en vue d'assurer la coopération des sociétés techniques du monde pour la constitution d'une commission représentative chargée d'examiner la question de l'unification de la nomenclature et des classifications (rating) des appareils et machines électriques » [1].

Cet appel fut entendu; et une réunion préliminaire put avoir lieu à Londres, en juin 1906, entre les représentants de quatorze pays, sur l'initiative d'une commission exécutive nommée par l' « Institution of Electrical Engineers » de Grande-Bretagne. Les statuts de la Commission internationale y furent préparés et discutés et la Commission fut officiellement constituée le 27 juin 1906. Elle désigna, comme président, lord Kelvin; comme secrétaire honoraire, le colonel R.-E. Crompton qui avait pris une part prépondérante aux démarches préliminaires à la formation de la Commission; enfin, comme secrétaire actif, M. C. Le Maistre qui a donné tous ses soins à la Commission jusqu'à ce jour avec un dévouement complet.

Les *Comités électrotechniques nationaux*, dont les délégués forment la Commission internationale, furent successivement formés dans les divers pays ; et la première réunion officielle de la Commission fut tenue à Londres en octobre 1908. Quinze nations y étaient représentées : neuf par les délégués de leurs comités nationaux, les six autres par des délégués désignés par leurs gouvernements. La Commission avait malheureusement à enregistrer, dès sa première réunion, le décès de lord Kelvin, son premier président, et celui de M. E. Mascart, président du Comité français, à qui devait être dévolue d'un commun accord la succession de lord Kelvin. La Commission désigna pour la présidence M. Elihu Thomson.

Dans cette réunion, après les statuts qui furent naturellement l'objet de ses premières études, la Commission s'occupa de fixer la nature des travaux préparatoires qui paraissaient les plus urgents.

Il parut qu'il convenait d'abord de fixer — chaque

(1) Pour l'origine et les travaux de la Commission électrotechnique internationale, voir *La Revue électrique*, notamment : 30 octobre 1904, t. II, p. 254; 30 octobre et 15 novembre 1908, t. X, p. 289 et 329; 8 et 29 septembre 1911, t. XVI, p. 201, 249, 255 et 286.

Digitized by Google

nation dans sa propre langue — le vocabulaire spécial de l'industrie électrique; puis de fixer la représentation internationale des symboles des différentes grandeurs; enfin d'adopter un système de mesures commun à tous les pays.

La réunion de Londres demanda donc aux divers comités nationaux d'établir leurs vocabulaires et de mettre à l'étude les symboles des différentes grandeurs électriques et magnétiques. Elle décida aussi d'adopter dans tous ses travaux le système métrique et le système C. G. S. qui en dérive.

A partir de ce moment, la Commission commença sa vie active et le travail préparatoire se poursuivit dans les divers pays sur son programme. On abordait en même temps l'étude des spécifications relatives aux machines électriques, entreprise par l'American Institute of Electrical Engineers dès 1899, comme préparation à une spécification internationale.

En août 1910, une réunion, non officielle, eut lieu à Bruxelles, sous la présidence effective d'Eric Gerard. Elle s'occupa des études préparatoires pour les symboles et pour définir le sens conventionnel de rotation des vecteurs dans les diagrammes des phénomènes alternatifs. Sur la proposition du Dr Budde, elle décida d'établir une nomenclature des termes qui se rapportent exclusivement aux machines et pièces de machines dont la signification devait être établie d'abord en français et en anglais. Ce travail, poursuivi par l'auteur de la proposition avec MM. S. Thompson et Brunswick, fut rapidement mené à sa fin.

La réunion officielle de Turin, en 1911, groupa les représentants de 19 pays. Les décisions y furent prises relativement aux symboles et aux diagrammes des phénomènes alternatifs. Des commissions furent instituées pour poursuivre l'étude de la spécification internationale des machines, de la nomenclature, et, enfin, sur la proposition du Comité italien, des moteurs primaires.

D'accord avec le Congrès d'Electricité réuni à Turin au même moment, il fut décidé de confier à la Commission internationale l'initiative des Congrès d'Electricité. Le Dr Budde fut élu président de la Commission.

Le travail fut poursuivi par des commissions qui se réunirent à Paris en mars 1912, à Zurich en janvier 1913, à Cologne en mars 1913, préparant les matériaux pour la réunion officielle suivante qui fut tenue à Berlin en septembre 1913.

A celle-ci 24 pays furent représentés. On y adopta : la nomenclature préparée par la Commission; les symboles; les définitions relatives aux moteurs primaires hydrauliques; la définition internationale du cuivre et du coefficient de variation de sa résistivité en fonction de la température; enfin divers points de détail de la spécification des machines qui reste à l'étude.

C'est également lors de cette réunion que la Commission décida de prendre les textes français comme seuls textes officiels pour toutes les résolutions.

Les rapports généraux continueront cependant à être rédigés en anglais et en français comme par le passé.

M. Maurice Leblanc fut désigné comme président de la Commission.

Depuis 1914, l'activité de la Commission s'est trouvée singulièrement réduite par les circonstances. Toutefois, des colloques ont eu lieu tant en Amérique qu'à Londres, au sujet de la spécification des machines pour rechercher les bases de l'accord international. La réunion officielle de San Francisco, prévue pour l'automne de 1914, fut naturellement contremandée et la vie internationale de la Commission reste suspendue.

II. — Le Comité électrotechnique français [1].

Le Comité électrotechnique français a été fondé en juillet 1907. Il est formé de délégués des Sociétés françaises ayant au minimum trois années d'existence et s'occupant soit d'électricité théorique, soit des applications de l'électricité à l'industrie. Ces sociétés, qui sont aujourd'hui au nombre de 11, sont les suivantes :

Association amicale des Ingénieurs électriciens;
Association amicale des Anciens Elèves de l'Ecole supérieure et du Laboratoire central d'Electricité;
Association normande des Propriétaires d'appareils à vapeur;
Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale;
Société des Ingénieurs civils de France;
Société française des Electriciens;
Société technique de l'Industrie du Gaz en France;
Syndicat professionnel des Industries électriques;
Syndicat professionnel des Usines d'Electricité;
Services de contrôle des Associations françaises d'industriels et de propriétaires d'appareils à vapeur.

Le premier président du Comité, M. Mascart, étant malheureusement décédé peu de temps après sa formation, M. Picou fut appelé à lui succéder.

Dès ses premières réunions le Comité s'occupa de la rédaction du vocabulaire des termes généraux relatifs à l'électricité, avec leurs définitions. Ce travail a été achevé et édité en 1911 et présenté à la Commission internationale lors de sa réunion en septembre de cette même année. Les questions générales en étude devant la Commission internationale formaient le seul objet possible des études du Comité à cette époque, d'après ses statuts. L'intervention du Comité français, au cours des discussions de la Commission, a toujours été des plus importantes, et, on peut ajouter, des plus appréciées. Les propositions ont toujours été accueillies avec intérêt, et la plupart d'entre elles ont été adoptées définitivement.

La langue française étant maintenant la seule langue officielle de la Commission, le Comité français se trouve par la force des choses obligé à une étude approfondie de toutes les questions pendantes, quelle qu'en soit l'origine. Son intervention s'est manifestée particulièrement utile dans la question de la terminologie relative aux moteurs hydrauliques, due à l'initiative du Comité italien.

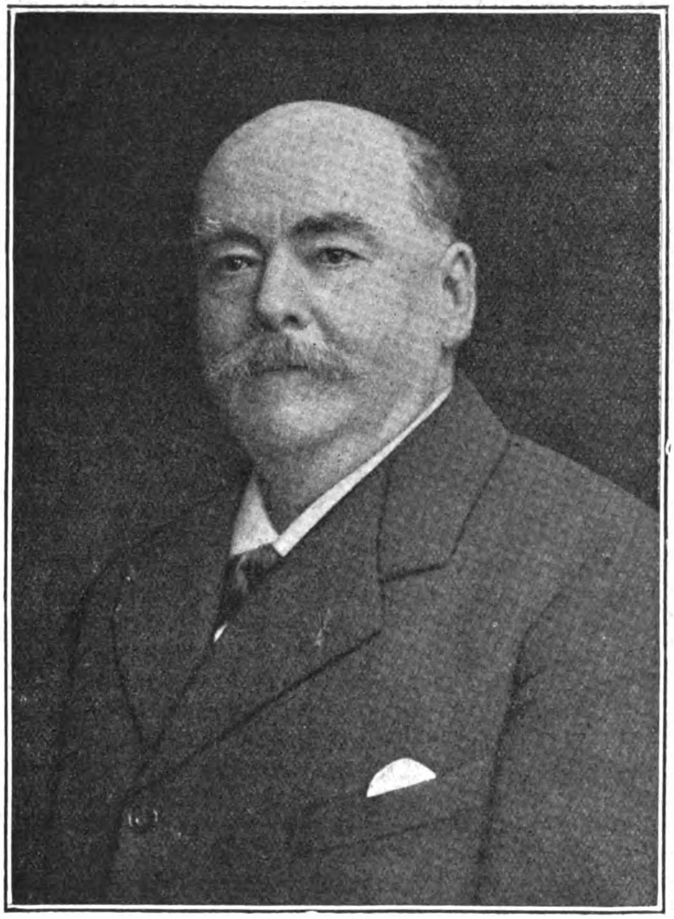
Son activité s'est trouvée, comme celle de la Commis-

[1] Voir dans la *R. G. E.* des 24 février et 11 août 1917, t. I, p. 285 et t. II, p. 210, les comptes rendus des deux dernières séances de ce Comité.

Digitized by Google

sion même, forcément ralentie par les événements. Pourtant, dès 1915, pensant que la France, patrie de l'aluminium et principal producteur de ce métal, ne pouvait pas se désintéresser des études relatives à ses propriétés, le Président put faire entreprendre et mener à bien, par le Laboratoire central d'Electricité, des essais électriques, mécaniques et chimiques sur des échantillons de fils commerciaux.

Cet important travail a pu être achevé avec la collaboration du Laboratoire national des Arts et Métiers pour les mesures mécaniques, du Laboratoire de l'École nationale des Mines pour l'analyse chimique des échantillons. Les résultats de ces recherches, qui viennent d'être publiés et communiqués aux comités étrangers, manifestent la persistance de l'activité française dans ce domaine, malgré toutes les difficultés qui découlent des événements de l'époque tragique que nous traversons.



M. MAURICE LEBLANC
Président de la Commission électrotechnique internationale.

Mais jusqu'à la fin de 1916, le Comité électrotechnique n'avait toujours, de par son statut constitutif, que des pouvoirs limités à la représentation des intérêts français dans la Commission électrotechnique internationale ; il n'avait reçu aucun pouvoir pour agir nationalement. La nécessité de charger un groupement déterminé de préparer et de publier des Règles nationales d'unification, propres à aider notre industrie dans son travail d'après-guerre, apparut nettement dès 1916. Par ses origines et sa constitution le Comité électrotechnique français était tout à fait désigné pour remplir cet office. Les groupements constituants décidèrent donc d'introduire dans ses statuts les modifications propres à lui conférer les pouvoirs nécessaires. La nouvelle rédaction fut votée le 31 janvier 1917.

Entre temps, le travail préparatoire avait été amorcé, en particulier avec le concours de l'Union des Syndicats de l'Électricité ; et le Comité put aborder en juin l'étude de textes fondamentaux portant sur les points suivants :

Distribution de l'énergie électrique : forme, fréquence, tensions des courants distribués ;

Conditions d'essai des machines dynamo-électriques ;

Conditions d'essai des câbles armés sous papier ;

Conditions d'essai des isolateurs de ligne.

Sur ce dernier point, le Comité est allé plus loin dans la voie nouvelle, en sanctionnant une unification de dimensions de pièces.

Dimensions des isolateurs de ligne pour les tensions jusqu'à 75 000 v.

La fixation de dimensions, pour les pièces interchangeables notamment, n'est pas jusqu'ici poursuivie dans le domaine de la Commission électrotechnique internationale. La raison en est, sans aucun doute, dans la séparation bien nette et le partage incontesté d'attributions entre les Sociétés purement techniques et les Associations de constructeurs dans les pays étrangers, Grande-Bretagne et États-Unis en particulier.

Ces dernières ont jusqu'ici jalousement conservé parmi les leurs la fixation des dimensions types, et par voie de conséquence, l'établissement des calibres de vérification. Aucun organisme international ne s'étant encore occupé de ces questions, c'est au hasard qu'ont été établis une foule de pièces et d'appareils d'emploi cependant universel. Les douilles et vis de lampes, par exemple, en sont un exemple frappant ; et le résultat en est, entre autres, un défaut absolu de concordance entre les douilles et les vis des lampes de forte intensité (dites Goliath, Mogul, etc.) avec tous les ennuis pratiques qui en sont la conséquence forcée.

Le Comité français précisera, pour la France au moins, les données de construction sur lesquelles il mettra d'accord les intéressés. Il a sanctionné les dimensions et profils des isolateurs et ferrures adoptés par les Syndicats intéressés, sur l'initiative de la Société des Électriciens. En ce moment, il est saisi d'un important rapport de M. Zetter sur les vis et culots de lampes

Digitized by Google

incandescentes et réglera cette question au mieux des intérêts de tous. D'autres études suivront progressivement, car bien des questions de cette nature sont à traiter systématiquement ; par exemple : les dimensions des bornes de serrage d'appareils en fonction du courant ; les abouts de câbles ; la définition du calibre des interrupteurs, et le choix d'une série homogène de dimensions de ces appareils, etc.

Il y a là matière à une activité que les circonstances actuelles limitent, mais qui ne tardera pas à produire ses fruits pour le plus grand profit de notre industrie nationale.

Revues, analyses et informations

Mesure de la résistance des terres [1].

Les mises à la terre ont pris une grande importance dans les circuits électriques depuis un certain nombre d'années. Pendant longtemps on a cru que toute connexion mettant le conducteur intéressé en communication avec le sol pouvait convenir, mais l'expérience a montré depuis que la mise au sol doit posséder une résistance aussi faible que possible non seulement au moment de son installation, mais pendant toute la durée de son service.

La mesure de la résistance des terres, bien que ne présentant pas de difficultés anormales, exige néanmoins beaucoup de soin. Le Bureau of Standards de Washington a fait une étude très détaillée de cette question, qui sera publiée prochainement. Le Dr Stratton, directeur de ce bureau, en a déjà publié une intéressante analyse dans une communication faite au Committee on Bare Grounded-Return Wiring Systems et reproduite dans les Comptes rendus de cette société (12 mai 1917).

L'auteur préconise la méthode ampère-voltmétrique sur tous les circuits où il est possible de disposer d'une certaine puissance, soit alternative, soit continue.

Avantages de l'emploi du courant alternatif pour la mesure de la résistance des terres. — L'avantage principal de l'emploi du courant alternatif réside dans le fait qu'un transformateur convertissant l'énergie dans le rapport 1 : 1, ou dans tout autre rapport convenant aux conditions particulières du circuit, peut être connecté à un circuit alternatif à basse tension constituant un circuit de mesure soustrait, par l'isolement, à toute action perturbatrice résultant des mises au sol de toute nature pouvant exister sur le circuit auquel l'énergie est prise. On est aussi affranchi des effets de la polarisation et des courants vagabonds.

Appareils nécessaires pour les essais de la résistance des terres. — Afin de réduire le nombre des appareils au minimum, on peut employer un transformateur dont le secondaire comporte des enroulements correspondant à différentes tensions 30, 60, 120 et 240 v. Un seul ampèremètre gradué de 2 à 10 A et deux voltmètres gradués, l'un de 80 à 300 v et l'autre de 20 à 75 v suffiront alors à toutes les mesures.

Pour que l'installation soit transportable, la puissance du transformateur ne devra pas excéder 0,5 kw.

Une centaine de mètres de câble souple, bien isolé, capable de supporter un courant de 20 A au moins et de résistivité connue complétera l'équipement. Ce câble sera coupé en morceaux de 50 m pourvus de raccords à deux voies pour permettre des jonctions provisoires. Le travail sera ainsi facilité en épargnant du temps pour la constitution de terres auxiliaires.

Méthode de mesure au moyen du courant alternatif. — Cette méthode nécessite deux terres auxiliaires ou bien une seule de résistance connue. Dans les deux cas, les électrodes doivent être à une distance l'une de l'autre, aussi grande que possible. Si une différence de potentiel est appliquée à deux d'entre elles en série, la résistance au passage d'un courant de l'une à l'autre sera sensiblement égale à la somme des résistances de passage du courant à la terre pour chacune d'elles. Si R_1, R_2, R_3 représentent les résistances individuelles ; r_1, r_2, r_3 les résistances de chaque paire en série on a

$$R_1 = \frac{r_1 - r_2 + r_3}{2},$$

$$R_2 = \frac{r_1 + r_2 - r_3}{2},$$

$$R_3 = \frac{r_1 + r_2 + r_3}{2}.$$

La mesure reviendra donc à la détermination de la résistance de chaque paire en série.

Méthode de mesure au moyen du courant continu. — On a déjà signalé précédemment les avantages du courant alternatif pour la mesure de la résistance des terres.

Il est cependant des cas où l'on ne dispose que de courant continu ; on pourra néanmoins obtenir de bons résultats à condition d'éviter certaines causes d'erreurs graves qui, dans le cas du courant alternatif, sont négligeables.

La plus importante de ces causes d'erreur est la force contre-électromotrice de polarisation qui, avec le courant continu, atteint une valeur assez considérable. La tension appliquée devra donc être choisie suffisamment grande (100 v suffiront, la force contre-électromotrice ne dépassant généralement pas 2 à 3 v). Si la résistance de l'une des terres en série en essais est faible et l'autre élevée, l'effet de la polarisation introduira une erreur. On évitera ce danger en utilisant des terres auxiliaires de résistance égale, ou mieux encore, inférieure à la résistance de l'une des terres soumises aux essais.

Dans ces conditions, l'emploi du courant continu permet d'obtenir la même précision que le courant alternatif.

En outre, lors de l'emploi du courant continu, il convient de vérifier s'il existe d'autres terres sur le circuit fournissant l'énergie. S'il n'en existe pas, la mesure se fera au moyen des terres auxiliaires, comme il a été indiqué précédem-

[1] *Electrical Review*, Chicago, 16 juin 1917, n° 24, t. LXX, p. 1 007-1 010, 4 800 mots.

Digitized by Google

ment. Mais si, au contraire, il existe d'autres terres et qu'il soit impossible de les mettre hors circuit, cette méthode devra être abandonnée dans certains cas à cause des erreurs qui seraient introduites par les autres terres. Cependant, lorsque ces dernières ont une résistance assez faible, on peut les utiliser comme terres auxiliaires en appliquant une méthode qui ne nécessite qu'une seule mesure.

Méthode du pont de Wheatstone. — Lorsqu'il n'existe pas de circuit de lumière ou de force sur lequel on puisse prendre l'énergie nécessaire, on peut obtenir de bons résultats au moyen d'un simple pont de Wheatstone et d'une source portative de courant alternatif ou oscillatoire.

Le mode opératoire est le même que pour la méthode ampère-voltmétrique, c'est-à-dire qu'il comporte trois terres à une certaine distance les unes des autres ; on effectue la mesure de chacune des paires en série et les valeurs obtenues sont portées dans les équations précédentes. Si le sol n'est le siège d'aucune perturbation, courant de traction ou autre, cette méthode fournit de bons résultats. L'auteur expose cependant deux moyens permettant de supprimer ou, du moins, de réduire, les effets de ces perturbations.

Mesure de la capacité de courant. — La mesure du courant maximum que peut dissiper une terre nécessite une terre auxiliaire admettant un courant plus grand sans augmentation de la résistance, sinon la mesure indiquerait simplement que la terre en essai peut dissiper une plus grande quantité d'énergie que la terre auxiliaire. La mesure ne présente aucune difficulté, lorsque la terre soumise à l'essai est composée de plusieurs électrodes en parallèles, car dans ce cas, on peut faire la détermination pour chaque électrode individuellement, le groupe des autres électrodes servant de terre auxiliaire.

La capacité totale est la somme des capacités individuelles. Mais l'essai d'une électrode simple isolée nécessite une électrode auxiliaire de conductibilité supérieure à la première.

Les conditions locales détermineront le mode opératoire suivant lequel la mesure doit être effectuée.

Si l'énergie est fournie par des transformateurs, ceux-ci devront être dimensionnés pour une puissance de 100 kw à 1 000 v. Rarement une puissance supérieure sera nécessaire, mais, en fait, souvent une puissance moindre sera suffisante. La tension devra être variable dans de larges limites, par exemple, au moyen d'un rhéostat à eau inséré dans le circuit primaire. Le courant et la tension devront être mesurés entre l'électrode soumise à l'essai et l'électrode auxiliaire. Ces mesures nécessitent des transformateurs d'intensité et de potentiel.

La première opération consiste à estimer le courant que peut supporter la terre et à régler la tension en conséquence. Au bout d'une demi-heure, si le courant n'a pas changé, on en augmentera la valeur, et ainsi successivement jusqu'à commencement de dégagement de vapeur. Si au début le courant est trop fort et qu'une production de vapeur ait lieu, il conviendra de diminuer le courant.

Dans les deux cas, le courant doit être finalement réduit jusqu'à ce que le dégagement de vapeur cesse. On laisse alors passer le courant pendant plusieurs heures.

Si, pendant ce temps, il ne se produit aucun accroissement notable de la résistance, la valeur de l'intensité à la fin de l'expérience peut être prise comme le courant maximum que peut diffuser la terre sans dessécher le sol.

L'auteur a poursuivi des recherches par les méthodes ci-dessus sur des terres établies dans différentes natures de sols des États-Unis.

P. G.

Calcul du coefficient d'accouplement de deux bobines plates coaxiales enroulées en spirale (1).

De telles bobines se rencontrent de plus en plus fréquemment (résonnateurs, bobines d'accord). Soient C et C' deux bobines (fig. 1), L et L' leurs coefficients de self-induction, D et D', d et d' leurs diamètres extérieurs et intérieurs, E leur distance, M leur coefficient d'induction mutuelle, $K = \frac{M}{\sqrt{LL'}}$ leur coefficient de couplage. L'auteur décompose ces deux

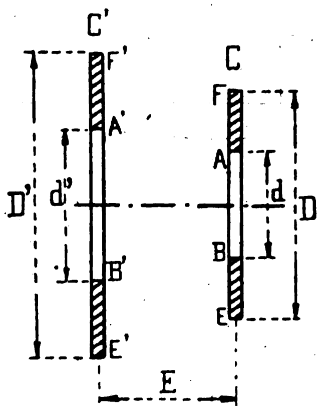


Fig. 1. — Section droite des bobines passant par l'axe commun.

bobines en 4 de diamètre intérieur nul et de diamètres extérieurs égaux respectivement à d, d', D, D' dont les coefficients de self-induction sont l, l', λ et λ'. On peut ainsi écrire

$$M(\lambda\lambda') = M(ll') + M(lL') + M(Ll') + M(LL'),$$

$M(\lambda\lambda')$ étant le flux à travers la bobine λ' quand λ est parcourue par l'unité de courant, etc...

On a aussi $M(\lambda l') = M(Ll') + M(ll')$

et $M(l\lambda') = M(L'l') + M(ll')$.

D'où

$$K = \frac{M(\lambda\lambda') + M(ll') - M(\lambda l') - M(l\lambda')}{\sqrt{LL'}}.$$

Soient n_1 et n'_1 les nombres de spires par unité de longueur des deux bobines ; si l'on pose

$$R = \frac{M(\lambda\lambda')}{n_1 n_1'}, \quad S = \frac{M(ll')}{n_1 n_1'}, \quad T = \frac{M(\lambda l')}{n_1 n_1'} \quad \text{et} \quad U = \frac{M(l\lambda')}{n_1 n_1'},$$

(1) P. Baillie. *Electrician*, 21 et 28 septembre 1917, t. LXXIX, n°s 25 et 26, p. 974-976, 1 004-1 005 mots, 9 fig.

Digitized by Google

on obtient finalement

$$K = \frac{n_1 n_1'}{\sqrt{LL'}} (R + S - T - U). \qquad (1)$$

Si les bobines ont mêmes dimensions $T = U$; si l'une des deux est enroulée jusqu'au centre, $S = T = o$ et l'expression de K se simplifie.

Si les deux bobines sont en roulées jusqu'au centre :

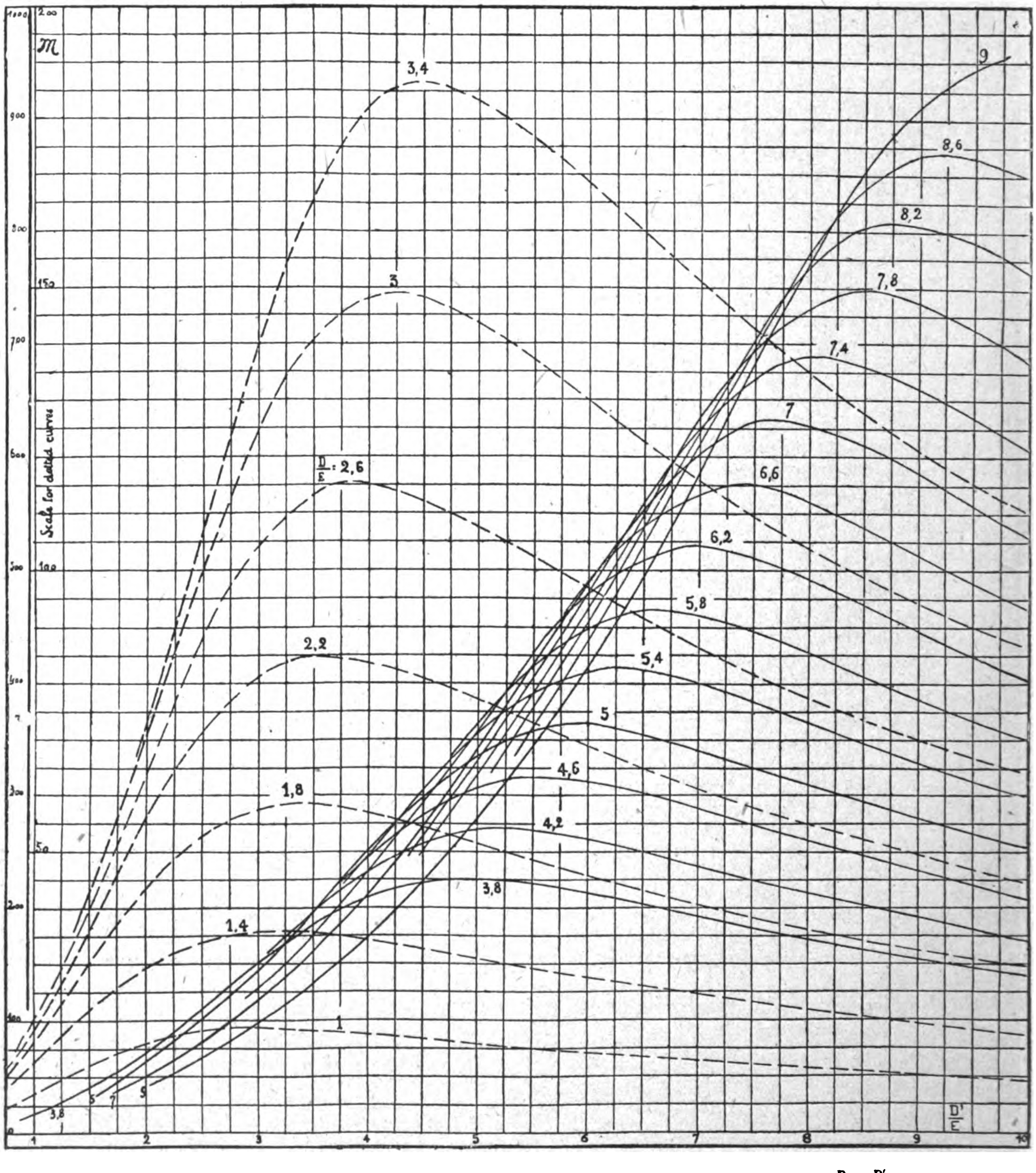


Fig. 2. — Courbes donnant le coefficient d'induction mutuelle de 2 spires en fonction de $\frac{D}{E}$ et $\frac{D'}{E}$.

$d = d' = o$, le coefficient d'induction mutuelle de deux spires de ces bobines, de rayons R et R' est donné par $m = \sqrt{RR'} \times y$, y étant une fonction de la position relative des deux bobines. L'auteur a calculé cette fonction y.

Digitized by Google

Les résultats sont donnés par les courbes de la figure 2. Il en a déduit également les valeurs du coefficient d'accouple-

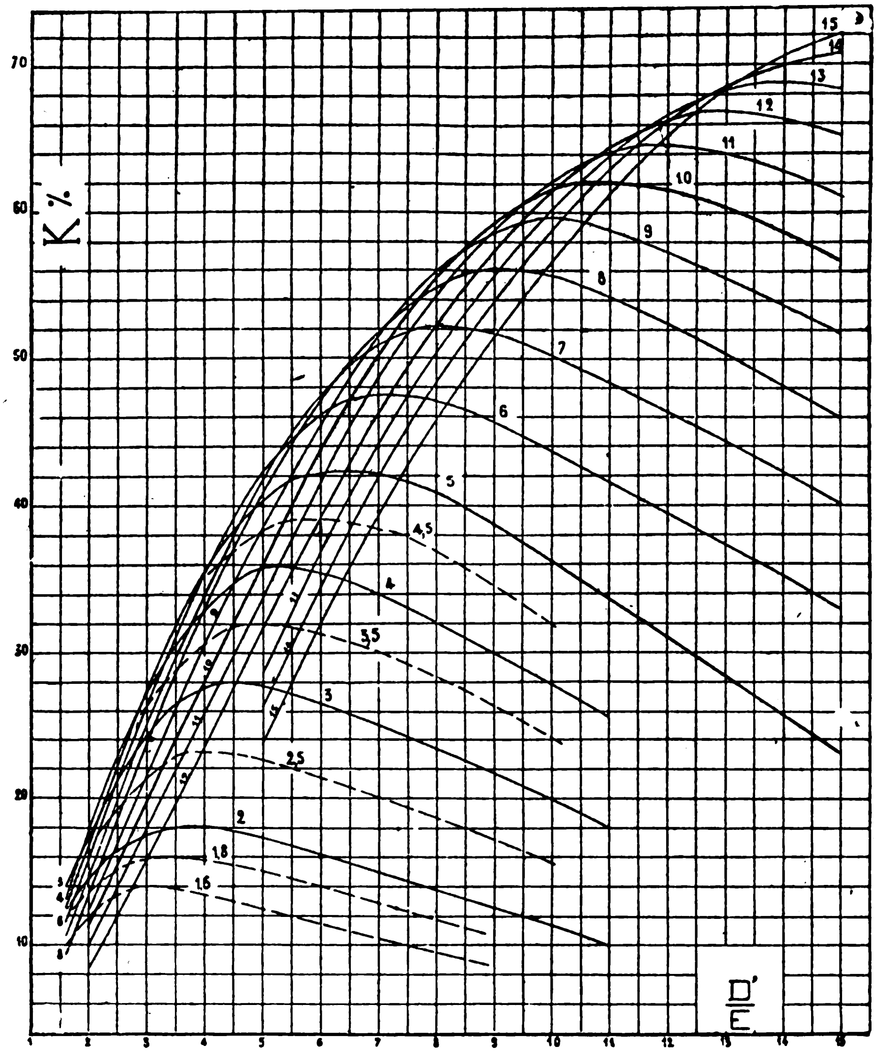


Fig. 3. — Courbes donnant le coefficient d'accouplement de 2 bobines coaxiales enroulées jusqu'au centre en fonction de $\frac{D}{E}$ et $\frac{D'}{E}$.

ment *K* (fig. 3). Il donne enfin un abaque permettant de trouver les valeurs de *R*, *S*, *T*, *U* en fonction de *D*, *D'* et *K* par une construction très simple. — J. C.

Le développement de l'emploi des détecteurs et leur théorie (1).

On sait depuis longtemps que de nombreux métaux, quand ils sont à l'état pulvérulent, ne sont pratiquement pas conducteurs lorsqu'ils sont soumis à une faible force électromotrice, mais le deviennent quand une force électromotrice élevée leur est appliquée.

En 1835, Monk de Rosenschœld, signale, d'ailleurs sans fixer l'attention du public scientifique, que des limailles métalliques ou de la poudre de charbon présentent un accroissement permanent de conductibilité, après le passage de la décharge d'une bouteille de Leyde.

En 1852, Loose observe la résistance élevée d'une masse de poudre métallique, et quatre ans plus tard, pendant un orage, il note une chute notable de cette résistance.

En 1866, C. et S.-A. Varley prennent un brevet (British Patent n° 165) relatif à un parafoudre pour les appareils télégraphiques. Ce dispositif comporte deux pointes presque en contact, noyées dans de la poudre de charbon. La résistance est grande quand une faible tension est appliquée aux pointes ; elle devient faible pour une haute tension.

Des observations plus importantes furent faites en 1878 par D.-E. Hughes, alors occupé à ses recherches sur le microphone. Dans certaines expériences, il utilisait un tube de verre rempli de limailles de zinc et d'argent faiblement comprimées, et monté en série avec un téléphone et un élément de pile ; Hughes semble avoir découvert qu'un tube ainsi monté est influencé par une étincelle électrique éclatant

(1) E.-C. Green. *G. E. R.*, mai 1917, t. xx, p. 369-374, 4 000 mots, 8 fig.

Digitized by Google

à distance, laquelle provoque une variation de sa résistance. Hughes montra cette expérience à plusieurs de ses amis scientifiqués, mais ce n'est qu'une vingtaine d'années plus tard que les résultats en furent rendus publics.

Vers la même époque, T. Colzecchi-Onesti avait fait également des expériences à la suite desquelles il arrivait aux mêmes conclusions que les frères Varley.

En 1890, M. E. Branly publia sur le sujet une série d'observations qui confirmaient les résultats antérieurs et en ajoutaient un grand nombre.

S'il semble que Hughes a découvert la sensibilité de faibles masses de poudres conductrices à l'étincelle électrique, c'est Branly qui a fait des observations définitives, indépendantes d'ailleurs de celles de Hughes, et a jeté sur les phénomènes une lumière complète.

Il a montré que l'étincelle détermine dans la majorité des métaux communs une augmentation de conductibilité, et dans quelques autres une diminution, comme dans le cas du contact entre plomb et peroxyde de plomb.

C'est à Branly que la science doit le tube à limailles, (radio-conducteur, cymoscope) qui constitue l'instrument de choix pour l'étude des ondes électriques.

La forme primitive du tube, représentée (fig. 1) est si

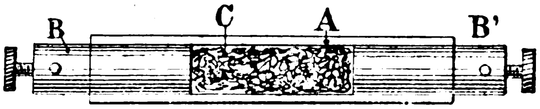


Fig. 1. — Forme primitive du tube à limaille de M. Branly.

connue qu'il n'est pas besoin d'en donner une nouvelle description.

Rappelons seulement qu'un galvanomètre en série avec le tube et une pile décèle brusquement le passage d'un courant dès qu'une étincelle éclate au voisinage.

Branly signalait à la même époque un phénomène de même ordre entre deux fils faiblement oxydés d'acier ou de cuivre croisés et en contact : la résistance tombait de plusieurs milliers d'ohms à quelques ohms lors de l'étincelle.

En 1892, Dawson Turner faisait à Edimbourg une conférence décrivant les découvertes de Branly ; à la suite de cette conférence, G. Forbes posa la question de savoir si les ondes hertziennes ne pourraient pas faire varier de même la résistance du tube.

En 1893, W.-B. Croft donnait à Londres une conférence sur le même sujet et posait également une question intéressante : il avait observé que le changement de conductibilité du tube avait lieu avant la production de l'étincelle, dès que le générateur (machine électrostatique) était mis en marche.

D'autres auteurs attribuent le phénomène à la lumière de l'étincelle.

La même année, G.-M. Minchin attribuait les phénomènes aux ondes électromagnétiques.

En 1893 et au début de 1894, Oliver Lodge s'occupa de la question, et au cours d'une conférence à la Royal Institution, donna cette définition du tube de Branly qu'il appelait cohéreur : un cohéreur est un dispositif dans lequel la conductibilité faible ou imparfaite d'un contact entre des pièces métalliques est changé en une bonne conductibilité par le choc de radiations électriques.

Le cohéreur de Lodge consistait en un tube d'un centimètre environ de diamètre et de 7 cm environ de longueur ; entre les deux électrodes la matière active était de la limaille de fer grossière ; il utilisa également des aiguilles d'acier reposant légèrement sur une plaque d'aluminium, des disques d'acier légèrement oxydés et en contact léger.

Jusqu'à cette époque, le cohéreur restait un instrument délicat et capricieux.

En 1894, Marconi commença, en Italie, une étude systématique et scientifique des divers métaux en vue de leur utilisation dans les cohéreurs ; il choisit un mélange de 95 pour 100 de nickel en poudre et de 5 pour 100 d'argent réduit en une poudre de même finesse. Il utilisa un tube de 4 à 5 mm de diamètre, 3 à 4 cm de largeur ; à l'intérieur étaient disposés deux cylindres d'argent à faces biseautées, polies et amalgamées ; entre ces cylindres écartés de quelques millimètres on intercalait la limaille. C'est ce type de cohéreur qui fut d'abord employé pour la télégraphie sans fil.

En 1896, Marconi présenta ses appareils de télégraphie à M. Preece, alors ingénieur en chef des télégraphes anglais, qui, dans une communication à la Royal Institution, s'exprima ensuite ainsi : « Marconi a créé un nouvel « œil » électrique, plus délicat que les instruments utilisés jusqu'ici, et un nouveau système de télégraphie qui, jusqu'à présent, eût semblé irréalisable ».

Dans les cohéreurs étudiés ci-dessus, la conductibilité acquise lors du choc de l'onde était ramenée à sa valeur primitive par un moyen mécanique, en frappant sur le tube, en le tournant lentement, en le faisant frapper par un relais, ou par une commande de sonnerie. Tommasina se servait d'un électro-aimant monté en série avec le cohéreur et au-dessus de lui ; après le choc de l'onde, l'électro attirait les granules métalliques au sommet du tube, à condition bien entendu que ceux-ci fussent d'une substance magnétique. (Fer, nickel, cobalt.)

Utilisation des cohéreurs comme avertisseurs de surtensions. — La General Electric Co emploie les cohéreurs comme avertisseurs de surtensions, associés aux appareils de protection : parafoudres, etc.

Le problème à résoudre n'est pas le même que pour la télégraphie sans fil ou les autres applications mentionnées ci-dessus. Il n'est pas nécessaire d'avoir un appareil très sensible, devenant conducteur sous le choc d'une onde. Il suffit d'un appareil qui, non conducteur sous une tension élevée, le devient à partir d'une certaine tension, dite tension critique.

Les essais, qui ont porté sur différentes formes de tubes et sur différents métaux : aluminium, cuivre, magnésium, fer, nickel argenté, tungstène, molybdène, nickel pur, argent, etc, ont conduit à adopter le nickel en poudre qu'on oxyde légèrement et qu'on enferme dans un tube rempli d'un gaz inerte : ce tube a la forme représentée figure 2.

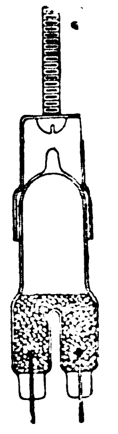


Fig. 2. — Type de cohéreur employé comme avertisseur de surtension.

L'action décohérente est produite par un solénoïde qui surmonte le tube et qui coupe le courant qui passe dans le tube en attirant les granules.

Pour empêcher l'appareil d'être influencé par les ondes de l'espace, on lui impose une tension critique assez élevée. La tension peut varier de 10 à 700 v. On choisit pour l'usage signalé des tensions de 100 à 300 v.

Voici quelques chiffres d'expérience se rapportant à un cohéreur de la G. E. Co.

Tension critique mesurée dans 10 opérations : de 280 à 325 v, avec une valeur moyenne de 315 v,

Digitized by Google

Résistance du tube en dessous de la tension critique : 10^9 ohms et au-dessus 3,08 ohms.

THÉORIE DU FONCTIONNEMENT DES COHÉREURS. — Au début, Lodge pensait que la limaille devenait « cohérente », pour employer son expression, par suite de la soudure des particules métalliques. Plusieurs observateurs déclarent avoir constaté le fait au microscope. Cette théorie toutefois n'explique pas ce qui se passe avec le carbone ou les métaux oxydés, qui ne peuvent se souder à la température ordinaire.

T. Sundorph pensait que la conduction électrique était due à des chaines métalliques se formant entre les électrodes. T. Tommasina avait adopté cette théorie et dit que ces chaines se forment plus facilement dans l'eau distillée, ou dans un diélectrique autre que l'air.

Toutefois, cette théorie n'explique pas comment certaines substances, telles que le potassium, l'arsenic, le plomb en contact avec le peroxyde de plomb deviennent moins conductrices lors du choc de l'onde.

Lodge a montré que deux conducteurs séparés par une lame d'air d'un dix millième de millimètre d'épaisseur, et présentant une différence de potentiel de 1 v, s'attirent par action électrostatique avec une force de 20,2 kg par centimètre carré.

Il prétend que des forces de même nature se développent à travers les pellicules diélectriques gazeuses qui séparent les grains de limaille et provoquent la cohésion. Une fois de plus on manque d'explication pour le cas des substances qui deviennent non conductrices.

Une autre explication est fondée sur la théorie électronique, d'après laquelle la conduction de l'électricité dans les corps conducteurs est due au mouvement des électrons (ions négatifs). Voici comment s'exprime à ce sujet, Fleming. (Principles of Electric Wave Telegraphy and Telephony.)

J.-J. Thomson a montré qu'un ion ne peut pas quitter spontanément le conducteur où il se trouve, car, à l'instant où il vient de s'échapper, il est soumis à une force égale à $\frac{e^2}{4d^2}$, e étant la charge négative de l'électron ($e = 3,4.10^{-10}$ unités électrostatiques), d la distance à la surface.

Supposons maintenant que deux surfaces métalliques soient très voisines, et présentent une différence de potentiel de V volts, ou $\frac{V}{300}$ unités électrostatiques.

Supposons que la distance soit microscopique et égale à X centimètre. La force électrique dans l'espace intermédiaire est $\frac{V}{300X}$ unités électrostatiques ; si elle est supérieure ou égale à $\frac{e^2}{4X^2}$, les ions négatifs peuvent passer d'une surface à l'autre et donnent naissance au courant.

Par exemple, si les valeurs de V et de X sont telles que $\frac{V}{300X} = \frac{e^2}{4X^2}$, d'où $X = 75\frac{e^2}{V}$, le transport des ions peut commencer. De plus, une fois le transport amorcé, il accroît la différence de potentiel entre les deux masses, ce qui augmente en même temps l'intensité du transport des ions.

S'il existe une très grande différence de conductibilité entre les deux surfaces en contact, l'action peut aboutir à une accumulation d'ions négatifs à la surface limitrophe de manière à interrompre le flux du courant à cet endroit. Ceci pourrait expliquer la conductibilité décroissante entre plomb et peroxyde de plomb.

Il faut bien dire, en terminant, que plusieurs des derniers expérimentateurs déclarent qu'aucun passage d'ions n'est possible entre des surfaces qui ne sont pas en contact réel, de sorte que la véritable explication de l'action des cohéreurs est un problème encore à résoudre.

J. G.

La transformation des cristaux de tungstène en filaments pour les lampes à incandescence (1).

La nouvelle méthode consiste à établir des fils ou filaments métalliques de tungstène avec adjonction d'une petite quantité d'oxyde de thorium, qui ne sont ni étirés, ni laminés, ni martelés.

Pour cela, on commence par produire des cristaux de tungstène très longs et très minces. Avec les méthodes employées jusqu'ici pour fabriquer les filaments métalliques en tungstène, on obtenait des corps dans lesquels les cristaux moléculaires de tungstène étaient situés l'un par rapport à l'autre dans des positions plus ou moins irrégulières.

Le produit final n'avait donc pas une structure uniforme. Cette structure se modifie avec le temps par suite des hautes températures produites dans les lampes à incandescence, ce qui altère les positions respectives des éléments moléculaires du tungstène des filaments et nuit à leur résistance. De tels filaments ne peuvent être pliés qu'en certains endroits et sont très cassants dans d'autres. Les recherches du professeur Böttger ont prouvé que la fragilité des filaments se manifestait aux places où les cristaux moléculaires s'entrecroisent, tandis que les cristaux eux-mêmes sont très facilement malléables. On pouvait donc penser qu'une grande amélioration serait réalisée dans les propriétés physiques des filaments de tungstène, si on parvenait à obtenir des cristaux suffisamment longs pour que le noyau éclairant de la lampe puisse être constitué par un seul cristal en forme de filament. Cette idée a été brevetée dans plusieurs brevets allemands pris par la Société Julius Pintsch, grâce aux longs travaux du directeur de cette Société O. Schaller, du docteur H. Orbig et de l'ingénieur Elstner. De même qu'on peut laisser croître un cristal d'un sel dans une solution saline saturée, on peut produire un cristal de tungstène en partant de la poudre de tungstène à laquelle on ajoute de l'oxyde de thorium très finement divisé. Pour cela, on fait avec la matière première une émulsion qu'on fait passer sous pression à travers des filières en diamant, de manière à former des filaments de 0,02 à 1 mm d'épaisseur et d'une longueur quelconque. Ces fils sont ensuite passés à travers une zone chauffée à 2 400° C — 2 600° C et à une vitesse qui est quelque peu inférieure à la vitesse de cristallisation du tungstène. On obtient alors un cristal unique extrêmement allongé, qui, à l'examen micrographique, se montre tout à fait exempt de stries. Ces filaments sont plus doux que les filaments étirés aux basses températures et plus rigides aux températures élevées, ce qui est très favorable pour les corps incandescents. Ils ont une résistance à la traction de 164 kg : mm² et une telle flexibilité qu'on peut les enrouler à froid autour de la plus fine aiguille. Après leur utilisation comme corps incandescent dans des lampes, ils conservent cette propriété, même après un très long service. En ce qui concerne l'exécution pratique du procédé, son schéma est donné dans la figure 1.

Le fil de tungstène F traverse de bas en haut à une vitesse d'environ 2,5 m : h une chambre chaude K, remplie d'un gaz inerte et chauffée par une spirale S. La température de cristallisation elle-même est produite par la spirale S. Le

(1) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 26 avril 1917, p. 234.

Digitized by Google

fil D sortant de la chambre K s'enroule sur la poulie R On peut ainsi obtenir des fils ou filaments métalliques de 0,02 mm d'épaisseur, dont la longueur peut atteindre 25 m environ et qui se composent seulement d'un seul cristal. La section de ces filaments est rigoureusement uniforme et

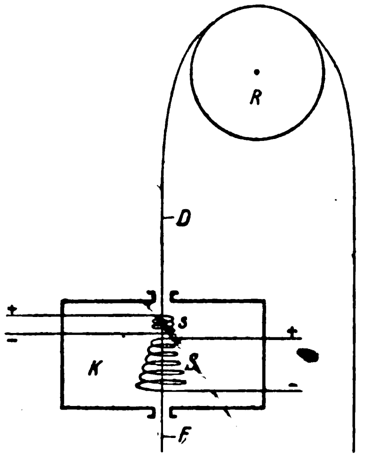


Fig. 1 — Représentation schématique du procédé pour la fabrication d'un cristal-filament.

nette, lorsqu'on les coupe avec des ciseaux par exemple, tandis que celle d'un filament étiré présente des éclats et des déchirures dans le sens de la longueur à l'examen micrographique.

E. P.

Nouvel appareil fluorométrique pour le dosage des rayons X (1).

Le dosage de l'efficacité du rayonnement X sur les différents tissus de l'organisme ne nécessite que deux mesures : la mesure de l'intensité du rayonnement incident et la détermination de sa qualité.

Ces deux mesures donnent en effet tous les éléments nécessaires pour connaître la répartition approximative des doses efficaces dans les tissus.

La détermination de la qualité se fait très facilement à l'aide du radiochromomètre de Benoist ou de ses dérivés; il n'en est pas de même de la détermination de la quantité.

Si on mesure l'énergie radiante que l'on veut distribuer aux tissus pathologiques avec les procédés employés ordinairement et à l'aide de l'unité *H* (rappelons que l'unité *H* est le tiers de la quantité compatible avec l'intégrité des tissus), on peut commettre de très graves erreurs d'appréciation, d'où risque d'accidents ou d'échecs.

L'auteur estime que la principale cause d'erreur est que la radiothérapie profonde exige des rayons très pénétrants et très filtrés qui n'agissent pas assez sur les réactifs chimiques pour permettre la précision des doses.

La méthode fluoroscopique ne présente pas cet inconvénient.

L'auteur avait déjà décrit, dans un livre édité en 1901 chez Stheinheil sur la radiométrie fluoroscopique, un fluoromètre à étalon de radium. Cet appareil nécessitant un étalon coûteux, l'auteur a cherché à substituer un étalon lumineux au radium; c'est ce nouvel appareil que nous décrivons ci-dessous. Il se compose d'une lunule de verre dépoli ou d'opaline divisée en deux parties et qu'on regarde au moyen d'une lunette monoculaire ou binoculaire. Une des moitiés est éclairée en arrière par la luminescence d'un petit écran de platino-cyanure de baryum irradié par le rayonnement X étudié; l'autre moitié est éclairée par une lampe électrique étalon fonctionnant sous une tension rigoureusement déterminée et dont le rayonnement traverse des écrans de verre bleu, jaune et vert appropriés de manière à obtenir une teinte exactement semblable à celle de la fluorescence du platino-cyanure. Un diaphragme réglable accolé à un verre dépoli permet de modifier l'intensité de l'éclairement dans un rapport qui varie de 1 à 12 environ, ce diaphragme est placé entre les écrans et la lunule.

Les inconvénients des appareils fluorométriques sont les suivants :

1° L'écran de platino-cyanure de baryum peut brunir si on l'expose trop longtemps au rayonnement. Cet inconvénient, qui est important dans le fluoromètre à radium, n'existe pour ainsi dire pas dans le nouvel appareil, la mesure se faisant en quelques secondes à 50 cm du foyer anticathodique.

2° L'étalon lumineux peut se modifier avec l'usage. L'auteur évite cet inconvénient en permettant une vérification périodique avec un second étalon qui ne sert que pour la vérification du premier. Cet étalon étant employé très rarement, on peut le considérer comme constant ; il est placé avec ses verres de couleur appropriés et ses verres dépolis dans un tube de cuivre qui s'adapte à l'extrémité de la lunette de visée des rayons X.

On peut rendre le champ libre en relevant l'écran de platino-cyanure à l'aide d'une clef. Dans ces conditions, après avoir amené la tension des deux lampes au chiffre indiqué, on doit obtenir l'égalité des plages pour une ouverture déterminée du diaphragme. Si l'égalité n'était pas obtenue, on modifierait l'étalon courant en réglant l'ouverture du diaphragme fixe adhérent au premier verre dépoli. Le deuxième étalon pourra être vérifié également tous les ans par comparaison avec un fluoromètre au radium.

L'appareil peut servir de qualitomètre, pour cela on abaisse à l'aide d'une clef un filtre d'aluminium devant l'écran de platino-cyanure.

L'appareil est accompagné de deux règles à calculs : la première, règle de quantité permet de connaître l'intensité du rayonnement à toutes les distances auxquelles on traite les malades; la deuxième, règle de qualité, donne, en fonction de l'intensité avant et après le filtre, la force de pénétration du rayonnement par l'expression de la fraction transmise.

(1) H. GUILLEMINOT. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 19 novembre 1917, t. CLXV, p. 701, 800 mots.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Lampe à arc à deux paires de charbons pour réseaux à courants polyphasés de basse fréquence

Malgré les progrès des lampes à incandescence de grande puissance, les lampes à arc n'ont pas encore dit leur dernier mot, et conservent des perspectives de rendement lumineux supérieur à celui de toutes les autres sources de lumière; d'ailleurs, des progrès sont encore journellement réalisés et annoncés dans la presse technique au sujet de l'utilisation des différents composés minéraux ajoutés dans les charbons, de l'emploi d'arcs dans les gaz comprimés, etc. Il n'est donc pas sans intérêt d'exposer les artifices de construction et de montage qui permettent de faire fonctionner une lampe à arc sur des réseaux polyphasés de basse fréquence, tout en évitant le papillotement de la lumière et tout en chargeant également les différentes phases du réseau. Dans le présent article, l'auteur indique un artifice très simple qu'il a imaginé pour supprimer les difficultés résultant de l'emploi de plusieurs arcs de phases différentes dans une même lampe. Il montre comment l'emploi de transformateurs Scott permet à la fois de simplifier la construction des bobines régulatrices de cette lampe et de l'utiliser sur des réseaux triphasés à 25 périodes bien qu'elle ne comporte que deux paires de charbons.

I. — **Généralités.** — On sait que les lampes à arcs à courant alternatif donnent des pulsations de lumière très considérables, par le fait du rallumage et de l'extinction de l'arc à chaque alternance.

Théoriquement, si on néglige la lumière due à l'incandescence des pointes des charbons en comparaison de celle de l'arc, qui, dans les arcs à flamme, est tout à fait prépondérante, la courbe de variation des intensités lumineuses en fonction du temps affecte une forme analogue à celle de la figure 1.

Quand la lampe est alimentée à 50 p : sec, l'inertie du phénomène de la vision rend ces pulsations insensibles,

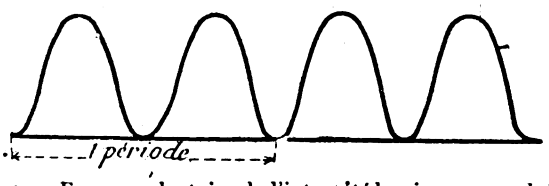


Fig. 1. — Forme pulsatoire de l'intensité lumineuse produite par un arc à courant alternatif monophasé.

au moins quand on regarde des objets fixes; mais il n'en est pas de même aux basses fréquences, et les arcs électriques simples sur les réseaux de la fréquence 25 ou au-dessous donnent une lumière papillotante et désagréable.

Il est naturel de chercher à compenser ces pulsations par d'autres pulsations complémentaires, et l'on a déjà préconisé dans ce but une solution consistant à placer côte à côte deux lampes à arc alimentées par les deux phases différentes d'un réseau diphasé. La figure 2 montre schématiquement comment, dans ce cas, les deux intensités lumineuses viennent se combiner pour donner une intensité résultante ne présentant plus que de très faibles ondulations, grâce au fait que les deux phases sont décalées entre elles d'un quart des périodes. L'ensemble, alimenté par un courant diphasé à 25 p : sec, donne 100 pulsations par seconde, et ces pulsations sont d'amplitude beaucoup moindre que celles d'une lampe unique diphasée branchée sur un réseau à 50 p : sec.

L'étude expérimentale de ces variations de lumière et

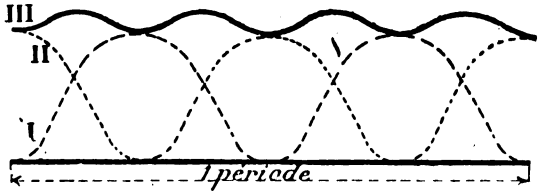


Fig. 2. — Schéma de la combinaison des intensités lumineuses d'une lampe à courants alternatifs utilisant les deux phases: I, intensité lumineuse produite par la première paire de charbons; II, intensité produite par la deuxième paire; III, Intensité résultante.

de leur compensation a d'ailleurs été faite dans une publication fort intéressante de M. Léonard, il y a déjà plusieurs années [1], et le lecteur pourra se reporter utilement aux courbes publiées par cet auteur.

Les constatations faites conduisaient à rechercher la possibilité de réunir dans une seule lampe deux arcs diphasés, et a fortiori trois arcs triphasés, de façon à réaliser sous une forme compacte des unités éclairantes

[1] Cf Léonard. Variations, dans une période, du flux lumineux émis par un arc voltaïque alimenté par courants alternatifs. *L'Eclairage électrique*, 1905, t. XLII, p. 241, 287, 326.

Digitized by Google

d'intensité lumineuse à peu près constante. Différentes tentatives ont été faites dans ce sens, et la figure 3 représente schématiquement les dispositifs a, b, c qui ont été antérieurement essayés [1].

Dans le système américain à charbons verticaux, types a et b, on a essayé de mettre sur une même barre mobile les porte-charbons (isolés entre eux) des charbons de phases différentes, de façon qu'un seul mécanisme en assure le rapprochement et l'écartement.

On admettait ainsi implicitement que l'usure des charbons se faisait d'une façon rigoureusement identique pour les trois paires, tandis qu'en réalité l'usure est toujours plus ou moins inégale. Le fonctionnement de ces lampes manquait ainsi de régularité, car l'arc le plus long finissait par s'éteindre. A tout rallumage, même provenant d'une autre cause, la paire la plus

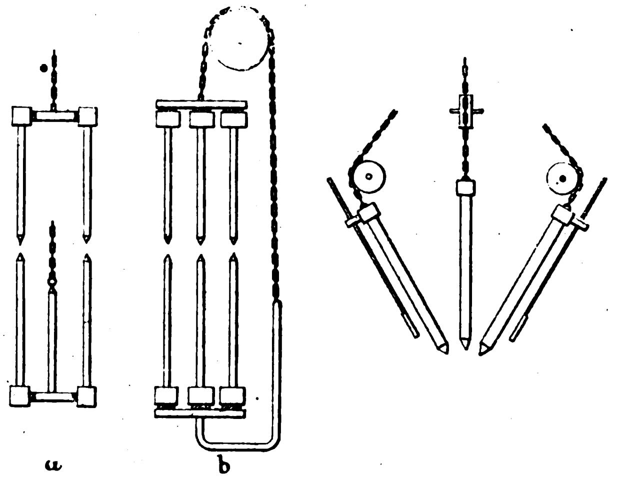


Fig. 3. — Schémas des anciennes dispositions des charbons pour lampe à arc à courant alternatif à deux et à trois phases :

a, lampe diphasée à deux paires de charbons verticales ; b, lampe diphasée à trois paires de charbons verticales ; c, lampe triphasée à trois charbons formant trièdre. Les parties hachurées représentent des isolants.

brûlée ne se rallumait pas si elle était éteinte (puisque ses charbons ne parvenaient pas au contact) ; ou risquait de s'éteindre ensuite par suite de l'écartement trop considérable produit par le jeu du régulateur ou par l'usure des charbons. Au contraire, une paire restée longtemps éteinte devenait peu à peu la plus longue et se rallumait seule quand une extinction des deux autres mettait en jeu le mécanisme du rallumage. Cette solution a donc dû être abandonnée.

L'autre système c a été étudié, principalement par

(1) Je ne parle pas des lampes à mécanismes multiples qui ont été construites, notamment en Allemagne pour deux paires de charbons, soit verticales, soit disposées en V ; car il est très difficile de loger ainsi, dans une même enveloppe, deux mécanismes complets et indépendants, un pour chaque paire ; la construction devient d'ailleurs fort onéreuse et l'entretien plus coûteux.

MM. Mercanton en Suisse [1], Vigreux et Brillié en France [2], etc. Ces auteurs disposaient les trois charbons suivant trois arêtes d'un tétraèdre régulier. M. Lauriol, qui a soumis ces lampes à des essais approfondis au Laboratoire de l'Usine des Halles de la Ville de Paris, a montré qu'elles présentaient encore de grandes inégalités entre les trois courants et que presque toujours un des trois arcs ne jaillit pas. Elles sont, en

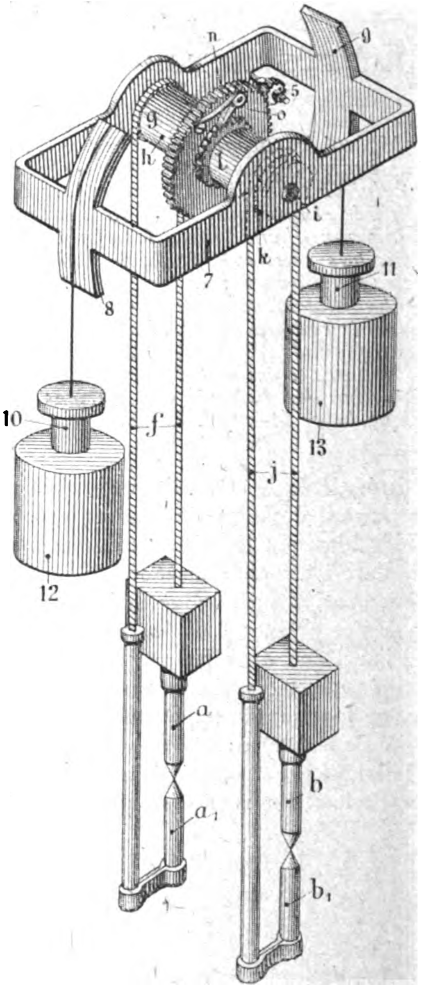


Fig. 4. — Schéma du principe de la lampe à arc à deux paires de charbons brûlant simultanément.

a, a[1], b, b[1] charbons ; f, j, chaînes de suspension ; g, k, roues dentées supportant les chaînes, folles sur l'axe i ; h, l, manchons solidaires chacun d'une de ces roues ; n, roue dentée montée folle sur l'axe i, reliée à l et à h par deux cliquets o ; 5, pignon engrenant avec la roue n et commandé par la minuterie ; 7, cadre de la balance régulatrice ; 8 et 9, secteurs auxquels sont suspendus les plongeurs 10 et 11 ; 12, bobine constituée par les deux enroulements série ; 13, bobine constituée par les deux enroulements en dérivation aux bornes des arcs.

outre, fort encombrantes et nécessitent un équipement (globes, etc.) spécial. Comme les précédentes, elles ne

(1) Cf Recherche sur l'arc voltaïque triphasé. Paul-L. Mercanton. *L'Eclairage électrique*, 30 janvier 1904, t. XXXVIII, p. 161.
(2) Cf *Brevet français n° 322869* du 21 octobre 1902.

Digitized by Google

se sont pas répandues. Ayant fait construire moi-même une lampe du même genre, j'ai dû reculer devant la complication du mécanisme nécessaire et les frottements qui s'y produisent.

Du reste, il y a une raison pratique d'ordre photométrique qui s'oppose, sauf dans des cas très spéciaux, à l'emploi de lampes à trois arcs. On sait, en effet, que, pour qu'un arc à courants alternatifs soit bon, il doit

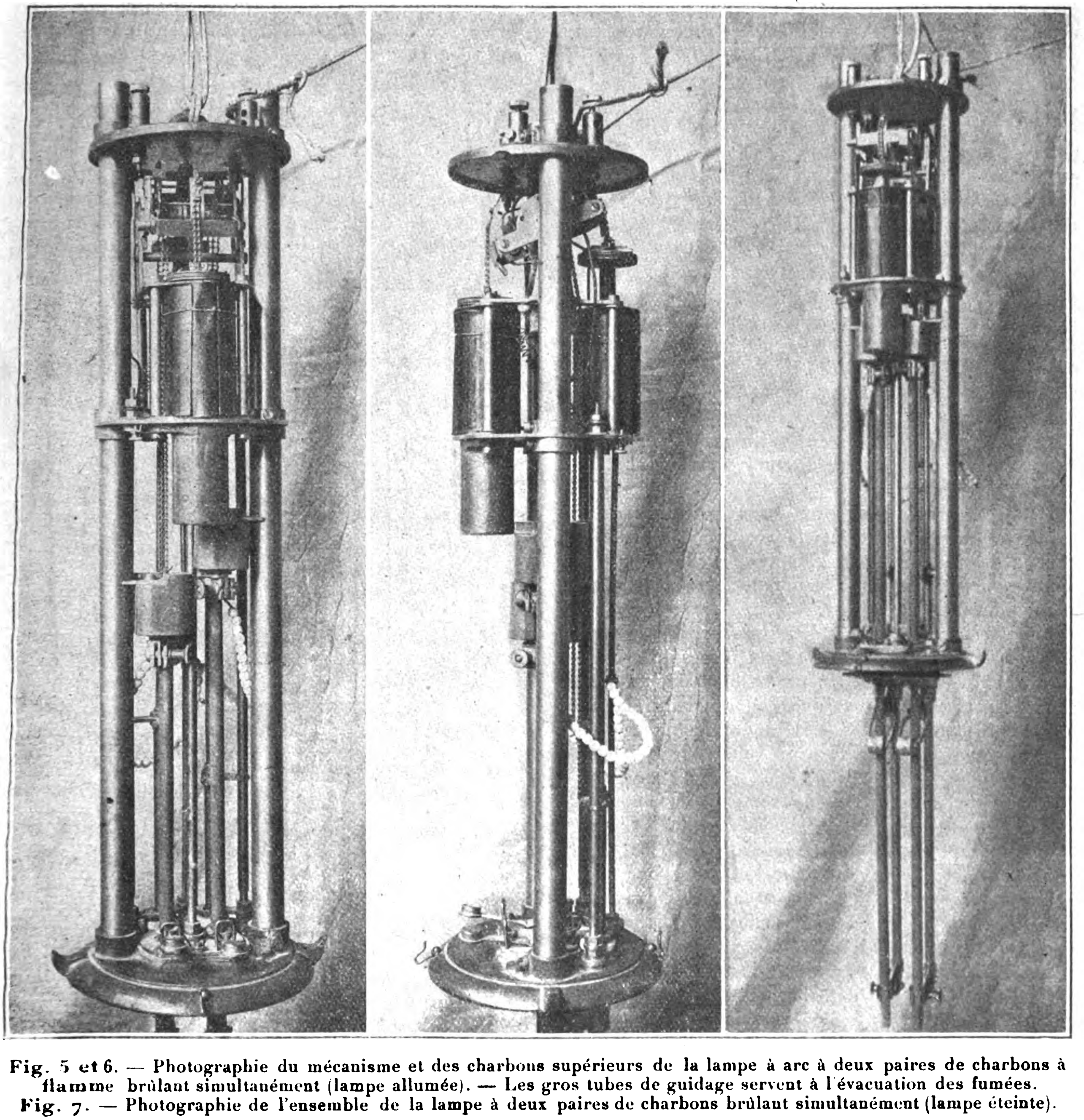


Fig. 5 et 6. — Photographie du mécanisme et des charbons supérieurs de la lampe à arc à deux paires de charbons à flamme brûlant simultanément (lampe allumée). — Les gros tubes de guidage servent à l'évacuation des fumées.
Fig. 7. — Photographie de l'ensemble de la lampe à deux paires de charbons brûlant simultanément (lampe éteinte).

être alimenté par un courant d'intensité minimum assez importante (environ 8 A). Le groupe de trois lampes ou de trois arcs exige donc $3 \times 8 = 24$ A ; sa puissance lumineuse devient alors trop forte et ne se prête pas à une répartition assez homogène de l'éclairage ; il est désirable d'augmenter le nombre des foyers en leur donnant moins de puissance individuelle.

J'ai été ainsi conduit à étudier un système de lampes à deux arcs seulement, fonctionnant sur courants diphasés avec un réglage aussi facile qu'une lampe à un seul arc, grâce à l'artifice de rallumage que je décrirai [1].

[1] Ces dispositifs ont été mis au point, d'après mes indications, par la Société française d'Incandescence par le Gaz

Digitized by Google

II. — **Lampe diphasée à deux paires de charbons**. — La lampe à deux paires de charbons représentée sur la figure 4 avait été construite d'abord pour un autre but. On s'était proposé, à l'origine, de réaliser une lampe dont les deux paires de charbons pussent brûler *l'une après l'autre* afin de doubler la durée de fonctionnement et de diminuer de moitié les visites nécessaires au remplacement des charbons. Le régulateur était du même type que celui des lampes ordinaires de la Société française d'Incandescence par le Gaz, mais complété par un dispositif permettant d'utiliser d'abord l'une des paires, l'autre étant hors circuit et soustraite à l'action du régulateur; puis d'inverser les rôles automatiquement au moment où la première paire est brûlée tout en mettant en circuit [1] la seconde.

Ce type de lampe, à deux paires de charbons brûlant *successivement*, a été finalement transformé en lampes à deux paires brûlant *simultanément*, en conservant les deux paires de charbons supportées par deux chaînes indépendantes et en remplaçant le commutateur-débrayeur par un dispositif de roue dentée folle entraînée dans un seul sens par deux cliquets, qui la solidarisent entre les deux tambours porte-chaînes.

Les figures 5, 6 et 7 sont des reproductions d'une lampe du type décrit munie de son régulateur à balance.

III. — **Fonctionnement du régulateur**. — En principe, on peut dire que la régulation est assurée, comme dans les meilleures lampes à arc modernes, par deux appareils distincts : la minuterie et la balance de régulation.

La *minuterie* a pour effet de rapprocher régulièrement et à une vitesse uniforme les deux paires de charbons au fur et à mesure de leur usure. Elle ne diffère en rien des dispositifs analogues que l'on rencontre dans les lampes ordinaires de la Société Auer; c'est pourquoi on s'est même dispensé de la représenter sur la figure 4. Disons simplement, à son sujet, qu'elle est fixée à demeure sur la balance régulatrice elle-même et qu'elle ralentit le mouvement de défilement des chaînes supportant les charbons par l'intermédiaire d'un petit pignon (représenté en 5 sur cette figure) et d'une roue dentée principale n, que les cliquets o solidarisent avec les manchons p, l, portant les roues dentées g, k, sur lesquelles passent les chaînes.

Le dernier mobile de la minuterie est embrayé par un doigt d'arrêt fixe quand la balance est horizontale; il est débrayé quand elle s'incline vers la gauche et libère alors le mouvement du défilement des chaînes.

(système Auer) qui a exécuté la construction de cette lampe, avec le concours de M. Dobkevitch.

[1] La substitution de la seconde paire à la première se fait par l'intermédiaire de leviers et de cames actionnant, d'une part, un commutateur pour la fermeture du courant sur la seconde paire, et, d'autre part, un débrayage à griffes qui libère la roue dentée motrice du régulateur du tambour portant la chaîne de la première paire et la solidarise avec celui de la deuxième paire. Le déclenchement se produit par l'action d'un taquet venant presser sur un levier à détente au moment où doit se faire l'échange. — Cf *Brevet français n° 419611* du 23 août 1913.

L'action de la *balance régulatrice* permet en outre de faire varier à peu près instantanément l'écart des charbons, et dans les deux sens, par un mouvement d'oscillation de plus ou moins grande amplitude autour de son axe horizontal *i* qui repose à ses deux extrémités sur deux couteaux non représentés sur la figure 4.

En régime normal, c'est-à-dire pendant le fonctionnement régulier de la lampe, la balance est en équilibre sous l'influence de trois forces. Elle tend à tourner à droite : 1° par l'effet de contrepoids suspendus à chacune des chaînes portant les charbons; 2° sous l'action d'un plongeur attiré lui-même par un électro-aimant de réglage, cet électro-aimant étant constitué par deux enroulements à fil fin pris en dérivations aux bornes de chacune des deux phases du réseau. La balance tend, au contraire, à tourner à gauche par l'unique action d'un

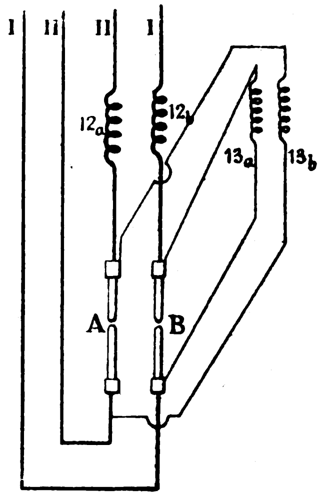


Fig. 8. — Schéma général des connexions à établir dans la lampe à deux paires de charbons brûlant ensemble quand les deux phases n'ont pas de point commun.

A, B, les deux paires de charbons : I, II, première et deuxième phase ; 12 a, 12 b, bobines de réglage en série, 13 a, 13 b, bobines de réglage en dérivation.

second plongeur qui correspond à un deuxième électro de réglage dont les deux enroulements bobinés concentriquement sont, au contraire, branchés en série chacun sur le circuit d'une lampe.

Supposons maintenant que l'un des deux arcs vienne à s'éteindre pour une cause quelconque. L'équilibre de la balance sera rompu, car l'action de l'électro de gauche sera diminuée par l'effet de cette extinction. Le cadre va tourner à droite jusqu'au moment où les charbons de la paire éteinte reviendront en contact. A cet instant, l'électro de gauche parcouru à nouveau par les courants des deux lampes rétablira l'équilibre ; l'arc se rallumera.

Mais le rallumage et la reprise, par la balance, de l'équilibre momentanément rompu ne peuvent se produire avec le dispositif que l'on vient de décrire que si, avant l'accident, les deux paires de charbons présentaient un écartement rigoureusement identique. L'inégalité d'usure étant inévitable, comme je l'ai déjà indiqué,

Digitized by Google

Autrement dit, le dispositif doit être complété de telle sorte que le fait pour l'une des deux paires d'entrer en contact n'empêche pas le rapprochement de l'autre paire de se continuer. Dans ce but, on a rendu la roue n folle sur l'axe ainsi que les tambours h et l et on a muni chacun de ces derniers d'un encliquetage; les deux cliquets o (figure 4) ne rendent solidaires les

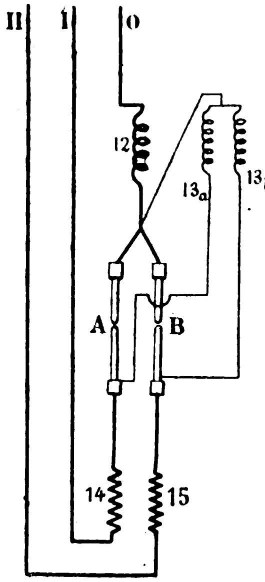


Fig. 9. — Schéma général des connexions à établir dans la lampe à deux paires de charbons quand les deux phases ont un conducteur de retour commun.

A, B, les deux paires de charbons; 12, unique bobine en série; 13 a et 13 b, bobines de dérivation; 14, 15, résistance ou self-inductions en série avec la lampe.

chaînes et la balance que dans un seul sens : les chaînes sont bien entraînées par la balance au rallumage (c'est-à-dire par une rotation à gauche); mais l'entraînement n'a pas lieu pour un mouvement du cadre à droite.

Sous l'effet du poids des porte-charbons supérieurs et sous l'action prépondérante de la bobine à fil fin, ce mouvement à droite pourra ainsi librement se continuer jusqu'au moment où il amènera au contact la paire de charbons présentant l'usure la plus grande. Alors seulement la bobine à gros fil sera parcourue par un courant assez fort pour provoquer le recul de la balance et l'allumage.

Le dispositif ramènera donc automatiquement les deux paires de charbons au même écartement, à chaque fois que se produit une extinction.

A l'instant du premier allumage, le même fonctionnement se produit : le cadre de la balance d'abord à droite prend sa position d'équilibre sous l'action des électros de gauche.

Comme il est facile de le voir, les figures 5 et 6 se rapportent à la lampe allumée, la balance étant inclinée à gauche. Au contraire, la figure 7 qui est une reproduction plus réduite de l'ensemble représente la lampe éteinte; la balance-régulatrice est inclinée en sens inverse, et les charbons que l'on remarque à la partie inférieure de la figure sont au contact.

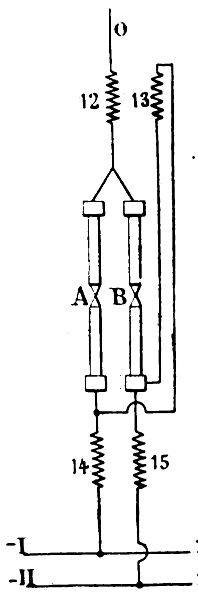
IV. — Montage de la lampe sur réseau polyphasé.

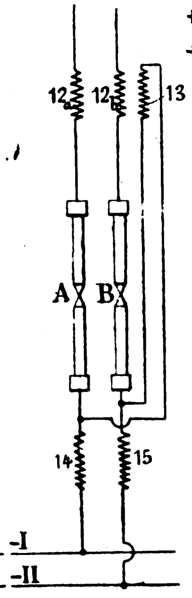
— On va maintenant indiquer les façons diverses de brancher cette lampe sur le réseau.

Considérons d'abord le cas d'un réseau diphasé :

La figure 8 donne un premier schéma de montage qui, en réalité, ne présente aucune particularité qui le différencie des lampes ordinaires à régulation différentielle. Chaque lampe, indépendante, branchée sur chacune des deux phases, a pour sa propre régulation deux électros, l'un en série, l'autre en dérivation. Mais on peut apporter de sérieuses simplifications à ce dispositif.

Une première de ces simplifications, qui est d'ordre





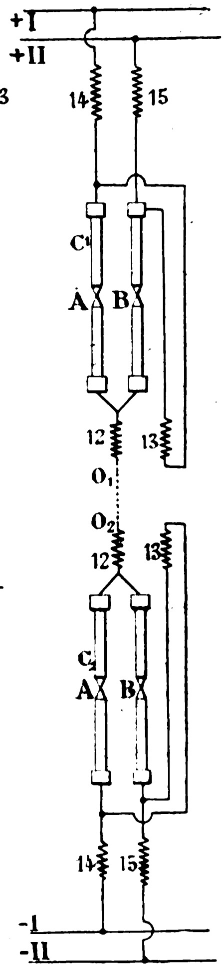


Fig. 10. — Même schéma général quand les deux bobines 13 a et 13 b ont été réunies en une seule.

Fig. 11. — Schéma pour deux lampes montées sur distribution diphasée sans fil de retour commun. (Les deux bobines 13 a et 13 b de la figure 13 sont encore réunies en une seule.)

Fig. 12. — Même disposition que fig. 8, mais pour deux lampes en série.

plutôt mécanique qu'électrique, consiste à n'utiliser qu'un seul appareil régulateur pour les deux lampes. On réduit à deux le nombre des plongeurs et des électros de régulation en bobinant concentriquement les deux enroulements série, d'une part, et les deux enroulements déviation, d'autre part.

La figure 9 correspond au cas où les deux phases

Digitized by Google

ont un conducteur de retour commun. On peut, dans ce cas, et sans altérer le bon fonctionnement de la lampe, remplacer les deux enroulements série par un seul enroulement pris sur ce fil de retour.

On peut encore pousser la simplification plus loin et n'avoir, dans le cas du fil de retour commun, qu'une bobine série et qu'une bobine dérivation pour les deux lampes, comme l'indique la figure 10.

Rien n'empêche, du reste, dans le cas où la distribution diphasée est à 4 fils, de constituer la bobine en dérivation par un seul enroulement, pris aux bornes des deux lampes. C'est le dispositif de la figure 11. On se voit cependant obligé alors de conserver la bobine série double.

Enfin, la schéma de la figure 12 donne le montage présentant le maximum de simplicité dans le cas où l'on emploie deux lampes en série sur une distribution à 4 fils. Il est intéressant de remarquer que la régulation

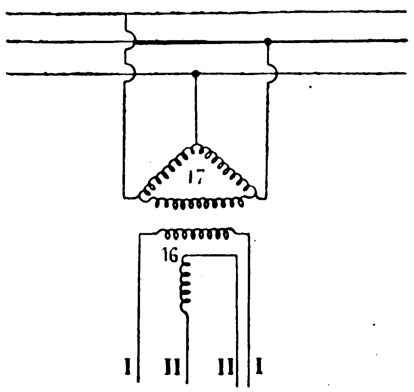


Fig. 13. — Schéma de montage par l'intermédiaire d'un transformateur Scott en dérivation sur une distribution triphasée.

de ces deux paires de charbons peut se faire alors avec un dispositif tout aussi simple que celui que nécessite une lampe ordinaire, puisqu'on n'a plus qu'une bobine série et qu'une bobine dérivation pour chaque groupe de lampes.

C'est sous cette forme qu'a été finalement réalisée la lampe construite par la Société Auer et dont les photographies sont reproduites plus haut (fig. 5, 6, 7) (¹).

L'expérience a démontré qu'une telle lampe fonctionnait d'une manière parfaitement sûre, bien que la construction ne soit pas plus compliquée qu'une lampe à arc ordinaire.

S'il s'agit d'un réseau triphasé, on recourt à l'emploi du transformateur Scott. Celui-ci, comme on le sait, permet de recueillir du courant diphasé à son secondaire lorsque son primaire est branché sur du triphasé (¹). La figure 13 montre, par exemple, comment les deux phases I et II sont obtenues en partant d'une distribution triphasée à potentiel constant. Les deux phases comprennent quatre fils; mais rien n'empêche, si on le désire, de constituer un conducteur commun de retour en réunissant en un seul les deux fils I et II de la partie de droite du schéma.

La transformation à partir d'une distribution série est tout aussi simple. Les primaires du transformateur sont branchés en série sur le réseau triphasé, tandis que les enroulements secondaires sont disposés suivant le schéma de la figure 14. De toute façon, on peut donc passer facilement de la distribution triphasée à la distribution diphasée. L'emploi de la lampe est général, une fois qu'on a étudié son montage sur courant diphasé.

Le transformateur Scott est d'une exécution facile et permet de brancher directement chaque lampe sur le réseau haute tension (ou plutôt sur la tension intermédiaire de distribution, 2 000 à 5 000 v), et l'économie ainsi réalisée sur la canalisation peut compenser largement les dépenses supplémentaires occasionnées par le transformateur. Dans le cas où l'on veut brancher la

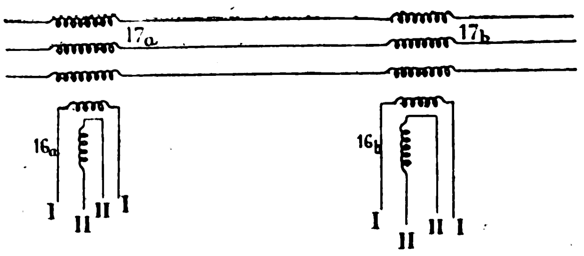


Fig. 14. — Schéma du montage par l'intermédiaire d'un transformateur Scott en série sur une distribution triphasée.

lampe sur la basse tension, le transformateur, ne comportant que des enroulements de faible isolement, est d'un prix peu élevé.

Conclusions. — En résumé, on peut construire des lampes à arc de même apparence que les lampes usuelles, mais utilisant les trois phases d'un réseau triphasé de basse fréquence et donnant une lumière parfaitement constante; il suffit de recourir à deux artifices très simples :

1° Emploi de deux paires de charbons actionnées par un même mécanisme à balance, mais que deux cliquets permettent de libérer au moment où se produit le contact pour l'allumage ou le réallumage, de telle sorte que les deux arcs soient toujours forcément rallumés en même temps et réajustés à la même longueur. Les rallumages sont assez brusques pour qu'on n'ait pas le

(¹) Les expériences ont été exécutées dans mon laboratoire avec le concours de M. Chauvière, ingénieur électricien, qui en a fait depuis lors une expérience plus complète dans une usine de la Compagnie générale des Omnibus; la guerre, qui est survenue sur ces entrefaites, a empêché d'entreprendre l'application de ces lampes sur un grand réseau triphasé.

(¹) Je ne rappellerai pas la construction bien connue de ses enroulements et je représenterai seulement par les schémas la combinaison d'un primaire triphasé avec un secondaire diphasé.

Digitized by Google

temps de voir les extinctions quand elles se produisent.

2° Montage de la lampe sur un circuit diphasé alimenté par un transformateur Scott et combinaison d'enroulements à gros fil et à fil fin, convenablement disposés pour n'avoir qu'une bobine à gros fil et une bobine à fil fin dans le mécanisme, comme pour une lampe ordinaire.

Tout en n'attachant qu'une fort modeste importance à ces dispositifs, il m'a paru intéressant de les signaler pour dissiper le préjugé que les réseaux à basse fréquence ne se prêtent pas bien à l'éclairage par arcs électriques.

André BLONDEL,
Membre de l'Institut.

La tourbe et l'industrie électrique (*Suite*)

Après avoir étudié, dans un précédent article (¹), l'extraction et les divers traitements de la tourbe, l'auteur parle ici de son utilisation industrielle soit comme combustible sur les grilles de chaudières, soit pour l'obtention d'un combustible plus riche par carbonisation humide, soit pour la cokéification, soit enfin pour la gazéification au gazogène.

Combustion de la tourbe. — La tourbe est un combustible d'une valeur médiocre, surtout lorsqu'elle est employée brute. Les opérations de traitement ont généralement pour effet de la priver d'une partie de la terre qu'elle contient et par suite de l'améliorer légèrement.

POUVOIR CALORIFIQUE DE LA TOURBE. — Alors que le pouvoir calorifique du bon charbon est de 7500 calories, celui de la tourbe sèche n'est que de 5 000 calories. Plus la tourbe est humide et, naturellement, plus son pouvoir calorifique est faible, puisque, d'une part, sous un même poids brut, le poids de tourbe est plus faible et, d'autre part, les calories dégagées ont à vaporiser une quantité d'eau plus grande. A 20 pour 100 d'humidité le pouvoir calorifique de la tourbe n'est plus que de 3500 calories environ.

Un calcul simple permet de se rendre compte de ces faits. Supposons 1 000 kg de tourbe à 20 pour 100 d'humidité. Elle contient donc 800 kg de tourbe sèche à 5 000 calories et 200 kg d'eau.

La combustion des 800 kg de tourbe produira

$$800 \times 5000 = 4 \times 10^6 \text{ calories.}$$

D'autre part, la transformation en vapeur de 200 kg d'eau absorbera

$$200 \times 650 = 13 \times 10^4 \text{ calories.}$$

La balance de l'opération sera donc un dégagement de chaleur de

$$4 \times 10^6 - 13 \times 10^4 = 387 \times 10^4 \text{ calories,}$$

qui représente le pouvoir calorifique de 1 000 kg de tourbe brute consommée.

Le pouvoir calorifique du kilogramme de tourbe à 20 pour 100 d'humidité est donc

$$\frac{387 \times 10^4}{10^3} = 3\,870 \text{ calories.}$$

Un calcul analogue permet de déterminer approximativement le pouvoir calorifique d'une tourbe contenant une proportion quelconque d'humidité lorsqu'on connaît le pouvoir calorifique du produit sec.

Soient

p, le pouvoir calorifique du combustible sec;

x, sa teneur en eau;

p_x, le pouvoir calorifique correspondant à l'état d'humidité x.

Le pouvoir calorifique p_x est donné par la formule

$$p_x = (1 - x)\,p - 650\,x.$$

ou encore

$$p_x = p - x\,(p + 650)$$

CHAUFFAGE PAR LA TOURBE. — La tourbe n'est plus employée aujourd'hui, sauf dans certaines contrées reculées, pour le chauffage domestique. Par contre, son emploi comme combustible industriel tend à s'étendre, malgré certains inconvénients.

Des foyers à grilles à échelons en fonctionnement depuis longtemps dans divers pays ont donné des résultats satisfaisants (fig. 1).

A Oriechowo (Russie) les foyers sont à grilles à échelons automatiques (¹).

Installation de Pont-de-Buis. — Récemment des essais ont été faits à la poudrerie nationale de Pont-de-Buis (Finistère) sur des grilles mécaniques soufflées Babcock et Wilcox qui ont donné des résultats parfaitement concluants.

Cette grille est du même système que la grille à tirage naturel à chargement et à décrassage automatiques, mais comporte des dispositifs spéciaux la rendant étanche à l'air et permettant de souffler dans toute la largeur de la partie supérieure. Des clapets spéciaux permettent de faire varier le volume et la pression de l'air en un point quelconque du foyer, rendant ainsi possible un réglage précis de la combustion. Le soufflage de la grille est obtenu

(¹) Voir la *R. G. E.*, 8 décembre 1917, t. II, p. 899.

(¹) E. NYSTROM. *Tourbe et lignite. Leur fabrication et leurs emplois en Europe*, p. 213.

Digitized by Google

par un ventilateur à faible pression soufflant l'air sous toute la largeur de la grille.

Les essais effectués à Pont-de-Buis ont permis de brûler sur ce foyer de la tourbe à 40 pour 100 d'humidité. La Direction de la poudrerie espère arriver à ce degré hygrométrique par un simple drainage de la tourbière, ce qui présenterait le grand avantage de supprimer la longue période de séchage à l'air.

D'après ces essais il résulte que, pour une même vaporisation, le poids de tourbe consommée est deux fois plus élevé que le poids de charbon de bonne qualité à 7500 calories. La grille soufflée permet d'ailleurs également l'emploi de charbons de bonne quantité. Il suffit d'arrêter le ventilateur et d'ouvrir les clapets.

La vitesse de combustion de la tourbe étant plus

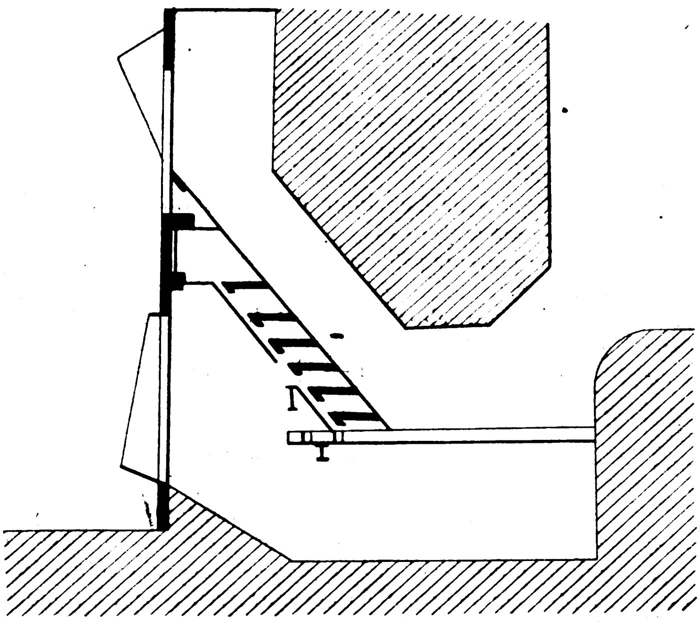


Fig. 1. — Foyer à grille à échelons.

grande que celle du charbon, elle devra donc être chargée en couches assez épaisses; la vitesse de rotation de la grille sera plus grande que dans le cas du charbon.

Le transport des briquettes est effectué par un Decauville du lieu d'extraction jusqu'à la chaufferie où elles sont concassées et chargées dans les trémies.

Installation de Wiesmoor. — Une importante centrale de distribution d'électricité chauffée à la tourbe et installée directement sur le lieu d'extracton fonctionne depuis plusieurs années à Wiesmoor (Allemagne) sur les côtes de la mer du Nord.

La chaufferie comprend quatre chaudières à tubes d'eau et à surchauffeur. L'eau d'alimentation des chaudières est fournie par un épurateur d'eau alimenté lui-même par le marais, et par l'eau de condensation des turbines.

Les foyers, à grilles à échelons, reçoivent automatiquement les briquettes de tourbe entières. La grille, modifiée plusieurs fois depuis le début, est inclinée à 36° sur l'horizontale; elle est en deux parties d'une surface de 4 m² chacune. Chacune des deux parties est alimentée par une même trémie placée au-dessus de chaque foyer et établie de façon à éviter toute entrée d'air.

La variation de la teneur en eau de la tourbe apporta quelques difficultés au fonctionnement des foyers. On essaya de la mouiller de façon à obtenir un degré d'humidité uniforme, mais la tourbe séchée à l'air n'absorbant plus l'eau, cette tentative échoua. En outre l'extraction à la machine mélangeait parfois à la tourbe combustible de la tourbe de surface, mauvais combustible, ou du sable du terrain sous-jacent. Ce dernier donne des cendres siliceuses fusibles qui attaquent rapidement les barreaux des grilles. Le gel de la tourbe conduisit aussi à des déboires : la tourbe gelée est très fragile et se pulvérise rapidement; son rendement calorifique est très mauvais car la poussière passe dans la cheminée sans être complètement brûlée.

Toutes ces difficultés ont été surmontées; dernièrement, des essais ont été effectués sur une surface de grille réduite de 25 pour 100 dans l'intention d'améliorer la combustion. Voici les valeurs moyennes des constantes de l'installation telles qu'elles résultent de plusieurs séries d'essais.

Pression de la vapeur..........	12,1 atm.
Température..................	247,5°C
Teneur en CO^2 des gaz du foyer.	12,8 pour 100
Teneur en $(CO^2 + O)$ des gaz du foyer......................	19,6 pour 100
Température des gaz au pied de la cheminée...................	330°C
Température de l'air d'entrée...	28°C
Tirage au-dessus de la grille....	5,5 mm
Tirage au pied de la cheminée..	8,3 mm
Température de l'eau d'alimentation......................	47,7°C
Chaleur de vaporisation de l'eau.	653,6 calories.

Pendant les essais, il a été produit de 44 982 à 43 092 kg de vapeur et il a été consommé de 15 266 à 14 027 kg de tourbe.

La vaporisation est donc de

$$\frac{44\,982 + 43\,092}{15\,266 + 14\,027} = 3{,}01 \text{ kg de vapeur}$$

par kilogramme de tourbe.

Cette production correspond à une chaleur utile de

$$653{,}6 \times 3{,}01 = 1\,967 \text{ calories.}$$

Le pouvoir calorifique moyen de la tourbe employée étant de 2680, le rendement est donc de

$$\frac{1967}{2680} = 73{,}5 \text{ pour 100.}$$

Ce rendement élevé n'était naturellement pas maintenu en service normal; de même la consommation de 2,7 kg de tourbe par kilowatt-heure (même parfois

Digitized by Google

2,4 kg) n'était constatée que dans des conditions favorables.

Pour comparer ces chiffres avec le coefficient de vaporisation établi plus haut, Teichmuller se sert de la relation

$$\tau . d = \delta' = 1,1\delta$$

dans laquelle

δ est la consommation spécifique de vapeur des turbo-groupes en kilogrammes par kilowatt-heure ;

δ' est cette même consommation des turbo-groupes y compris les machines auxiliaires en kilogrammes par kilowatt-heure ;

d est le poids de vapeur produit par un kilogramme de tourbe, soit le coefficient de vaporisation, en kilogramme de vapeur par kilogramme de tourbe ;

τ, la consommation de tourbe en kilogrammes par kilowatt-heure.

Si nous supposons pour la consommation du turbo-groupe

$$\delta = 7,3,$$

nous obtenons approximativement

$$\tau d = 8.$$

Le coefficient de vaporisation d étant égal à 3,01, la consommation spécifique de tourbe sera

$$\tau = 2,66 \text{ kg : kw-h.}$$

Inversement, lorsque, par temps humide, la consommation spécifique de tourbe monte à 3 kg : kw-h, le coefficient de vaporisation tombe alors à

$d = 2,67$ kg de vapeur par kilogramme de tourbe, ce qui correspondrait à un rendement de

$$\frac{654 \times 2,67}{2680} = 65 \text{ pour } 100,$$

qui est précisément le rendement garanti par le constructeur.

Cette installation de Wiesmoor présente également certains dispositifs intéressants au point de vue de la condensation de la vapeur d'échappement.

L'eau de circulation étant de l'eau du marais, riche en acide ulmique, présente, par suite, des inconvénients relativement aux parties métalliques. Pour éviter ces inconvénients, tous les organes métalliques soumis au contact de l'eau sont en fonte d'acier ou en bronze et les tubes de laiton du condenseur à surface sont constitués par un alliage à très haute teneur en cuivre et sont étamés.

Ces dispositifs ont, au cours de l'exploitation, prouvé leur efficacité.

Foyers Godillot. — Les foyers Godillot à combustion méthodique et à chargements mécaniques sont étudiés spécialement pour l'utilisation de tous les mauvais combustibles, copeaux, bagasse, tannée, etc., contenant une proportion d'humidité allant jusqu'à 66 pour 100. Ils peuvent d'ailleurs également s'appliquer aux combustibles riches par addition d'un dispositif de refroidissement des grilles. Ce système de grilles convient donc parfaitement pour l'utilisation de la tourbe séchée à l'air.

L'appareil est basé sur les considérations suivantes :

1° L'emploi de mauvais combustibles exige des chargements fréquents, provoquant des rentrées d'air défavorables ; un chargement mécanique n'amenant aucune rentrée d'air est donc nécessaire ;

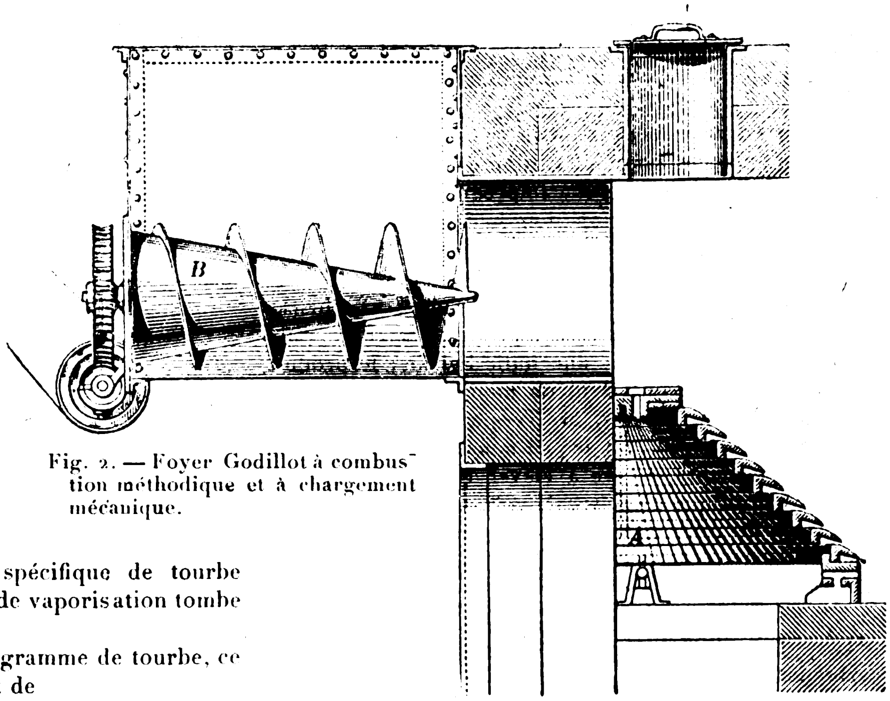


Fig. 2. — Foyer Godillot à combustion méthodique et à chargement mécanique.

2° Le combustible étant allumé, chaque charge nouvelle vient troubler la combustion et l'allure du foyer est ralentie.

Le foyer (fig. 2) est constitué par un transporteur à hélice à auget croissant afin de faciliter le mouvement du combustible et d'éviter les engorgements. La matière arrive ainsi au sommet d'une grille spéciale constituée par des barreaux semi-circulaires à diamètre progressif se recouvrant en persiennes. Au fur et à mesure de la combustion, la tourbe en ignition descend le long de la grille et les cendres sont récoltées à la partie inférieure dans un cendrier d'où elles sont relevées à la main.

Emploi de la poudre de tourbe. — Il existe en Suède plusieurs usines à poudre de tourbe. Sous cette forme, le combustible se mêle plus intimement à l'air et donne une

Digitized by Google

plus haute température et un rendement plus élevé que le charbon [1].

Les résultats des essais ont montré que le rendement était de 75 pour 100 avec la poudre de tourbe, et de 64,2 pour 100 avec le charbon.

A l'usine de Back, on a pu utiliser, dans la fabrication de la poudre de tourbe, une tourbe contenant de 40 à 60 pour 100 d'humidité provenant directement des champs d'étendage.

La poudre de tourbe est employée avantageusement au chauffage des chaudières de locomotives. Des essais dans ce sens se font actuellement en Suisse.

D'après la « Revue industrielle de la tourbe » (Revue russe du 4 avril 1916), des essais effectués en 1915 à Helsingfors sur une locomotive à vapeur de 28 t en service normal en comparaison avec le charbon anglais ont donné, comme résultat, des consommations comparatives de 1,54 kg de briquettes de tourbe, de 1,36 kg de tourbe en poudre et de 1 kg de charbon.

Enrichissement de la tourbe. — Un autre procédé, simple en principe, pour l'élévation du pouvoir calorifique de la tourbe, consiste à imprégner les briquettes, par aspersion ou immersion, d'un hydrocarbure liquide, benzine, pétrole, etc., à pouvoir calorifique élevé.

La Quebec Peat Fuel Company, qui a été incendiée il y a quelques années et a depuis interrompu sa fabrication, séchait les briquettes dans un four électrique, puis les faisait macérer dans une huile lourde ; le produit était ensuite comprimé dans un moule cylindrique [2].

Un inventeur français, M. Tessier, par application d'un procédé spécial sur lequel nous manquons encore de renseignements, arrive à élever à 7 675 calories le pouvoir calorifique d'une tourbe à 3 100 calories.

Le prix de revient de ce traitement, sur lequel nous nous proposons de revenir ultérieurement, est de 50 à 60 fr par tonne.

II. — Carbonisation humide de la tourbe.

— La carbonisation humide de la tourbe est un procédé qui a pour but d'en élever le pouvoir calorifique en même temps que d'en faciliter le séchage.

Dans ce but, la tourbe brute est portée en vase clos et sous pression, à une température de 150 à 250°. Elle a alors la consistance du charbon et un pouvoir calorifique égal à celui du lignite.

Ce procédé qui paraît avoir été inventé par Elkenberg a fait l'objet de nombreux brevets parmi lesquels nous citerons : Nils Testrup et Olaf Söderlund (Londres) ; Fox Stangways Zohrale (Écosse) ; Rigby (Écosse).

Actuellement un inventeur anglais, M. Holm, poursuit la mise au point d'un four continu à trois chambres pour le séchage et la carbonisation de la tourbe à 250°. La tourbe obtenue, qui a un aspect semblable à celui du charbon, a un pouvoir calorifique de 5 000 à 5 500 calories, d'après les essais qui ont été faits au laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers.

Un four d'essai va être construit prochainement et à ce moment nous reviendrons sur cette question.

(1) Anrep. *Recherches sur les tourbières et l'industrie de la tourbe au Canada*, 1913-14, p. 73.

(2) Anrep. *Recherches sur les tourbières et l'industrie de la tourbe au Canada*, 1911-1912.

III. — Fabrication du coke de tourbe.

— La fabrication du coke de tourbe se fait par distillation en vase clos. L'appareil est généralement continu et fournit, d'une part, du coke métallurgique, d'autre part, des produits gazeux dont on récupère un certain nombre de produits intéressants.

Les gaz étant sensiblement analogues à ceux qui se dégagent des gazogènes, la récupération des sous-produits s'opère de même façon dans les deux cas. Nous l'étudierons plus loin.

L'usine à coke d'Oldenbourg [1] traite de la tourbe desséchée à 25 pour 100 dans des cornues ovales chauffées de deux côtés et placées verticalement (fig 3).

Du milieu de chaque cornue part un tuyau vertical

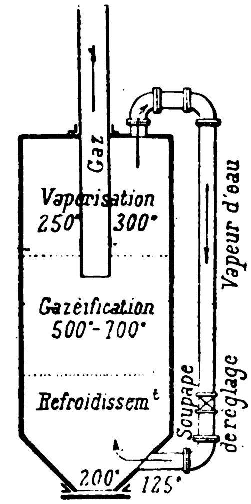


Fig. 3. — Schéma du four à coke de l'usine d'Oldenbourg.

qui recueille le gaz et la vapeur d'eau. Les gaz sont utilisés pour le chauffage des cornues et pour l'alimentation de moteurs à gaz, après condensation de l'eau et des matières goudronneuses

Le four à gaz Riché, à distillation renversée (fig. 4), est constitué par une cornue verticale en fonte AB disposée dans une maçonnerie. La partie inférieure A est garnie du coke résultant de l'opération précédente, la tourbe fraîche est introduite en B.

Les produits de la combustion dans le foyer F d'un combustible quelconque sortent par les orifices E et s'élèvent dans la gaine G autour de la cornue pour s'échapper en A à la partie supérieure.

La température s'élevant dans la cornue de bas en haut une distillation progressive est ainsi obtenue.

Les gaz résultants traversent la couche de tourbe A.

(1) Withol. *Feuerungstechnik*, 1er septembre 1913.

Digitized by Google

En K on recueille les gaz épurés au moyen d'un joint hydraulique prévenant les retours de gaz.

La composition moyenne des gaz obtenus est la suivante :

	Litres.	Calories par litre.	Calories au total.
Anhydride carbonique	101	0	0
Oxygène	18	0	0
Oxyde de carbone	460	3 055	1 405,3
Méthane	84	9 565	803,5
Hydrogène	337	3 091	1 041,7
	1 000 litres renfermant		4 250,5 cal

La tourbe utilisée, provenant d'Avenches (Suisse), avait la composition suivante :

Eau	23
Matières volatiles	43,5
Carbone fixe	25
Cendres	8
Soufre	0,5
	100 »

La distillation de 100 kg de tourbe a produit 55 m³ de gaz et 22 kg de coke ayant un pouvoir calorifique de 6 273 calories au kilogramme.

La distillation a exigé une consommation de 50 à 60 kg de tourbe au foyer.

IV. — **Gazéification de la tourbe.** — Le gazogène constitue, à notre avis, le véritable mode d'utilisation de la tourbe car, seul, il permet d'en utiliser tous les éléments aussi bien calorifiques que chimiques. Ces installations ont un grand rendement et les produits récupérés dans les gaz suffisent amplement à payer les frais.

Il existe un assez grand nombre de gazogènes à tourbe, les uns donnant du gaz à l'eau, les autres du gaz de tourbe pur. Nous en décrirons les principaux types.

Gazogène Mond. — Le Dr Mond eut le premier l'idée de se servir de la tourbe pour faire du gaz à l'eau. L'appareil est un gazogène à cuve à injection de vapeur d'eau à la partie inférieure. Le combustible, chargé par la partie supérieure, traverse trois zones : une première dans laquelle il se dessèche ; une seconde où se produit la distillation : dégagement de gaz et de vapeur de goudron, formation de coke ; enfin la troisième zone dans laquelle s'opère la combustion du coke et sa transformation en gaz conbustibles : oxyde de carbone, méthane, hydrogène, qui vont se mélanger à ceux de la zone de distillation.

Frank et Caro [1], de Berlin, ont remarqué que l'azote organique de la tourbe était beaucoup plus facilement hydrolisable — c'est-à-dire transformable en ammoniaque sous l'action de la vapeur d'eau — lorsque la tourbe était introduite à l'état humide dans le gazogène sans avoir subi de dessiccation préalable.

Dans ces conditions, les inventeurs ont construit un gazogène dans lequel les zones de séchage et de distillation sèche sont confondues. En outre, dans leur appareil, le mélange d'air et de vapeur d'eau est surchauffé à 400-450° avant son entrée.

Cet appareil, qui permet de traiter une tourbe contenant de 50 à 60 pour 100 d'humidité, permet la récupération de 85 pour 100 de l'azote de la tourbe sous forme de sulfate d'ammoniaque.

Une tonne de tourbe ayant une teneur en azote de 1 pour 100 donne 40 kg de sulfate d'ammoniaque et une quantité de gaz permettant de développer 650 à 670 ch-h, en service continu, la puissance est de 900 ch effectifs.

Les installations de ce genre sont très répandues :

La centrale « Mont-Cenis » près de Herne traite simultanément la tourbe et les déchets de charbon.

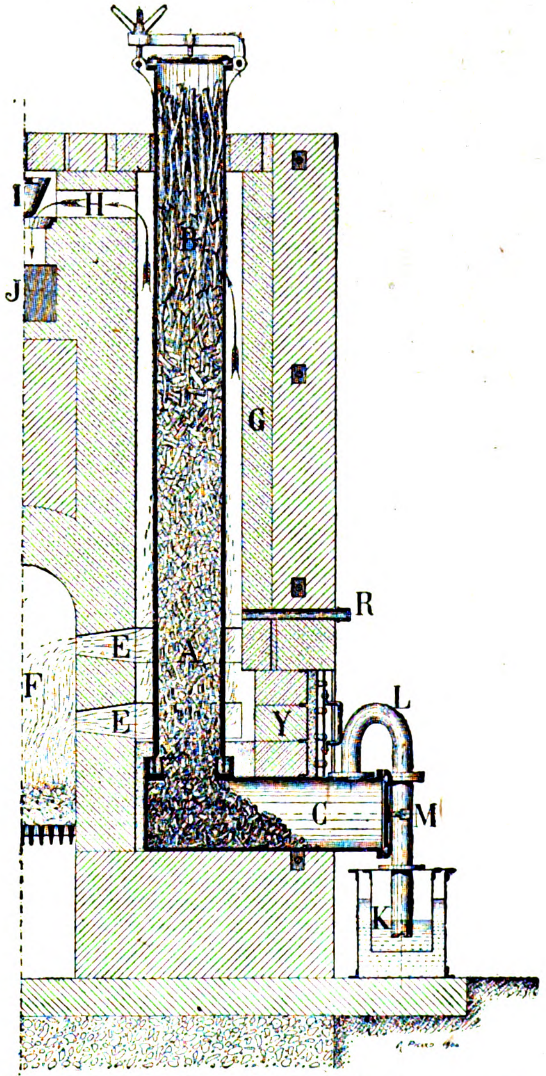


Fig. 4. — Four à coke Riché à distillation renversée.

[1] Caro. Moorkultur und Torfverwertung. *E. T. Z.*, 1910, n° 45, p. 1 138. Torfmoore und Kraftübertragungs. *E. T. Z.*, 1910, n° 10, p. 211, n° 14, p. 319.

Digitized by Google

La centrale de la Deutsche Mondgas und Nebenprodukte Gesellschaft, en fonctionnement depuis octobre 1911, a une puissance de 2 000 ch, mais est prévue pour 4 000 ch. Cette centrale fournit l'énergie électrique à la ville d'Osnabruck dans de meilleures conditions que les centrales de la ville [1].

Deux autres installations Mond fonctionnent dans les centrales d'Orentano et de Cadigoro de la Società per l'utilisazzione dei combustibili italiani [2].

Les gazogènes traitent la tourbe desséchée à 25 pour 100 d'humidité. L'usine d'Orentano, en fonctionnement depuis 1910, traite 50 m³ de tourbe par jour et la production est de 50 t de sulfate d'ammoniaque par mois. Le gaz produit est utilisé dans une centrale d'une puissance de 800 ch.

L'Usine de Cadigoro, qui date de 1912, traite actuellement 150 t de tourbe séchée et produit 10 à 12 t de sulfate d'ammoniaque par jour au prix de 120 à 140 fr la tonne alors que le cours actuel dépasse 300 fr.

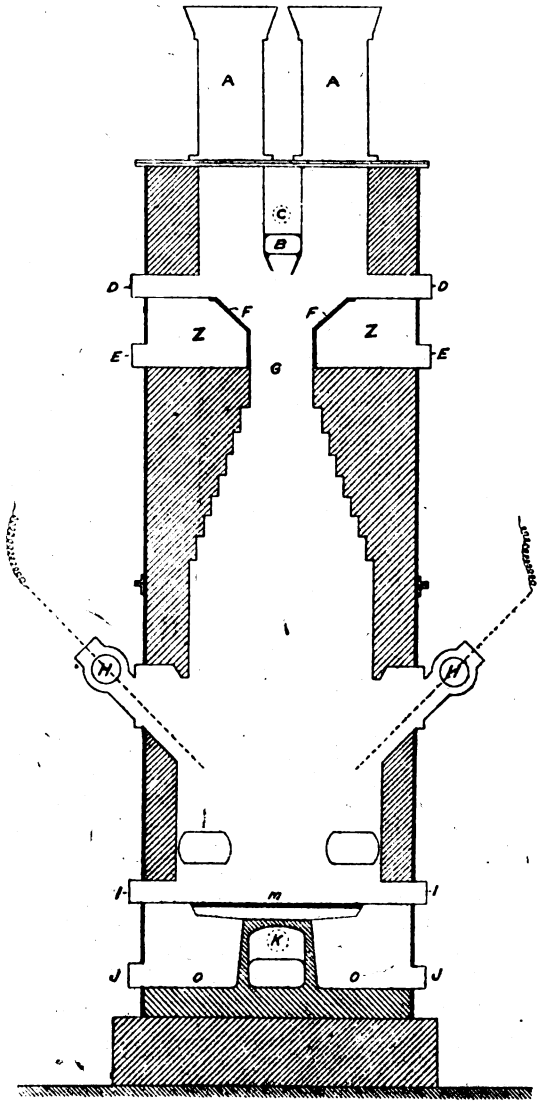


Fig. 5. — Gazogène Koerting. Coupe verticale.

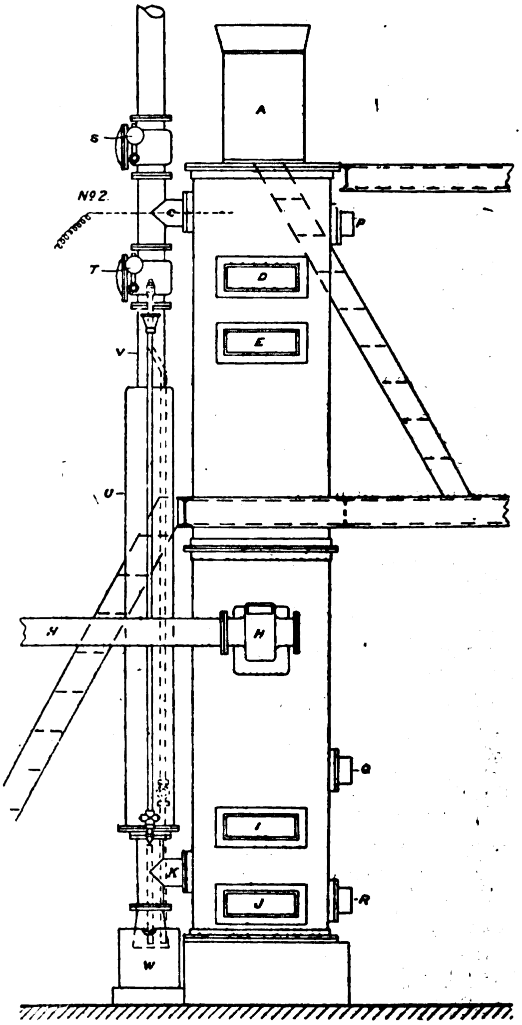


Fig. 6. — Gazogène Koerting. Vue de côté.

Gazogène Koerting. — Le gazogène construit en briques réfractaires est entouré d'une enveloppe d'acier [1] (fig. 5).

L'appareil comporte deux zones de combustion : l'une au-dessus des grilles F à la partie supérieure, l'autre au-dessus de la grille inférieure M. Les produits de la combustion sur les grilles F se dégagent par les conduites C et V (fig. 6), cette dernière étant refroidie par

(1) Teichmuller. Elektrotechnik und Moorkultur. *E. T. Z.*, 1912, 19 décembre, n° 51, p. 1 317.

(2) Utilisation de la tourbe en Italie. *Mémoires et Comptes rendus des Travaux de la Société des Ingénieurs civils*, janvier-mars 1916, p. 173.

(1) Haanel. *Rapport sur l'utilisation de la tourbe pour la production de la force motrice*, 1910-1911.

Digitized by Google

un manchon à circulation d'eau ; ils arrivent sous la zone inférieure qu'ils traversent pour s'échapper par les conduits H vers les appareils d'épuration.

Dans un nouveau modèle, on a allongé l'étranglement qui réunit les deux zones pour éviter l'aspiration directe des produits de la combustion de la zone supérieure par le passage G vers les conduites d'échappement H.

La consommation de combustible du gazogène Koerting est de 0,770 kg de tourbe sèche par cheval-heure, ou de 1,050 kg de tourbe à 25 pour 100 d'humidité.

Le tableau ci-dessous donne le résultats des essais effectués par Haanel sur les gazogènes Koerting de la station d'essais de combustibles à Ottawa avec de la tourbe prevenant de tourbière du gouvernement à Alfred.

Essais effectués sur gazogène Kœrting à tourbe.

Numéros de l'essai	20	21	
Date	19	20-21	sept. 1911.
Heure du départ	11,30	10,10	
Heure de l'arrêt	21,30	6,10	
Durée	10	20	heures.
Tourbe totale chargée pendant l'essai	566	1 110	kg.
Cendres, mâchefers enlevés pendant l'essai	27	53	kg.
Tourbe totale ayant servi à maintenir les feux et à mettre en marche		195	kg.
Tourbe totale employée pendant l'essai pour le maintien des feux et la mise en marche		1 129	kg.

Analyse de la tourbe employée.

Humidité pour 100 de la tourbe au chargement	31,4	32	pour 100
Carbone fixe	29,5	30,0	Id.
Matières volatiles	64,8	64,6	Id.
Cendres	5,6	5,4	Id.
Pouvoir calorifique de la tourbe sèche	2 627	2 617	cal. kg.
Pouvoir calorifique de la tourbe telle que chargée	1 800	1 828	cal. kg.
Matières volatiles dans les cendres enlevées pendant l'essai	53,4	29,7	pour 100
Lectures barométriques	746	747	mm
Dépression moyenne à la sortie du gazogène	0,015	0,0125	mm d'eau
Dépression moyenne à la sortie du scrubber à coke	0,107	0,051	Id.
Dépression moyenne à la sortie du filtre à goudron	0,117	0,117	Id.
Dépression moyenne à la sortie du scrubber sec	0,142	0,135	Id.
Température du gaz sortant du gazogène	242	246°	centig.

Moteur et génératrice.

Vitesse du moteur	190	190	t : min.
Température de sortie de l'eau de refroidissement	43	46°	centig.
Kilowatts en moyenne au tableau	35,3	35,2	
Chevaux électriques moyens	47,3	47,2	
Rendement de la dynamo	0,88	0,88	
Puissance moyenne du moteur au frein	53,8	53,7	chevaux.

Analyse volumétrique des gaz.

(Les gaz ont été prélevés à la sortie du filtre à goudron.)

Numéros de l'échantillon	10	20	
Anhydride carbonique	10,8	9,9	pour 100
Ethylène	0,5	0,4	Id.
Oxygène	0,5	0,3	Id.
Oxyde de carbone	17,7	20,3	Id.
Méthane	2,4	2,4	Id.
Hydrogène	10,2	10,3	Id.
Azote	57,9	56,5	Id.
Gaz combustible	30,8	33,3	Id.
Pouvoir calorifique déduit de l'analyse (brut)	33	35	cal. kg.
Pouvoir calorifique déduit de l'analyse (net)	31	32,5	Id.
Pouvoir calorifique net moyen donné par le calorimètre enregistreur	33,25	34,75	Id.

AUTRES GAZOGÈNES. — Il existe en outre un certain nombre d'autres gazogènes parmi lesquels nous citerons :

Le gazogène Chavanne-Brun (Paris) à chargement et

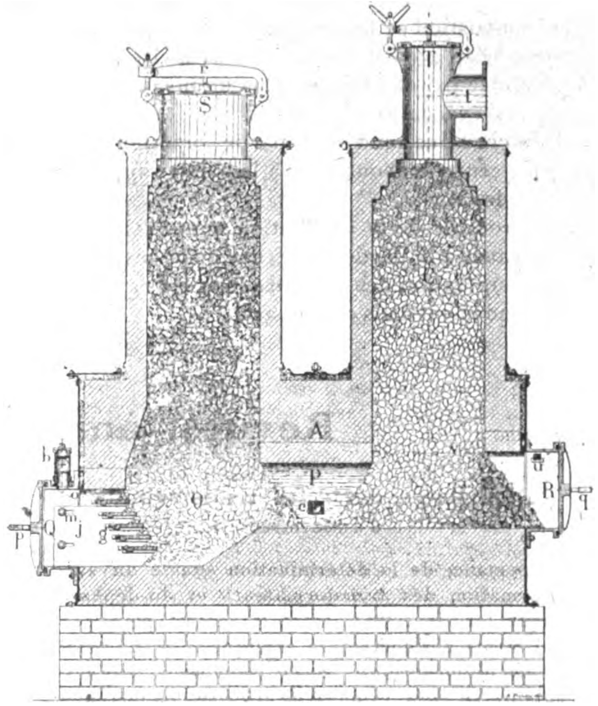


Fig. 7. — Gazogène Riché.

décrassage mécaniques. L'appareil est constitué par une cuve en briques réfractaires à enveloppe métallique supportée par trois colonnes au-dessus d'une cuve à eau

Digitized by Google

portant les cloches d'arrivée d'air et de vapeur et animée d'un mouvement de rotation.

Le gazogène Riché (Paris) utilise les combustibles les plus variés : tourbe, coke, sciures et déchets de bois, roseaux, paille. Il fournit un gaz mixte, mélange de gaz à l'eau et de gaz pauvre.

L'appareil se compose de deux cuves de briques réfractaires à enveloppe métallique, cette disposition permettant une meilleure régularisation de la hauteur de la zone réductrice et de sa température. Ces deux cuves sont réunies à leur partie inférieure par un caniveau horizontal et de section rectangulaire P (fig. 7). Le foyer proprement dit O se trouve à la partie inférieure de la cuve de combustion et reçoit de l'air sous pression par la conduite j. Les produits de la combustion se rendent à la partie inférieure de la cuve C garnie de coke ou de charbon de bois. L'eau nécessaire est contenue dans le cendrier et monte au foyer par vaporisation. Les gaz s'échappent par le tube t.

Le gazogène Pegg et Hamilton Robba [1] fonctionne en Irlande depuis 1911.

La consommation est de 20 t de tourbe par semaine pour une puissance de 275 ch. La dépense est donc, à 7,50 fr la tonne, de 150 fr dont il faut déduire environ 40 fr pour la récupération du goudron. La dépense nette est donc de 100 fr, tandis que l'anthracite, au prix d'avant-guerre, conduisait à une dépense de 345 fr.

Le gazogène de Goerlitz [2] (fig. 8) est à tirage renversé. La tourbe est chargée par une trémie supérieure et la combustion se fait à la partie inférieure au-dessus d'un cendrier à cuve d'eau. L'air primaire est échauffé au préalable par circulation dans un tuyau concentrique au tuyau d'évacuation des gaz.

L'air chaud se rend à la partie supérieure par une conduite centrale aboutissant à la partie supérieure de la colonne de tourbe.

Les produits de la distillation sont évacués par une cloche située à la partie inférieure de la cuve.

La récupération des sous-produits est également d'un faible rendement dans cet appareil.

Le gazogène Kerpely à haute pression à décrassage automatique assure une combustion complète du combustible.

Le gazogène Fichet-Heurtet-Sépulchre est alimenté par un mélange de combustible et de fondant. Il possède

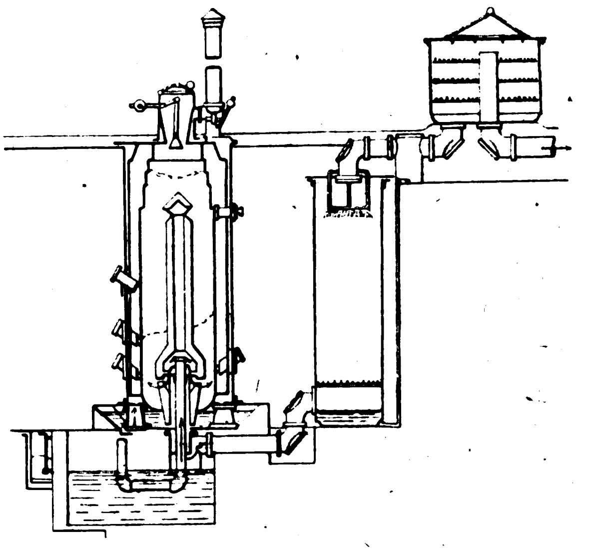


Fig. 8. — Gazogène de Goerlitz.

un grand rendement et permet une récupération avantageuse des sous-produits.

Le gazogène Smythe, établi pour le fonctionnement au charbon, pourrait convenir également à la tourbe. Il se compose d'une cuve inclinée à 25° sur l'horizontale et animée d'un mouvement de rotation.

(*A suivre.*)

Pierre Guieu,
Ingénieur, ancien élève de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles.

Revues, analyses et informations

Déphasage dans les transformateurs d'intensité [3],

L'importance de la détermination exacte du rapport de transformation des transformateurs et du déphasage que provoque leur insertion entre le circuit principal et les enroulements des compteurs explique le grand nombre des méthodes de mesure qui ont été proposées. Dans cet article, les auteurs se sont proposé de décrire des méthodes d'une application facile et qui soient susceptibles de fournir les résultats rapidement et dans les conditions de la pratique commerciale.

Soient en W_1 et W_2 (fig 1), deux wattmètres, le dernier muni d'un transformateur de mise en dérivation, par son enroulement shunt sur les bornes d'un alternateur A_1 de tension E; les secondaires des appareils sont parcourus par les courants I_1 et I_2 fournis par les alternateurs couplés A_1 et A_2. Les indications des instruments vérifient les relations

$$W_1 = EI_1 \cos \varphi \qquad (1)$$

$$W_2 = EI_2 \cos (\varphi + \delta), \qquad (2)$$

I_1 et I_2 étant les courants primaire et secondaire du transformateur T et δ le déphasage introduit par ce dernier. On

(1) La tourbe est-elle un combustible pratique et économique ? *Machines*, juin 1917, p. 14.

(2) *Loc. cit.*, p. 15.

(3) A.-J. Makower et A. Wust. *Electrician*, 13 juillet 1917. t. LXXIX, p. 581-582, 1 350 mots, 7 fig.

Digitized by Google

peut modifier à volonté la différence de phase φ entre la tension E et le courant I en agissant sur l'angle de couplage entre les alternateurs au moyen de l'accouplement B. Si l'on désigne par $\lambda = \frac{I_2}{I_1}$ le rapport de transformation et par $a = \frac{W_2}{W_1}$ le rapport des indications des wattmètres, on a alors

$$a = \lambda (\cos \delta - \sin \delta \operatorname{tg} \varphi), \qquad (3)$$

En considérant sur la courbe $a = f(\varphi)$, les valeurs a_1 et a_2 correspondant aux angles φ_1 et φ_2 on a facilement.

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{a_1 - a_2}{a_2 \operatorname{tg} \varphi_1 - a_1 \operatorname{tg} \varphi_2}. \qquad (4)$$

On peut calculer la valeur de δ au moyen de l'équation (4) en considérant plusieurs couples de valeurs et, en portant

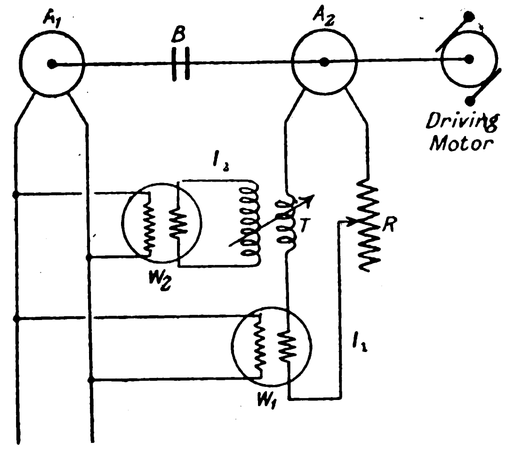


Fig. 1. — Schéma indiquant le principe de la méthode.

dans (3) la moyenne ainsi obtenue pour δ, on peut calculer λ.

La méthode a été appliquée à deux transformateurs semblables, d'un type commercial et dont les caractéristiques étaient 75/3,4 A sous 25/125 p : sec. Les transformateurs T_1 et T_2 reliés en opposition sont disposés à la place du transformateur T de la figure 1. De cette manière

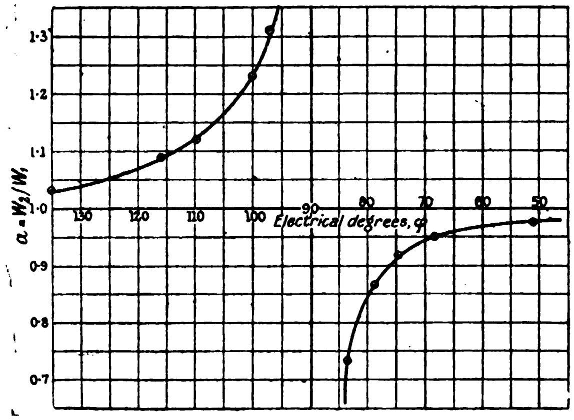


Fig. 2. — Courbe $a = f(\varphi)$.

on peut utiliser des wattmètres W_1 et W_2 de même puissance. Si le rapport nominal des transformateurs était égal à t, le rapport nominal de la combinaison serait $\frac{t}{t} = 1$. Les rapports de transformation réels étant λt et $\frac{\lambda}{t}$, le rapport résultant aura la valeur λ^2 que nous désignerons par Λ. Si le déphasage introduit par chacun des transformateurs est δ, le déphasage de l'ensemble pourra être représenté par $\Delta = 2\delta$.

On a porté sur la figure 2 la courbe observée $a = f(\varphi)$. A partir de cette courbe on peut calculer Δ et Λ en utilisant les équations (3) et (4), mais il est préférable d'obtenir ces

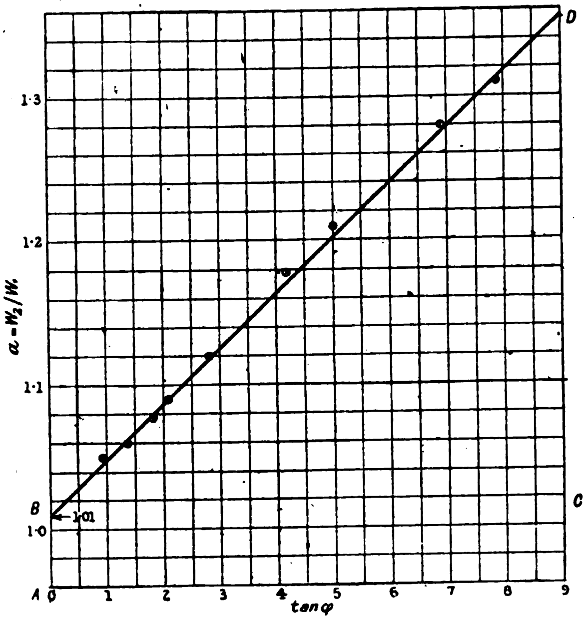


Fig. 3. — Courbe $a = f(\operatorname{tg} \varphi)$.

quantités graphiquement en traçant la courbe $a = f(\operatorname{tg} \varphi)$. C'est ce qu'on a fait sur la figure 3 d'où l'on tire

$$AB = \Lambda \sin \Delta$$

$$-\operatorname{tg} CBD = \Lambda \sin \Delta.$$

En introduisant les valeurs particulières relatives à l'exemple choisi on a

$$\Lambda \cos \Delta = 1{,}01,$$
$$\Lambda \sin \Delta = -0{,}0383,$$

d'où

$$\Delta = -2°10' \quad \text{et} \quad \Lambda = 0{,}983,$$

ce qui fournit

$$\delta = -1°5' \quad \text{et} \quad \lambda = 0{,}993.$$

La forme des courbes obtenues ci-dessus est d'un intérêt général, mais leur détermination demande un temps considérable et elle nécessite un calibrage précis des deux wattmètres pour fournir des valeurs correctes de la quantité a.

Les essais peuvent être beaucoup simplifiés si l'on cherche seulement la valeur de δ et si l'on emploie les watt-

Digitized by Google

mètres comme appareils de zéro. On peut remarquer qu'en traçant les courbes $W_1 = f(\varphi)$ et $W_2 = f(\varphi)$, la distance entre les points d'intersection de ces courbes et de l'axe des φ donne l'angle δ. Si l'on peut déterminer cette différence des valeurs de φ, on en déduira directement δ. On a modifié dans ce but les dispositifs précédemment décrits. Les transformateurs T_1 et T_2 et les wattmètres W_1 et W_2 sont mis, comme on l'a déjà indiqué, sur une des phases d'un circuit d'alimentation en triphasé, et les enroulements shunt des wattmètres sont reliés au secondaire d'un transformateur de phase dont le primaire est alimenté par la source de triphasé (fig. 4).

Pour toute valeur de la charge des transformateurs T_1 et

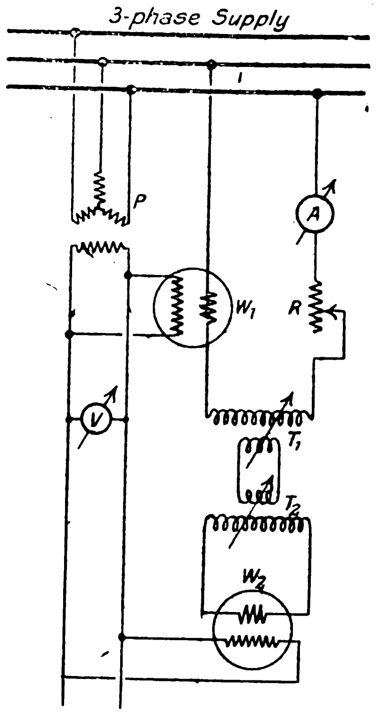


Fig. 4. — Montage permettant d'obtenir directement Δ par la mesure d'un angle mécanique.

T_2 on note les positions du secondaire du transformateur de phase, pour lesquelles les wattmètres W_1 et W_2 sont respectivement au zéro. L'écart entre ces deux positions donne l'angle cherché Δ, en sorte que la détermination de Δ est ainsi ramenée à la mesure d'un angle mécanique de rotation dans le transformateur de phase. Cet angle est observé au moyen d'un miroir fixé sur l'axe et d'un rayon lumineux. Les lectures sont faites sur une échelle divisée en millimètres donnant 22 mm par degré électrique.

Les expériences suivantes ont été effectuées à titre d'exemple d'application de la méthode. La variation du déphasage avec le courant de charge A est indiquée dans le tableau I, la résistance secondaire totale étant 0,99 ohm. L'influence de la variation de résistance du circuit secondaire de l'ensemble des deux transformateurs, le courant A étant maintenu constant et égal à 1 A, est indiquée dans le tableau II. Enfin, le tableau III montre l'influence de la variation de réactance du circuit secondaire, pour une résistance secondaire constante de 4,21 ohms, le courant A étant maintenu à 1 A.

Tableau I.

Intensité du courant (en ampères)	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
Δ	2°4'	1°30'	1°15'	1°6'	1°3'	1°2'

Tableau II.

Résistance secondaire totale (en ohms)	0,96	1,53	2,60	3,23	4,20
Δ	2°6'	2°36'	3°12'	3°21'	3°33'

Tableau III.

Inductance secondaire additionnelle (en henrys)	0	0,001	0,005	0,010
Δ	3°33'	3°7'	2°13'	1°16'

A. B.

Turbo-alternateurs de la British Westinghouse Co (1).

La British Westinghouse Co a actuellement en construction dans ses usines de Manchester plusieurs turbo-alternateurs de 10 000 à 20 000 kw et de 6 000 à 11 000 v, sur lesquels l'article donne quelques détails intéressants. — Le stator comporte de nombreux canaux de ventilation et une cheminée de dégagement à chaque extrémité : les sections en sont largement calculées ; l'air est rejeté dans la salle des machines ou à l'extérieur.

Les paquets de tôles sont serrés par de lourdes flasques au moyen de gros boulons, pour éviter les vibrations. L'enroulement est du type concentrique ; les barres, avant d'être placées dans les encoches demi-fermées, sont isolées au

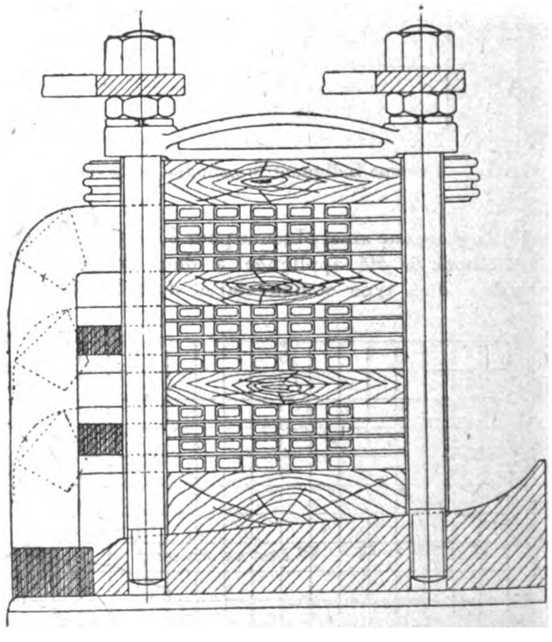


Fig. 1. — Fixation des connexions d'extrémités.

mica, enroulé à chaud par une machine spéciale ; elles sont maintenues par des cales isolantes très robustes. Chaque conducteur est facilement amovible, les connexions d'extrémité étant simplement maintenues par une solide attache. Chaque encoche ne comporte qu'un ou deux con-

(1) *Electrician*, 28 septembre 1917, t. LXXVI, n° 26, p. 1001-1003, 3 000 mots, 6 fig.

Digitized by Google

ducteurs isolés généralement pour la tension totale de façon à éviter les claquages entre bobines. Chaque conducteur est formé d'un faisceau de lames parallèles pour éviter les courants parasites ; mais jamais on n'emploie du câble flexible, toronné ou comprimé. Les connexions d'extrémité sont maintenues contre les flasques par des boulons de bronze et des cales en bois (fig. 1). Les parties des conducteurs extérieures au fer sont calées et maintenues ensemble par des cercles en bois de charme qui évitent tout déplacement axial ou latéral. Des dispositions particulières sont prises pour limiter le courant de court-circuit, et les essais ont montré que les machines les supportent parfaitement.

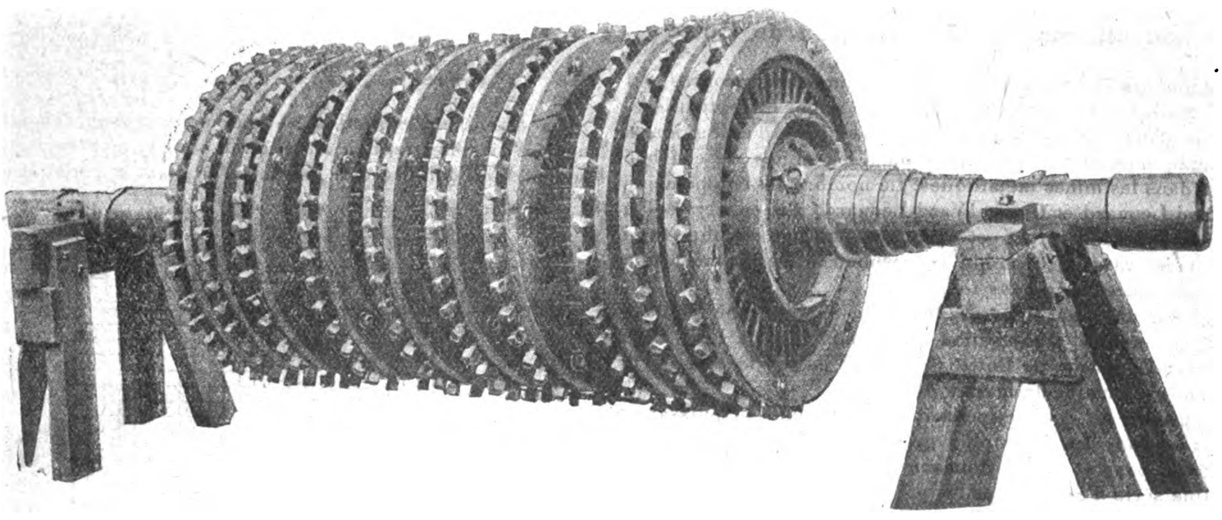


Fig. 2. — Appareil de mise en pression d'un rotor de turbo-alternateur de 5 000 kw.

Les rotors sont en acier forgé, à encoches fraisées dont les avantages sont bien connus. Le métal employé est soumis à des essais à l'extension dans toutes les directions. Les enroulements sont disposés et maintenus dans les encoches radiales par des cales métalliques, et les connexions d'extrémité sont serrées par des frettes d'acier et de bronze. L'isolement est au mica. L'échauffement garanti, 60°, pourrait être dépassé sans inconvénient. Les encoches sont larges,

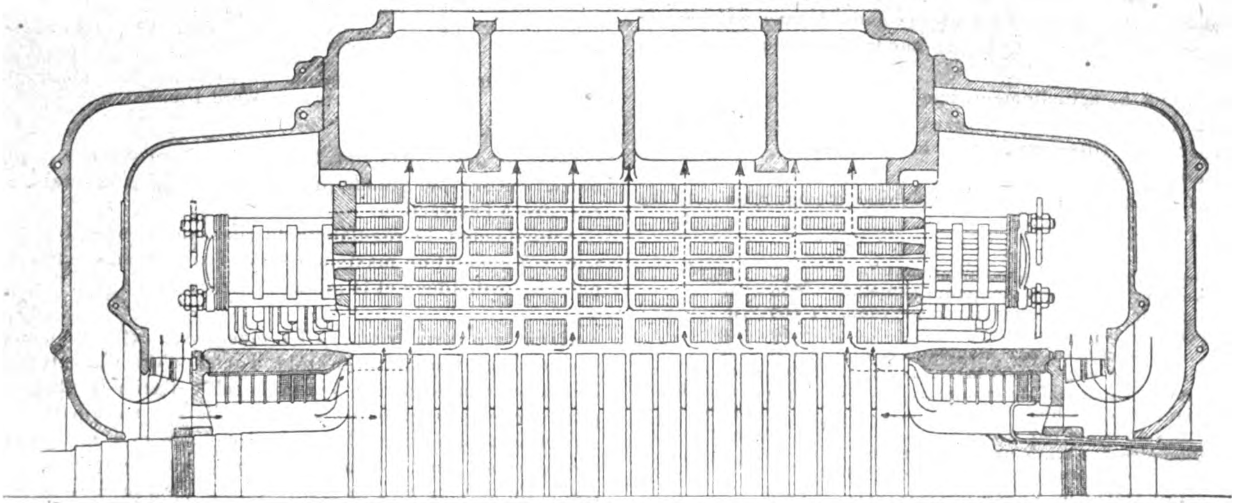


Fig. 3. — Système de ventilation radiale-axiale.

mais très peu nombreuses, avec des barres robustes, pour les connexions d'extrémité ne gênant pas la ventilation, et indéformables en cas de court-circuit. Pour éviter l'action de la force centrifuge sur les conducteurs, ceux-ci sont préalablement soumis à une compression équivalente (50 à 100 tonnes par encoche), au moyen de cercles d'acier et de vis (fig. 2) après avoir été portés à haute température. Les joints entre conducteurs sont soudés soit électriquement, soit à l'argent pour les parties les plus froides. — La ventilation radiale serait insuffisante pour les très gros rotors. On y a joint une ventilation axiale à l'aide de canaux débouchant à chaque extrémité. Le courant d'air traverse le rotor dans

Digitized by Google

toute sa longueur et dans les deux sens, et s'échappe tout le long de la périphérie et non pas seulement vers le milieu. La température est ainsi maintenue uniforme dans toute la masse (fig. 3). Les excitatrices comportent le collecteur radial multiple généralement employé aux grandes vitesses.

J. C.

La nouvelle machine d'extraction de Butte (1).

Au cours de l'année passée, de nombreux progrès ont été réalisés dans l'électrification des mines et particulièrement dans l'électrification des machines d'extraction à grande puissance, aussi bien dans les mines de charbon que dans les mines métalliques. Le nombre des équipements Ward Leonard et Ilgner-Ward Leonard, mis en service au cours des années 1916 et 1917, est égal au nombre total existant avant 1916, ce qui correspond à une augmentation de puissance de 50 pour 100.

Une installation Ilgner-Ward Leonard d'un grand intérêt est la machine d'extraction de la mine de la Elm Orlu Mining Company de Butte (Montana) en service depuis la première semaine de février dernier.

L'intérêt de cet équipement consiste dans sa puissance qui est l'une des deux plus grandes existant actuellement dans ce pays et dans la douceur de son fonctionnement.

Une série d'essais dans les conditions du service normal ont été effectués, dont l'auteur rapporte les résultats, en même temps qu'il décrit l'installation. La machine est installée dans un bâtiment en briques dont l'une des extrémités est occupée par le groupe moteur générateur à volant, le régulateur de glissement et le tableau de distribution.

Pour la commande électrique des machines d'extraction à grande vitesse, des considérations de précision du contrôle et de sécurité nécessitent l'emploi d'équipements Ward Leonard. Ce système, combiné avec un volant pour l'égalisation de la charge, constitue l'équipement Ilgner-Ward Leonard. C'est le système adopté dans le cas présent, la charge de réserve étant basée sur la demande instantanée maximum.

Le puits a, actuellement, une profondeur de 550 m et le minerai est extrait aux niveaux de 330, 360, 390, 420, 450 et 550 m. Ultérieurement, la profondeur d'extraction atteindra 1 066 m.

Les caractéristiques de la machine d'extraction sont les suivantes :

Inclinaison du puits sur l'horizontale..	90	degrés
Hauteur de montée maximum actuelle.	550	m
Hauteur de montée maximum prévue..	1 066	m
Poids de la benne.	4 989	kg
Poids de minerai par montée	4 535	kg
Poids d'un câble (1 066 m)	5 669	kg
Vitesse maximum de montée	750	m : min
Diamètre du câble	38,1	mm
Poids du câble par mètre	5,30	kg
Diamètre des tambours cylindriques..	3	m
Extraction horaire maximum pour une profondeur de 1 066 m	155	t
Rendement mécanique	85	pour 100

Un échauffement maximum de 40° C est garanti pour toutes les parties de l'équipement électrique.

Le rendement des diverses machines est représenté par les diagrammes de la figure 1.

(1) R.-S. Sage. *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, juillet 1917, t. xxxvi, n° 7, p. 573-588, 5 000 mots, 9 fig.

Les demandes maxima ont été estimées de la façon suivante pour les divers niveaux :

Niveau :	450 m	650 kw
	750 m	760
	1 066 m	865

Les rendements réels correspondant aux tonnages horaires maximum sont :

Niveau :	450 m	46,2 pour 100
	750 m	48,3
	1 066 m	47,7

La machine d'extraction est également utilisée, simultanément avec l'extraction du minerai, pour la montée du personnel, des déblais, etc... La mine en étant encore dans la période de développement, les travaux improductifs absorberont encore une grande proportion de l'énergie totale nécessaire à l'extraction.

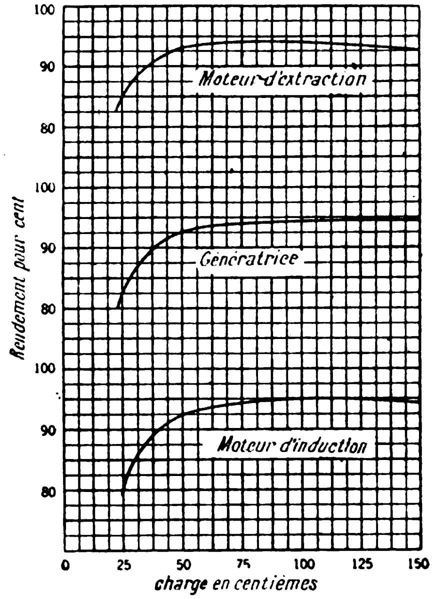


Fig. 1. — Courbes des rendements des trois machines électriques composant le groupe Ward Leonard.

Actuellement, le régulateur de glissement est établi pour une consommation maximum de 400 kw estimée suffisante pour la profondeur et le mode d'extraction actuels.

Machine d'extraction — La machine d'extraction comprend deux tambours en tôle d'acier d'un diamètre de 3,04 m pouvant enrouler 579 m de câble d'acier de 38,1 mm par couche. Les tambours sont montés sur trois paliers et un arbre unique d'une longueur totale de 12,1 m. Chaque tambour est pourvu d'un manchon d'accouplement et d'un frein. Un moteur de 2 ch les commande; les paliers sont en deux pièces.

Un moteur à courant continu de 1 800 ch, 80 t : m, 325 v (fig. 2) est accouplé aux tambours. Le moteur comporte deux paliers. Le diamètre de l'arbre d'induit est de 36 cm et la longueur 3,4 m.

Le diamètre de l'induit est de 2,8 m et le diamètre extérieur de la carcasse magnétique de 4,3 m.

Le moteur a 16 pôles principaux dont les bobines sont enroulées pour une excitation à 125 v et des pôles de com-

Digitized by Google

mutation. La longueur totale de la machine d'extraction est de 15,7 m.

Le moteur reçoit l'énergie d'un groupe composé d'une génératrice accouplée directement à un moteur d'induction et comportant une excitatrice en bout d'arbre et un volant.

La puissance de la génératrice en service continu est de 1 300 kw à 525 v ; elle comporte des pôles de commutation et en outre un enroulement compensateur est disposé sur les pièces polaires de chacun des pôles principaux.

Le moteur d'induction a une puissance triphasée de 1 150 ch, 60 p : sec, 2 200 v et une vitesse de synchronisme de 514 t : min. Il est du type à rotor bobiné, avec bagues pour les connexions du régulateur automatique de glissement.

Le volant est constitué par des plaques épaisses d'acier laminé. Son diamètre est de 3,6 m et la vitesse tangentielle, à la vitesse du synchronisme, est de 5,8 km : min. Son poids est de 41 730 kg. Le volant monté sur deux paliers est accouplé à la génératrice par un accouplement flexible Francke. La lubrification des paliers est assurée par une pompe à huile et par des bagues de graissage.

La puissance de l'excitatrice est de 21 kw à 125 v.

La vitesse et le sens de rotation du moteur de la machine d'extraction sont réglés par variation de l'intensité et renversement de la polarité du champ de la génératrice.

Le rhéostat du champ est pourvu d'un grand nombre de contacts permettant d'obtenir une grande variété de vitesses.

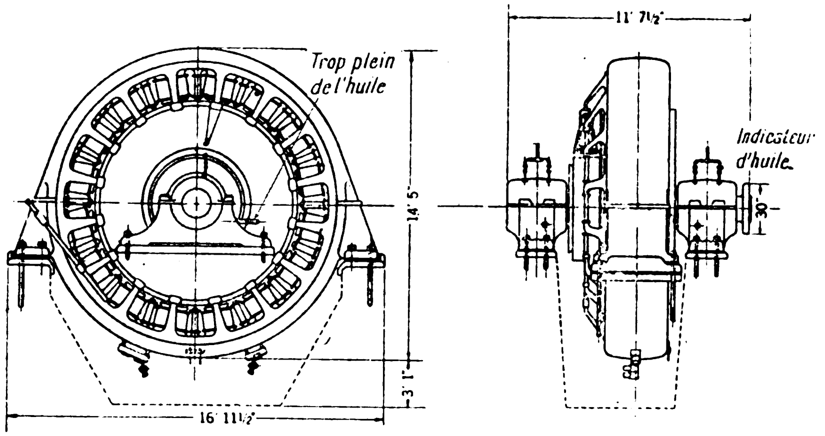


Fig. 2. — Moteur d'extraction à courant continu de 1 800 ch, 80 t : min, 325 v.

Dans l'étude de l'installation de l'équipement un soin particulier a été apporté à la sécurité des manœuvres.

L'énergie totale du volant à 94 pour 100 de la vitesse du synchronisme est de 117 000 ch : sec dont environ 50 pour 100 disponibles pour le fonctionnement de la machine dans le cas où le groupe serait séparé de la source d'énergie. En cas de nécessité, une extraction complète d'une profondeur de 457 m ou une montée de personnel du niveau le plus bas peuvent être effectuées entièrement à l'aide de la force vive du volant.

Deux groupes d'essais ont été effectués sur cette installation, le premier ayant pour but l'analyse du fonctionnement continu en ce qui concerne l'équipement électrique ; le deuxième, la mesure des quantités électriques pour un certain nombre de cordées de façon à déterminer, autant que possible, le rendement dans des conditions d'extraction connues.

Au cours de ces essais, les instruments suivants ont été employés :

Wattmètre enregistreur à courant continu.
Ampèremètre enregistreur à courant continu.
id id alternatif.
Tachymètre à colonne liquide.
Voltmètre enregistreur à courant continu.
Tachygraphe Karlic.
Wattmètre indicateur à courant continu.
Voltmètre id id
Ampèremètre id id
Wattheure-mètre intégrateur polyphasé.

L'auteur décrit ces essais et donne les résultats obtenus.

P. G.

La question de la protection contre la foudre, dans les écoles allemandes

L'Union des Électrotechniciens allemands a fait paraître, sous la signature de son secrétaire général M. Dettmar, la communication suivante qui est insérée dans le numéro du 26 juillet, de l' « Elektrotechnische Zeitschrift », l'organe officiel de l'Union :

« Pendant la guerre, il a été prouvé que l'avis émis par l'Union des Électrotechniciens allemands sur l'emploi général des paratonnerres, particulièrement dans la campagne, est de la plus grande importance.

» En Allemagne, la foudre fait annuellement pour 12 millions de marks (15 millions de francs) de dégâts. En moyenne 93 pour 100 de ces dégâts intéressent les districts agricoles, de sorte que l'on peut admettre que, dans ceux-ci, il y a annuellement une perte de 11 millions de marks (13 750 000 fr).

» Ces pertes sont d'autant plus déplorables qu'elles comprennent du bétail et des produits du sol, qui sont irremplaçables.

» A cet anéantissement, s'ajoutent encore des dérangements non compris dans les chiffres donnés ci-dessus, qui représentent de grandes pertes économiques.

» Il faut considérer en outre que l'État a un grand intérêt à la conservation de nos forces de travail, et que des travaux de réparation et de reconstruction doivent être évités.

» En outre, les pertes matérielles, dans les immeubles frappés, doivent être évitées, dans l'intérêt de l'économie nationale.

» Les coups de foudre, dans la campagne, font courir

Digitized by Google

plus de dangers aux personnes que dans les bâtiments des villes, qui, vu leurs grandes masses métalliques, les canalisent en partie.

» Il faut donc absolument arriver à ce que l'on installe, dans la campagne, plus de paratonnerres qu'actuellement.

» On peut établir des paratonnerres simples qui, quoique n'évitant pas tous les dégâts de la foudre, empêchent cependant les incendies et les dommages graves, qui représentent 90 pour 100 de l'ensemble des dégâts, en disposant des conducteurs sur les toits et en utilisant les parties métalliques de la construction. En reliant les parties métalliques à la canalisation d'eau ou à une mise à la terre quelconque, on obtient un paratonnerre bon marché et cependant suffisamment efficace. »

Le paragraphe premier des prescriptions de l'Union des Électrotechniciens allemands, relatives à la généralisation de l'emploi des paratonnerres, est ainsi conçu :

« Le paratonnerre protège les bâtiments contre les dégâts et les incendies causés par la foudre. Son emploi, de plus en plus général, sera facilité par la simplification de son installation et la diminution des frais.

» Ce qui a empêché jusqu'ici son emploi général, c'est qu'à l'école on a enseigné à la population que le paratonnerre doit avoir de hautes tiges, avec des pointes spéciales afin d'empêcher les coups de foudre, en facilitant l'écoulement de l'électricité. On a aussi prétendu qu'un paratonnerre incomplet, augmente les dangers de la foudre, ce qui est en contradiction avec le paragraphe 4 des prescriptions de l'Union. »

Le paragraphe 4 est ainsi conçu :

« Les parties métalliques du bâtiment, d'un grand développement, en particulier celles qui, du haut du bâtiment, conduisent à la terre, contribuent à la diminution des dégâts de la foudre, même quand elles ont été installées pour d'autres causes. En général, on ne doit pas craindre une augmentation du danger de la foudre, par suite d'une défectuosité du paratonnerre.

» En outre, on ne pensait qu'à l'emploi de conducteurs en cuivre, tandis que celui des conducteurs en fer donne un paratonnerre exactement aussi bon. On doit actuellement, dans toutes les circonstances, épargner le cuivre, cela non seulement à cause de son prix de revient élevé, mais parce que nous devons le faire venir de l'étranger, dans l'avenir on ne devrait plus y penser.

» Malgré ces travaux de l'Union des Électrotechniciens, et quoique ses prescriptions aient servi de base à presque tous les gouvernements pour établir des règlements sur les paratonnerres, encore dans beaucoup d'écoles, aussi bien dans l'enseignement que dans les livres d'étude, la question du paratonnerre est traitée bien plus au point de vue physique qu'au point de vue technique, et on ne parle pas assez de l'importance technique et économique du paratonnerre.

» Ce que la jeunesse a appris à l'école, et ce que les livres d'enseignement contiennent a pour plus tard une action durable qui ne peut être que difficilement rectifiée. Comme, d'autre part, nombre d'installateurs de paratonnerres, habitués à ces considérations, et qui aussi préfèrent installer des appareils chers, continuent à les répandre, on ne peut espérer arriver à une amélioration que si l'autorité scolaire intervient.

» Les points suivants devraient être particulièrement traités dans l'enseignement et inscrits dans les livres de classe, car ils sont de la plus haute importance pour la construction des paratonnerres.

» 1° Le paratonnerre protège les bâtiments et leur contenu contre des dégâts ou des incendies provoqués par la foudre. Le paratonnerre ne doit pas, par exemple, par ses pointes, comme l'on pourrait s'exprimer, soutirer de l'électricité ou en amener, mais conduire les coups de foudre, qui ont frappé le bâtiment. On doit généraliser, autant que possible, son emploi, en simplifiant sa construction et en diminuant son prix de revient.

» 2° En règle générale, les parties métalliques du bâtiment très développées et, en particulier, celles qui vont de la partie la plus haute à la terre, contribuent à diminuer le danger de la foudre. On ne doit pas, en général, craindre qu'une défectuosité du paratonnerre augmente les dangers de la foudre.

» 3° Il n'est pas nécessaire d'employer du cuivre pour le paratonnerre.

» 4° Il est nécessaire que le plus possible de bâtiments, particulièrement tous ceux dans lesquels on emmagasine du grain, du foin, de la paille ou des matières facilement inflammables, soient pourvus de paratonnerres. Les paratonnerres doivent être établis conformément aux prescriptions de l'Union des Électrotechniciens allemands. »

Le secrétaire général demande ensuite qu'un exemplaire de ce règlement soit remis à chacune des bibliothèques scolaires et que celles-ci se procurent aussi des ouvrages de vulgarisation sur les paratonnerres dont il désigne les auteurs et termine en disant, plus on ira vite, plus on diminuera les pertes économiques dues à la foudre.

F. L.

Notes pratiques

Moyen efficace d'économiser le charbon dans les foyers (1). — Les foyers consomment non seulement du charbon pour la production de la force motrice pendant les heures de travail mais aussi une grande quantité pour la mise à feu ou pour le maintien de la chaudière en pression, pendant les intervalles de repos. L'auteur a cherché le moyen de réaliser cette économie d'une manière pratique en modifiant le tirage. Dans la plupart des foyers on se sert d'un registre, pour régulariser le tirage. Mais ce registre même fermé ne protège pas suffisamment le foyer contre l'effet de tirage ; l'auteur installe une seconde fermeture à chaque foyer. Cette fermeture peut être constituée par un second registre distant d'un ou plusieurs mètres du premier.

Pendant le service l'un des registres peut servir de régulateur du tirage pendant que l'autre reste ouvert.

Aussitôt après l'arrêt on baisse entièrement les deux registres. L'action d'aspiration de la cheminée cesse complètement. Les résultats obtenus sont excellents. Ainsi dans deux foyers à récupération, la chambre de combustion était encore rouge après un arrêt de soixante-dix heures et les brûleurs d'un rouge encore plus vif.

Ceci permet de retarder l'allumage des foyers, le dimanche pour le lundi de huit à neuf heures, ce qui se traduit par une économie d'environ 4 t de charbon par semaine pour les deux foyers. Pour deux autres foyers ne fournissant qu'un poste par jour, la mise à feu se fait en trois à trois heures et demie au lieu de six à neuf heures. On arriverait ainsi à épargner par mois environ 100 t de houille.

Cette disposition de deux registres permet aussi de maintenir la chaudière en pression sans alimenter la grille lorsqu'on est forcé accidentellement d'isoler le foyer de celle-ci du carneau commun à une batterie.

(1) *Bulletin des Usines de guerre*, 12 novembre 1917, p. 230.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE & FINANCIÈRE

Les usines d'électricité au point de vue des compagnies d'assurances contre l'incendie

Les primes d'assurances contre l'incendie demandées pour les usines génératrices d'électricité sont inférieures à celles qui sont généralement imposées aux autres usines en raison des mesures préventives contre l'incendie qui sont ordinairement prises lors de la construction des usines électriques. Les compagnies d'assurances ayant reconnu que ces primes sont insuffisantes pour couvrir les versements effectués aux usines de cette catégorie, elles ont envisagé non seulement un relèvement du tarif des primes qui leur est appliqué, mais encore une limitation très stricte des risques couverts par ces primes. Cette dernière éventualité ne peut que multiplier les conflits auxquels donnent lieu trop souvent les règlements de sinistres, les compagnies d'assurances contre l'incendie ayant intérêt à en attribuer la cause première à des accidents d'ordre électrique et à ne considérer l'incendie que comme une conséquence de ces accidents. Comme dans beaucoup de cas, il est difficile et parfois même impossible de fixer exactement la cause originelle du sinistre, l'auteur demande, avec juste raison, que la nouvelle tarification concernant les usines d'électricité permette de couvrir l'ensemble des risques qui se rencontrent dans ces usines sans discussion sur l'origine de ces risques et de simplifier la question des surprimes.

1. — Des accidents récents ayant rappelé à certaines compagnies d'assurances combien les usines d'électricité se sont trouvées être, pour leur industrie, de médiocres clients. Ces compagnies ont été amenées à étudier le relèvement des primes leur permettant de rétablir l'équilibre entre le produit des polices de ces exploitations et les sommes versées à celles-ci pour les sinistres. Si l'on considère, d'autre part, que l'élévation du loyer de l'argent aura pour conséquence un remaniement des échelles de primes, on pourra penser qu'il est intéressant de voir d'où viennent certains déboires subis par les compagnies d'assurances et d'étudier comment pourraient se faire les relèvements de tarifs.

Au moment où furent construites nos grandes centrales actuelles, les assureurs, se trouvant devant des usines parfaitement tenues dont la construction n'avait nécessité que des matériaux ininflammables, ne demandèrent que des primes relativement faibles. Alors que les locaux et le matériel industriels sont couverts contre les risques d'incendie moyennant des primes allant de 2 et 3 à 8 et 10 pour 1 000 du capital assuré, les compagnies d'assurances affectèrent aux usines d'électricité un taux voisin de 1,5 pour 1 000; or, en pratique, les primes demandées se trouvèrent insuffisantes pour couvrir les versements faits aux sinistrés. De plus, les compagnies d'assurances crurent souvent se trouver en présence de destruction de machines ou d'usines occasionnée non par l'incendie, mais par des accidents d'électricité, sinistres que les polices d'assurances n'avaient pas voulu couvrir. Il y eut, de ce fait, des difficultés entre les compagnies d'assurances et les sociétés d'exploitation électriques.

2. — Devant cette situation les assureurs pensèrent à relever le taux des assurances et à établir une classification empirique des diverses industries et exploitations électriques, classification à laquelle ils juxtaposeraient une nouvelle échelle de primes en tenant compte de la tension et de la puissance des installations.

Cette méthode permettrait de faire cadrer les desiderata des compagnies d'assurances avec les constatations des dernières années; mais elle laisserait subsister l'inconvénient primordial des anciens procédés et ne permettrait pas de présenter de la façon la plus favorable, aux sociétés intéressées, la majoration de prime demandée.

Quelle que soit la manière de calculer les primes nouvelles, la première condition à remplir, pour arriver à des rapports intéressants entre compagnies d'assurances et sociétés d'exploitation électrique est de définir quels sont les risques couverts par l'assurance. En général, les compagnies d'assurances ne prennent à leur charge que les dégâts amenés par l'incendie, quelle que soit la cause de celui-ci, mais non ceux résultant d'un accident d'origine électrique ou mécanique. Or, en pratique, il est souvent très difficile de déterminer la cause première d'un sinistre arrivé dans des installations électriques; l'accident électrique et l'accident incendie se superposent le plus souvent dans le temps et dans l'espace. Si un transformateur brûle, est-ce l'huile surchauffée qui s'est enflammée, est-ce un défaut d'isolement qui a donné un court-circuit, ou une surtension extérieure, ou un mauvais calage des bobines? Quelle que soit l'origine de l'accident, ces manifestations extérieures simultanées en cachent les causes premières. Par conséquent, les compagnies d'assurances peuvent être amenées à supporter les frais d'une mauvaise construction mécanique ou d'une fausse manœuvre électrique, et, réciproquement, les sociétés d'exploitation peuvent ne pas voir jouer les clauses de leur police sur toute l'éten-

Digitized by Google

due du sinistre quand l'origine incendie de tous les dégâts n'est pas suffisamment démontrée.

3. — Étant donnée la difficulté de déterminer la cause des accidents, il serait étonnant que des difficultés ne s'élèvent pas entre les intéressés. Devant cette constatation il n'y a, semble-t-il, qu'un moyen à employer pour satisfaire les parties, à savoir que les compagnies d'assurances assurent également contre les risques d'incendie et contre les risques d'accidents électriques ou mécaniques.

Ce moyen serait déjà d'un usage général si les compagnies d'assurances ne se ressentaient du point de départ de leur industrie : l'assurance contre le feu.

4. — D'autre part, en ce qui concerne l'établissement d'une nouvelle échelle de primes, il est possible, pour évaluer le risque d'incendie propre à une installation donnée, de se baser sur une des caractéristiques de cette installation, soit sur sa puissance, soit sur sa tension, soit sur la nature de son industrie. Mais l'application de cette méthode sera difficile étant donné que, proportionnellement à la puissance, une grosse installation est plus sûre qu'une petite, qu'une installation à haute tension est plus surveillée et a des isolements mieux étudiés qu'une installation à faible tension, etc... Les sociétés d'exploitation électrique verront donc toujours beaucoup d'arbitraire dans l'établissement de leur prime. Ce procédé, d'ailleurs, demanderait aux agents régionaux des compagnies d'assurances plus de compétence technique qu'ils n'en ont généralement.

Il semble donc que l'on pourrait présenter avec plus d'avantage aux sociétés d'exploitation électrique les nouveaux tarifs s'ils sont établis d'après une méthode basée sur les considérations suivantes :

Voir dans toutes installations utilisant l'électricité la réunion de matériaux inflammables et considérer cette réunion de matériaux comme cause première de l'incendie.

Ne voir dans l'accident électrique que la cause secondaire de l'incendie.

Établir les tarifs d'assurance en tenant compte de ces deux causes et de leur rapport.

Chaque prime dépendrait donc :

De la valeur des installations assurées;

Du pourcentage des accidents dont la réparation est demandée pour le genre d'installation considéré;

De la dépendance locale existant entre la cause secondaire et la cause première de l'incendie.

Le premier facteur est évalué avec précision; le second est donné par les statistiques, par type d'installation et par région; le troisième, enfin, doit traduire ce fait que, plus le court-circuit est voisin des matières inflammables, plus celles-ci risquent de prendre feu. Il sera d'autant plus grand que le rapprochement entre les deux causes d'incendie sera lui-même plus grand; par exemple, il sera le maximum soit 100 pour les disjoncteurs, transformateurs, et autres appareils réunissant en eux la matière inflammable (l'huile), et la cause secondaire de l'incendie (l'étincelle ou l'arc), tandis qu'il sera 5 ou 10 pour un moteur éloigné des matières inflammables, brûlant seul, s'il brûle.

Pour prendre le cas concret des grosses centrales d'électricité, on voit que, si les sociétés qui les exploitent peuvent avec raison considérer comme faible leur pourcentage d'accidents électriques par rapport à leur puissance, par contre, elles ne peuvent se refuser à admettre comme très élevé le troisième facteur qui tient compte de la superposition topographique des risques d'accidents aux risques d'incendie, et de la puissance considérable installée sur une très faible surface.

Cette méthode, pour l'établissement des primes d'assurances se recommanderait par la possibilité qu'elle offre de définir les conditions nécessaires produisant les sinistres et d'en évaluer et discuter séparément les divers facteurs.

Au moment où les compagnies d'assurances se sentent visées par le monopole de l'État, elles pourraient trouver un point d'appui auprès des industriels, notamment auprès des grandes compagnies d'électricité, en leur offrant des facilités comme l'assurance contre un ensemble de risques d'origines diverses difficiles à ventiler et en établissant des tarifs par des méthodes rationnelles et aussi pratiques que possible.

P. Bigourdan,
Ingénieur E. S. E.

Assemblées générales

Société d'Eclairage électrique de Bordeaux et du Midi.

Assemblée générale ordinaire du 5 décembre 1917.

Les résultats de l'exercice ont été affectés dans une large mesure par les charges croissantes de l'exploitation dues aux circonstances actuelles. Aussi, malgré le développement continu de la clientèle par la signature de 1 013 polices nouvelles, et bien que le chiffre des recettes se soit sensiblement maintenu, les bénéfices sont tombés de 685 219 fr pour 1915-1916 à 537 894 fr pour 1916-1917 en ce qui concerne les bénéfices d'exploitation et de 237 474 fr à 86 837 fr pour les bénéfices disponibles.

Aussi la Société, pour faire face à ces charges, se préoccupe d'examiner s'il n'y aurait pas lieu de demander un dédommagement à la ville de Bordeaux, soit par un relèvement des prix de l'électricité ainsi qu'il a été fait pour le gaz, soit de toute autre façon.

Les bénéfices disponibles ont cependant permis de mettre en paiement l'intérêt statutaire de 5 pour 100 aux actions, moyennant la suspension de l'amortissement de 1/18 sur les

Digitized by Google

comptes branchements aériens, compteurs en location et valeur de la concession.

Bilan au 30 juin 1917.

Actif.

	fr
Matériel industriel :	
Immeubles et terrains	714 217,38
Usine et canalisations	2 910 076,99
Branchements aériens	219 187,73
Installations chez les abonnés	1 »
Mobilier	1 »
Compteurs en location	294 876,40
Installations communes	1 000 000 »
Installations en location portant vente	172 034,70
Clientèles	1 »
Valeur de la concession	802 565,12
Apports Tricoche	1 »
Frais d'émission et prime de remboursement	1 »
Marchandises en magasin	60 243,98
Caisse	6 702,80
Banques	157 698,53
Débiteurs divers	279 259,62
Cautionnements, impôts remboursables	4 295,34
Obligations restant à la souche	174 000 »
Portefeuille	227 407 »
	7 028 570,59

Passif.

	fr
Capital	1 500 000 »
Obligations en circulation	4 723 000 »
Réserve légale	110 480,49
Fonds de renouvellement du matériel	195 000 »
Fournisseurs et créditeurs divers	101 518,29
Dividende dû aux actionnaires	4 421,80
Intérêts dus aux obligations et obligations à rembourser	278 121,70
Caisse de retraites	3 089,60
Ville de Bordeaux	7 764,34
Règlement d'inventaire	5 292,77
Profits et pertes :	
Report de l'exercice 1915-1916	13 043,78
Bénéfices de l'exercice	86 837,82
	7 028 570,59

L'Eclairage électrique.

Assemblée générale ordinaire du 8 décembre 1917.

L'accroissement général du bilan, qui se totalise par 126 777 300 fr contre 46 947 927 fr précédemment, reflète le développement considérable des affaires de l'Eclairage électrique pendant cet exercice. On sait que la Société a augmenté son capital de 11 625 000 fr à 25 000 000 fr et qu'elle a émis des bons décennaux 6 pour 100 pour 10 millions.

Le nombre des ouvriers qu'elle emploie actuellement dépasse 20 000 et le nombre des femmes employées dans les ateliers atteint 8 700.

Les bénéfices nets de l'exercice s'élèvent, après amortissement, à 4 769 500 fr, sur lesquels ont été prélevés 1 337 500 fr afin de porter à son maximum la réserve légale et 1 162 500 fr affectés à la réserve spéciale qui se trouve ainsi dotée de 7 552 500 fr.

Les actions reçoivent un dividende de 15 fr, soit 12 pour 100 et il revient 262 500 fr aux parts de fondateurs.

Des agrandissements importants nécessités par l'activité des ateliers ont été faits dans les usines de la rue Lecourbe, de l'avenue de Choisy, de la rue Bolivar et des ateliers lorrains de Jarville.

Signalons simplement que, en outre des travaux de matériel de guerre, les ateliers de Lecourbe ont construit pendant l'exercice : 7 979 moteurs asynchrones, 1 283 moteurs à courant continu, 490 transformateurs, que de nouveaux types de commutatrices et d'électro-aimants pour la manutention des barres et tôles d'acier et que des ponts roulants devant servir de modèles pour une construction courante ont été mis au point.

Bilan au 30 juin 1917.

Actif.

	fr
Actionnaires	7 500 000 »
Usines	8 937 564,84
Mobilier et véhicules	2 »
Immeuble 84, rue de Crimée	100 000 »
Prime de remboursement sur obligations	1 423 683 »
Caisses et banques	12 370 265,87
Portefeuille	5 550 510,56
Débiteurs :	
Clients et débiteurs divers	41 447 693,24
Cautionnements	138 964,80
Débiteurs garantis par acceptations	13 435 454,40
Opérations de change avec l'étranger	9 850 000 »
Travaux en cours	9 884 173,02
Magasins	15 624 882,45
Dépôts de province	514 106,59
	126 777 300,77

Passif.

	fr
Capital	25 000 000 »
Obligations 4 pour 100	963 500 »
Obligations 5 pour 100	7 000 000 »
Bons 6 pour 100	10 000 000 »
Réserve générale	1 162 500 »
Réserve générale d'amortissement	3 050 000 »
Réserve spéciale	400 000 »
Réserve pour débiteurs douteux	150 000 »
Prime d'émissions actions	3 740 000 »
Coupons impayés actions et obligations	574 053,11
Créditeurs :	
Créditeurs divers	16 684 554,59
Provisions pour impôts de guerre	8 200 000 »
Fournisseurs	17 018 622,29
Effets à payer :	
Fournisseurs	21 724 052,22
Débiteurs garantis	13 435 454,40
Opérations avec l'étranger	9 850 000 »
Report des exercices précédents	55 063,23
Profits et pertes 1916-1917	4 769 500,93
	126 777 300,77

Société d'électrométallurgie de Dives

Assemblée générale ordinaire du 13 novembre 1917.

Dans le cours de l'exercice, la Société a construit, sur la demande de l'Artillerie, des ateliers nouveaux pour faire face à l'augmentation de la fabrication des produits nécessaires à la Défense nationale.

En dehors de ces nouvelles installations, la plus grosse entreprise de l'année est l'adduction des sources du Val-au-Loup et de Caudemuche dont le projet avait été fait avant la guerre d'accord avec la commune de Dives pour fournir aux usines le supplément d'eau nécessaire à leur développement; tout en augmentant des ressources d'eau potable de la commune. Une conduite d'eau d'environ 17 km a été posée.

En raison des débouchés importants de l'aluminium, la Société a pris une part dans l'augmentation de capital à laquelle vient de procéder la Société Electro-Métallurgique française de Froges. Elle a également contribué à l'augmentation de capital de la Société du Duralumin dans laquelle elle est intéressée depuis quatre ans. En outre, sur la demande faite par l'Etat de créer une raffinerie électrolytique pour traiter et transformer les déchets de cuivre, la

Digitized by Google

Société a fondé dans ce but une société spéciale, la Société hydro-électrique et métallurgique du Palais.

La production pour l'industrie privée est faible, toutes les commandes étant réservées à l'État.

Néanmoins, les opérations de la Société ont pris une extension qui a plus que doublé le chiffre du bilan; celui-ci s'élève à 154 306 491,13 fr, au lieu de 71 730 921,47 fr en 1916.

Le solde créditeur du compte profits et pertes de l'exercice est de 5 705 969,06 fr, inférieur de 146 491,96 fr à celui de l'année précédente; le dividende a été fixé à 60 fr par action, une somme de 2 600 000 fr a été attribuée à la réserve extraordinaire pour porter celle-ci à 6 000 000 fr, ce qui élève le montant de l'ensemble des réserves à 26 610 928,08 fr, soit près de quatre millions de plus que le capital.

Bilan au 30 juin 1917.

Actif.

	fr
Terrains, constructions, matériel et adduction d'eau	15 579 822,49
Avances à divers sur travaux et marchés	37 155 »
Marchandises à l'usine, dans les dépôts et chez divers	53 915 987,44
Débiteurs divers	43 134 526,11
Cautionnements	129 992,90
Impôts à récupérer	158 257,26
Opérations de change à terme garanties	19 975 000 »
Métaux bruts	2 323 950,71
Caisses, effets à recevoir	13 502 437,90
Titres et participations	5 729 361,32
	154 306 491,13

Passif.

	fr
Capital actions	20 000 000 »
Capital obligations hypothécaires 4 pour 100 restant en circulation (5646)	2 823 000 »
Réserve légale	2 000 000 »
Amortissement	9 927 500 »
Réserve extraordinaire	3 400 000 »
Réserve de fluctuation des métaux	8 683 428,08
Provisions :	
D'amortissements pour risques et dépréciations pouvant résulter de la guerre	950 000 »
Pour remise en état de l'usine, réfection de l'outillage et sa réappropriation aux fabrications commerciales	2 800 000 »
Effets à payer, fournisseurs et créditeurs divers	77 873 356,97
Coupons, obligations amorties, intérêts	348 237,02
Opérations de change à terme garanties	19 795 000 »
Solde du compte de profits et pertes 1916	124 403,45
Solde du compte de profits et pertes 1917	5 581 565,61
	154 306 491,13

Société d'Electricité de Paris.

Assemblée générale ordinaire du 4 décembre 1917.

Le développement des fabrications de guerre dans la région parisienne a contribué à faire progresser les recettes de vente d'énergie de la Société, et celles-ci ont dépassé pendant l'exercice, avec un total de 154 630 937 kw-h vendus, le chiffre des ventes de la dernière année précédant la guerre qui avait été de 145 213 330 kw-h. Toutefois, il est nécessaire de remarquer que les résultats financiers sont loin d'avoir correspondu à ce progrès en raison de la hausse de toutes les matières et des difficultés de l'exploitation; ceux-ci se sont simplement maintenus et ont permis de distribuer le même dividende que les années précédentes, après avoir doté de 500 000 fr le fonds d'amortissement des dépenses de premier établissement et de 500 000 fr le fonds de renouvellement du matériel. Cette dernière somme a été mise en réserve afin de permettre, aussitôt que les circonstances le permettront, de renouveler les machines fort éprouvées par un service intensif, la qualité incertaine du combustible et les difficultés d'exécuter les réparations et de diminuer l consommation de charbon en installant de nouveaux groupes plus économiques.

Bilan au 30 juin 1917.

Actif.

	fr
Caisse, banques et débiteurs divers	18 868 453,89
Obligations à la souche	4 030 500 »
Approvisionnements	1 367 223,20
Portefeuille	16 745 874,55
Frais de constitution	Mémoire.
Frais d'émission des obligations	1 123 581,68
Premier établissement. Usine de Saint-Denis	22 608 695,46
	64 744 328,78

Passif.

	fr
Capital :	
100 000 actions de 250 fr	25 000 000 »
10 000 parts bénéficiaires	Mémoire.
Obligations 4 pour 100	22 360 000 »
Réserve légale	984 278,54
Fonds de renouvellement du matériel	7 600 000 »
Créditeurs divers	3 098 270,66
Intérêts et dividendes, coupons restant à payer	3 132 870,23
Profits et pertes. Solde au 30 juin 1917	2 568 909,35
	64 744 328,78

Société des moteurs à gaz et d'industrie mécanique.

Assemblée générale ordinaire du 7 novembre 1917.

L'activité de la Société s'est développée normalement dans les différentes branches de ses fabrications. Le compte de profits et pertes fait ressortir un solde de 2 110 692 fr, sur lesquels le solde disponible à répartir est de 1 583 310 fr après déduction des frais généraux et des charges obligataires.

Le fonds de prévoyance destiné à faire face en cours d'exercice aux charges ou dépenses imprévues et éventuellement à servir de fonds de roulement, a été doté de 1 048 016 fr, et un dividende de 10 pour 100 a été distribué aux actionnaires.

Bilan au 30 juin 1917.

Actif.

	fr
Terrains et immeubles	2 741 373,85
Fonds de commerce, brevets, apports	740 909,85
Matériel industriel	1 300 113,38
Frais de modification de la Société	2 203,30
Prime et frais d'émission d'obligations	89 310 »
Constructions nouvelles	500 000 »
Matières brutes en cours de fabrication	3 105 509,50
Portefeuille et cautionnements	1 010 661,65
Créanciers divers	3 804 900,15
Caisses, effets à recevoir	2 583 620,90
	15 878 803,58

Passif.

	fr
Capital social	5 000 000 »
Réserve statutaire	227 117,75
Amortissements	872 242,15
Obligations	1 952 000 »
Fournisseurs et créanciers divers	5 910 444,63
Provision pour règlement de créances	50 000 »
Provision spéciale	150 000 »
Fonds de prévoyance	133 688,69
Profits et pertes	1 583 310,36
	15 878 803,58

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Législation, jurisprudence, réglementation

Proposition de loi ayant pour objet de modifier l'article 16 de la loi du 1er juillet 1916 concernant l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels et supplémentaires réalisés pendant la guerre (1).

L'article 16 de la loi du 1er juillet 1916 sur les bénéfices de guerre dispose que : « le payement des cotisations est exigible par quart, de deux mois en deux mois à partir du premier jour du mois qui suit la publication du rôle pour l'impôt afférent à la période du 1er août 1914 au 31 décembre 1915, et de trois mois en trois mois pour les autres exercices. Toutefois, pour toutes les sociétés ou les personnes patentées ou passibles de la redevance des mines visées aux paragraphes 4 et 5 de l'article premier, les deux derniers quarts de la contribution afférente à chaque exercice d'imposition ne seront exigibles que dix mois après l'expiration du dernier exercice de la période pour laquelle la contribution extraordinaire est instituée. »

Les auteurs du projet de loi, tout en reconnaissant l'équitabilité du principe de ce renversement, trouvent cependant que l'application de ce principe doit comporter l'introduction de certaines modalités dans le double intérêt de la vie économique du pays et des finances de l'État. Ils proposent donc de modifier le mode de payement des cotisations dues par les sociétés ou les personnes patentées ou passibles de la redevance des mines, visées aux paragraphes 4 et 5 de l'article premier de la loi du 1er juillet 1916.

Tous les industriels français, à l'appel de la Patrie en danger, ont donné toute leur énergie et toutes leurs ressources pour créer de nouvelles usines merveilleusement organisées qui ont permis de répondre aux nécessités de la défense nationale. Il importe, dans le haut intérêt de la vie économique de la France, que le fruit de tels efforts ne disparaisse pas aussitôt la guerre terminée, mais qu'au contraire toutes les industries de guerre se transforment rapidement en industries de paix sitôt la cessation des hostilités, pour permettre à l'exportation française de prendre un grand développement et de faire rentrer en France l'or qui en est sorti pour les dépenses de guerre. Pour obtenir ce résultat, il est nécessaire que les industriels français disposent de larges possibilités financières.

Or, si l'article 16 de la loi du 1er juillet 1916 n'est pas modifié, les industriels français seront forcés de verser au Trésor au fur et à mesure qu'ils les réaliseront, de 50 à 60 pour 100 du montant de leurs bénéfices de guerre. Il est à craindre, dans ces conditions, que les industriels et commerçants français qui ont créé depuis trois ans des usines, des ateliers et des entreprises diverses, se trouvent brusquement dépourvus, à la fin des hostilités, des moyens financiers nécessaires à la continuation et à l'adaptation féconde de ces entreprises. Pour éviter cette situation et permettre aux industriels et commerçants, qui ont collaboré de façon si intense à la défense nationale, de consacrer à la renaissance économique du pays les capitaux issus des bénéfices exceptionnels qu'ils ont réalisés, les auteurs du projet de loi proposent que le contribuable ait la faculté de solliciter, pour un délai de cinq ans, deux fois renouvelable, un sursis de payement de la portion d'impôt qu'il doit au titre de la loi du 1er juillet 1916.

L'autorisation d'obtenir cette faveur pourra être refusée par l'administration, soit lors de la première demande, soit lors du renouvellement. En cas de refus, les intéressés devront acquiter leur cotisation selon les modalités déjà prévues à l'article 16. Si l'autorisation est accordée, les industriels et commerçants bénéficiaires devront verser à l'Etat, pendant la durée du sursis à eux octroyé, du chef de la cotisation due par eux, un intérêt annuel égal au taux de l'escompte de la Banque de France augmenté de 3 pour 100 et payable à la fin de chaque année du sursis.

De plus, ils seront liés à l'État pour une durée minimum de cinq ans, ils ne pourront pas pendant ce laps de temps, quel que soit l'état de leurs affaires, substituer le régime établi à l'article 16, au régime qu'ils auront sollicité ; ils ne pourront pas s'acquitter du montant de leurs cotisations avant l'expiration du délai de cinq années et seront, pendant ce temps, de véritables mobilisés civils d'après guerre, qui ne pourront en aucun cas déserter leur poste de travail.

En cas de non-versement de l'intérêt annuel, les bénéficiaires seront tenus d'acquitter des pénalités, sans préjudice du versement de la cotisation pour laquelle ils auront obtenu un délai de payement.

Comme on peut le voir d'après ce qui précède, l'idée directrice des auteurs du projet de loi a un triple but : d'abord accorder une prime aux industriels et commerçants qui verraient dans les bénéfices de guerre, non une fin, mais un moyen, ensuite accroître l'activité économique du pays après la guerre, et, enfin, apporter de nouvelles ressources au Trésor.

(1) Proposition de loi ayant pour objet de modifier l'article 16 de la loi du 1er juillet 1916 concernant l'établissement d'une contribution extraordinaire sur les bénéfices exceptionnels supplémentaires réalisés pendant la guerre, présentée par MM. Henri Labroue, Jean Bon, Margaine, Chassaing, Louis Deschamps, Cazassus, Derognat, William Bertrand, Louis Deshayes, Drivet, Belinguier, Pierre Robert, Bedouce, Vincent Auriol, députés, *Journal officiel*, 16 octobre 1917. Documents parlementaires de la Chambre, annexe n° 3817, p. 1341.

Loi relative aux saisies et ventes effectuées en pays ennemis, dans les territoires occupés par l'ennemi et en Alsace-Lorraine.

Nos lecteurs connaissent toutes les spoliations iniques dont nos compatriotes et les Alsaciens-Lorrains d'origine française, possesseurs de biens en pays ennemis, en Alsace-Lorraine, et même dans les pays momentanément occupés par

Digitized by Google

l'ennemi, viennent d'être victimes de la part du gouvernement impérial allemand. Le gouvernement de la République française vient de répondre à ces injustices en promulguant le 8 novembre 1917 une loi déclarant nuls et non avenus tous les actes accomplis par le gouvernement allemand contrairement aux droits de propriété de l'Etat français, des départements, des communes, des établissements publics et des particuliers français ou alsaciens-lorrains d'origine française. Cette loi a été publiée, dans le « Journal officiel » du 11 novembre 1917, p. 9009, voici son texte :

Article premier. — Sont nuls et non avenus tous actes portant atteinte aux droits de propriété ou de jouissance appartenant à l'Etat, aux départements, aux communes, aux établissements publics ou reconnus d'utilité publique et accomplis par les autorités ennemies dans les départements français occupés par elles et contraires aux conventions internationales.

Sont également nuls et non avenus les actes concernant les biens de même nature, accomplis ou ordonnés en Alsace-Lorraine dans un but politique ou à la faveur des circonstances de guerre, par les autorités allemandes, quelles qu'elles soient ou par les administrateurs d'établissements publics ou reconnus d'utilité publique.

Spécialement, sont nulles et non avenues, dans les mêmes territoires, les opérations effectuées par les autorités ennemies concernant les musées, galeries, bibliothèques, archives et, en général, tous les biens ayant un caractère artistique, scientifique, historique ou administratif.

Art. 2. — Sont nuls et non avenus tous actes d'aliénation ou de disposition, toutes inscriptions ou radiations d'hypothèques, toutes déchéances, toutes destitutions ou révocations, toutes mesures de spoliation fiscales ou autres, accomplies, prononcées ou ordonnées par les autorités ennemies, quelles qu'elles soient, dans un but politique ou à la faveur des circonstances de guerre, et concernant les biens et droits de toute nature appartenant à des Français ou à des Alsaciens-Lorrains d'origine française, en territoire ennemi, en territoire français ou allié occupé par l'ennemi, ou en Alsace-Lorraine.

Art. 3. — Seront annulés ou résiliés de plein droit, à la demande des Français ou des Alsaciens-Lorrains d'origine française intéressés et dans des conditions à fixer par décret portant règlement d'administration, tous contrats passés avec des sociétés ou des particuliers ennemis pendant l'occupation ou sous le contrôle ennemi.

Art. 4. — Les dispositions des articles 2 et 3 de la présente loi peuvent être étendues par des conventions spéciales aux ressortissants des puissances alliées et neutres résidant dans les départements français occupés et en Alsace-Lorraine.

Art. 5. — Les dispositions de la présente loi sont applicables aux mesures prises par l'autorité ennemie et aux faits qui se sont passés à dater du jour où l'état de guerre a existé entre la France et le pays ennemi intéressé.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'Etat.

Décret créant un Comité consultatif des mines.

Le « Journal officiel » du 11 novembre 1917 publie, p. 9019, le décret suivant, pris en date du 9 novembre 1917, qui crée un comité consultatif des mines au ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre :

Article premier. — Il est créé, au ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre, un « comité consultatif des mines ».

Art. 2. — Le comité consultatif des mines donne son avis sur les affaires qui lui sont soumises par le ministre, notamment en ce qui concerne l'examen de toutes les questions d'ordre général, touchant à la politique minière, à la mise en valeur et à l'exploitation des ressources du sous-sol.

Il étudie les mesures à prendre pour intensifier les recherches minières, développer les exploitations et les coordonner.

Il étudie également les modifications à apporter à la législation des mines, aux cahiers des charges de concessions et, s'il y a lieu, aux règlements d'exploitation.

Art. 3. — Le comité consultatif des mines est présidé par le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre et, en son absence, par le vice-président.

Art. 4. — Sont membres de droit du comité :

1° Les anciens ministres des Travaux publics et les anciens ministres de l'Armement et des Fabrications de guerre ;

2° Le président de la commission des mines à la Chambre des députés ;

3° Les rapporteurs du budget des mines à la commission des finances du Sénat et à la commission du budget de la Chambre des députés ;

4° Le président de la section des travaux publics (mines) du conseil d'Etat ;

5° Le directeur des mines en exercice ;

6° Le directeur du travail au ministère du Travail et de la Prévoyance sociale ;

7° Le vice-président du conseil général des mines.

Le président de la section des travaux publics au Conseil d'Etat est vice-président du comité.

Le directeur des mines est secrétaire du comité : Il peut se faire assister, pour ce travail, de fonctionnaires de la direction des mines.

Art. 5. — Seront, en outre, nommés membres du comité, par décret :

Six députés dont trois membres de la commission des mines.

Cinq sénateurs.

Deux Conseillers d'Etat en service ordinaire.

Dix représentants des industriels exploitants de mines (houillères, mines de fer, mines métalliques).

Cinq représentants du personnel ouvrier des mines.

Un représentant du ministère des Finances.

Un représentant du ministère du Commerce.

Quatre inspecteurs généraux des mines.

Art. 6. — Le comité consultatif des mines siège soit en assemblée plénière, soit en sections. Les sections sont élues par le comité réuni en assemblée plénière et nomment leur président spécial.

Les réunions ont lieu sur la convocation du ministre quand il s'agit d'une assemblée plénière, ou du président de la section quand il s'agit d'une assemblée de section. Chaque réunion comporte un ordre du jour, et donne lieu à un procès-verbal. Chaque affaire examinée doit faire l'objet d'un rapport présenté par un des membres désigné par le président.

Les sections ont le droit d'émettre des vœux qui sont ensuite, si le ministre le juge utile, soumis à l'examen de l'assemblée plénière.

A la fin de chaque année, un rapport adressé au président de la République française, et qui pourra être publié au « Journal officiel », expose les travaux du comité pendant l'année.

Art. 7. — Le ministre de l'Armement et des Fabrications de guerre est chargé de l'exécution du présent décret qui sera publié au « Journal officiel » de la République française et inséré au « Bulletin des lois. »

Le décret ci-dessus est suivi d'un second décret nommant les membres du comité consultatif des mines.

Digitized by Google

REVUE GÉNÉRALE DE L'ÉLECTRICITÉ

Organe de l'Union des Syndicats de l'Électricité

réunissant

LA REVUE ÉLECTRIQUE 1904-1916 — **LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE 1879-1916**

DIRECTEUR : **J. BLONDIN**, agrégé de l'Université.

1re ANNÉE. — TOME II. — N° 26. — 29 DÉCEMBRE 1917.

Chronique. — L'Institut polytechnique de Grenoble. — L'utilisation rationnelle des ingénieurs électriciens dans l'armée. Société française de Physique. — Ecole d'enseignement technique féminin. — Académie des Sciences, p. 1001 à 1002.

Section scientifique et technique. — Sur les essais de polarité dans les transformateurs (*suite*), par Paul GIRAULT, p. 1003. — Théorème de la conservation de la puissance réactive, par E. HAUDIÉ, p. 1012. — Revues, analyses et informations : Influence de la variation de l'épaisseur des parois sur le coup de bélier dans une conduite forcée, p. 1013; Données quantitatives dans l'électrisation par frottement, p. 1015. — Sur les potentiels d'ionisation des vapeurs et des gaz, p. 1016.

Section industrielle. — Les méthodes de labourage par treuils, par Ach. DELAMARRE, p. 1017. — La tourbe et l'industrie électrique (*suite et fin*), par Pierre GUIEU, p. 1022. — Revues, analyses et informations : Procédé Dubrisay pour l'essai de viscosité des huiles de graissage, p. 1029; Les condenseurs à surface pour service continu, p. 1030; L'électricité dans les constructions navales et à bord des bâtiments aux Etats-Unis, p. 1035.

Section de législation. — Les promesses de vente dites « option » et les délais moratoires. A propos d'un jugement du Tribunal civil de la Seine du 21 juillet 1917, par Paul BOUGAULT, p. 1037. — Législation, jurisprudence, réglementation : Décret instituant dans les départements victimes de l'invasion les ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées ordonnateurs secondaires de dépenses imputables sur le crédit ouvert pour la réparation des dommages de guerre, p. 1040.

L'Institut polytechnique de Grenoble. — Un rapport de son directeur, M. Barbillion, qui vient d'être publié, fournit d'intéressants renseignements sur la vie de cet Institut durant les années de guerre, sur sa situation au 1er novembre dernier, enfin sur les moyens de réaliser les améliorations et extensions qu'il est nécessaire d'apporter à son fonctionnement actuel.

Comme tous les établissements d'enseignement technique, l'Institut polytechnique de Grenoble a dû notablement ralentir son activité pendant ces trois dernières années. La mobilisation lui enlevait la majeure partie de son personnel enseignant et plus de la moitié de ses élèves. Le nombre de ceux-ci qui, avant la guerre, était d'environ 450, tombait en effet à 200 pendant les années scolaires 1914-15 et 1915-16 ; il remontait d'ailleurs à 236 en 1916-17 et a dépassé ce chiffre à la dernière rentrée. D'un autre côté, la guerre a empêché le transfert des divers services de l'Institut des anciens locaux de la rue du Général-Marchand dans les nouveaux bâtiments édifiés près de la gare sur les terrains donnés par le président de la Chambre de Commerce, M. Brenier, ces bâtiments étant détenus par l'autorité militaire et affectés à un hôpital temporaire depuis le début des hostilités.

Pour faire face aux nécessités qui déjà s'imposent en vue de la reprise de la vie économique de la nation, il serait indispensable que l'Institut puisse recouvrer à bref délai la possibilité de s'installer dans les nouveaux bâtiments ; c'est la seule manière de pouvoir assurer, non seulement les services d'enseignement qui ne manqueront pas de prendre, après la signature de la paix, une importance plus grande que celle qu'ils avaient avant la guerre, mais encore l'extension prévue et désirée du Bureau d'essais électriques et du Service d'essais hydrauliques et mécaniques. Aussi M. Barbillion insiste-t-il tout spécialement sur la nécessité de prendre, dès maintenant, toutes mesures nécessaires à l'aménagement des nouveaux bâtiments.

L'utilisation rationnelle des ingénieurs électriciens dans l'armée. — Au début du rapport signalé dans les lignes précédentes, M. Barbillion s'est préoccupé de cette utilisation. S'étant trouvé à même, pendant ces trois dernières années, de fréquenter intimement plusieurs services de l'avant et de l'arrière, son opinion est tout spécialement qualifiée. Beaucoup de nos jeunes ingénieurs, actuellement aux armées, étant intéressés à la connaître, nous reproduisons ci-dessous les passages du rapport de M. Barbillion où elle est exprimée en toute franchise.

« Le défaut, dans les hautes sphères militaires, de compétences techniques et peut-être plus encore d'esprits nettement indépendants, mettant au-dessus de toute considération personnelle le bien suprême du pays, a eu pour conséquence, en ce qui concerne nos écoles techniques et leurs promotions, une mauvaise utilisation de celles-ci. Il a fallu plus de trois ans pour que, au moyen de circulaires incomplètes et souvent difficiles à

Digitized by Google

interpréter, la plupart des jeunes électriciens, chimistes et mécaniciens diplômés de nos Universités, aient trouvé, sinon des situations morales, du moins des affectations à peu près compatibles avec leur valeur technique, leurs études antérieures et leur catégorie sociale. L'autorité militaire ne connaît que les grandes écoles, et au moins celles dont l'existence est assez longue pour avoir pu figurer dans les actes administratifs du Second Empire : Saint-Cyr, Polytechnique, Centrale. Obtenir une décision conférant des fonctions électrotechniques à d'anciens élèves des Instituts de Nancy, de Grenoble et d'ailleurs, c'est le diable. On ne saurait, à moins d'avoir été mêlé à leur fonctionnement, soupçonner l'effroyable inertie de nos rouages administratifs. »

Un peu plus loin, M. Barbillion ajoute : « Ne croyez pas surtout qu'il y ait, chez le revenant que je suis, aucune rancœur, ni aucune acrimonie, mais il est toujours désagréable de voir gaspiller, au jeu comme ailleurs, des atouts sérieux et de ne se mettre sérieusement à la partie qu'avec des chances diminuées. Ne craignons pas de le dire, nous autres industriels, ingénieurs et professeurs d'écoles techniques. Nous avions en France tout ce que nous pouvions souhaiter de mieux en matière de personnel technicien de guerre mais, pour des raisons diverses, l'utilisation de ce personnel a été des plus médiocres. »

On ne peut nier en effet que nous ayons commis à ce point de vue des erreurs qu'ont eu soin d'éviter et nos ennemis et nos alliés. Pendant des mois, des ingénieurs de premier ordre, ayant montré dans l'industrie la haute valeur de leurs connaissances techniques ont été utilisés comme garde-voies. C'est là, on en conviendra, une bien mauvaise utilisation des compétences dans une guerre comme celle-ci.

Société française de Physique : Séance du 7 décembre 1917. — A cette séance, M. J. Lemoine présente, au nom de MM. H. Fraudet et J. Belot, une communication sur un intéressant procédé de *localisation radiologique des corps étrangers du globe oculaire.*

Une localisation de ce genre présente des difficultés très sérieuses, d'une part, à cause de l'extrême ténuité des corps étrangers qui peuvent entrer dans le globe oculaire, d'autre part parce que les procédés ordinaires de localisation radiologique exigent que le corps étranger et l'organe qui le renferme restent fixes pendant les opérations nécessitées par la localisation et que l'œil est un organe essentiellement mobile. L'intérêt du procédé Fraudet et Belot est que précisément il met à profit cette mobilité de l'œil.

Pour cela, on prend une radiographie de l'œil, opération qui ne dure que 2 ou 3 secondes avec un tube Coolidge, lorsque le patient fixe une lampe placée à une assez grande distance suivant l'axe de la cavité orbitaire ; on éteint cette lampe, on allume une autre lampe placée dans le plan médian vertical de la cavité orbitaire et on prend une nouvelle radiographie pendant que le patient fixe cette lampe ; on recommence une troisième opération pendant que le patient fixe une troisième lampe, encore placée dans le plan médian, mais de l'autre côté de l'axe par rapport à la seconde, de façon que si le patient doit baisser les yeux pour voir celle-ci, il soit obligé de les lever pour fixer la troisième. La position des lampes étant connue, on peut en déduire les angles dont le globe oculaire a dû tourner pour que le rayon visuel passe de la première position à la seconde puis à la troisième. De la connaissance de ces angles et des positions occupées par l'ombre du corps étranger dans les trois radiographies, on peut déduire, par la géométrie descriptive, la position exacte du corps étranger. Comme moyen de contrôle, on peut faire une seconde série de radiographies en forçant l'œil à tourner autour d'un axe vertical, à gauche puis à droite, au moyen de deux lampes placées à la hauteur de l'œil de part et d'autre de l'axe de la cavité orbitale et que l'on allume successivement. Dans la première série d'opérations, la plaque photographique est placée contre la joue correspondant à l'œil examiné ; dans la seconde série, la plaque est placée derrière la tête ; dans les deux séries, le tube est disposé de manière que l'axe du rayonnement soit normal à la plaque.

L'application du procédé est nécessairement délicate ; en particulier, elle exige que des précautions soient prises pour que la tête du patient reste parfaitement immobile pendant les diverses opérations et que le repérage de sa position par rapport à la plaque soit effectué avec exactitude. Toutefois, malgré les difficultés rencontrées, MM. Fraudet et Belot ont obtenu des résultats très satisfaisants dans les applications qu'ils ont faites au centre hospitalier de Vichy.

École d'enseignement technique féminin. — Vendredi dernier, 21 décembre 1917, eut lieu à l'École d'enseignement technique féminin une intéressante conférence de M. Chaigneau.

Le conférencier a exposé magistralement comment l'Allemagne devait son colossal développement industriel à une organisation méthodique de son industrie. Cette organisation commence à jouer son rôle dès l'école. M. Chaigneau a montré que les écoles d'enseignement technique et supérieur étaient considérablement plus développées en Allemagne qu'en France, tant pour les hommes que pour les femmes. Il a exposé, ensuite, prenant pour exemple l'industrie chimique, comment les Allemands utilisaient au maximum leur personnel en le spécialisant et en lui imposant une rigoureuse discipline.

M. Chaigneau a montré également la nécessité de qualités commerciales à côté des qualités techniques, et il a fait voir que le développement du commerce extérieur de l'Allemagne était dû aux cartels, d'ailleurs grandement favorisés par le gouvernement impérial.

M. Chaigneau a terminé sa très intéressante conférence en exposant les efforts que nous aurions à soutenir pour lutter industriellement contre l'Allemagne et en montrant la nécessité de l'alliance du capital et du travail et de l'application intelligente de la méthode Taylor.

Académie des Sciences. — Séance du 17 décembre 1917. — Parmi les communications faites à l'Académie des Sciences dans sa séance du 19 décembre 1917, nous signalons à nos lecteurs les trois notes suivantes : « Sur la détermination des dimensions les plus avantageuses des principaux éléments d'une installation de force hydraulique », par M. E. Baticle ; « La fabrication des briques de silice », par M. Philippon ; « Perturbations de la déclinaison magnétique à Lyon (Saint-Genis-Laval) pendant le deuxième trimestre 1917 », par M. Ph. Flajolet.

Digitized by Google

SECTION SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE

Sur les essais de polarité dans les transformateurs *(Suite)* [1]

Extension quantitative de la méthode des deux voltmètres à la fermeture

Lorsqu'on applique une différence de potentiel continue polarisée entre deux bornes primaires d'un transformateur triphasé symétrique, les déviations de voltmètre obtenues entre bornes secondaires sont entre elles en rapports déterminés ; ces rapports et leurs signes varient avec le mode de combinaison des enroulements primaire et secondaire. Des tableaux font ressortir un parallélisme remarquable entre l'essai en continu et l'alimentation normale en triphasé.

Nous examinerons particulièrement le cas très répandu des transformateurs triphasés, puis nous indiquerons comment certains des résultats obtenus peuvent être étendus au cas de transformateurs à nombre de phases plus élevé; nous supposerons toujours que le *transformateur q-phasé considéré est du type à q-noyaux identiques entre eux comme bobinage et comme réluctance et que ces réluctances sont constantes.*

Pour fixer les idées, nous supposerons que les bobinages primaire et secondaire de chaque jambe sont enroulés dans le même sens et que ce sens est celui des aiguilles d'une montre en allant du haut vers le bas.

II. — TRANSFORMATEURS TRIPHASÉS. — Les trois phases de chacun des deux enroulements, primaire et secondaire, peuvent être connectées entre elles en étoile, en triangle ou en zigzag; pour l'étoilé et le zigzag, un neutre peut ou non être sorti.

Pour chacun de ces différents modes d'interconnexion des phases, nous établirons d'abord le lemme suivant :

Alimentation en courant continu du premier enroulement. — *Lemme : (α). — Si l'on applique une différence de potentiel continue entre deux quelconques des bornes triphasées de l'un des deux enroulements d'un transformateur triphasé, les valeurs des forces magnétomotrices par jambe sont entre elles, à chaque instant du régime variable, en rapports constants qui sont les mêmes que ceux correspondant au régime permanent ; et les valeurs des flux par jambe sont, à chaque instant, proportionnelles à celles des forces magnétomotrices correspondantes.*

α_a). — *Couplage étoile de l'enroulement alimenté.* — Soient (fig. 1_1, tableau I) : A, B, C les trois bornes principales de l'enroulement, N la borne neutre.

Nous relions le pôle positif de la source continue à l'une quelconque des bornes triphasées, A par exemple, et le pôle négatif à une autre borne B.

Le courant allant de A vers B à travers l'enroulement le flux qui s'établit descend dans la jambe A et monte dans la jambe B, suivant les flèches verticales; les deux phases A et B étant *en série, identiques* et *seules traversées par le courant, les courants en* A *et* B *sont à chaque instant égaux entre eux, et ceux en* C *et* N *sont constamment nuls.*

Les forces magnétomotrices de A et B sont donc à chaque instant égales entre elles et celle de C nulle. D'après les lois des circuits magnétiques en parallèle [1], les flux des jambes A et B sont à chaque instant égaux entre eux et celui de la jambe C nul. Le lemme (α) se trouve ainsi établi pour le cas de l'étoile [2].

Les deux culasses du transformateur sont équipotentielles magnétiques. Chacune des jambes alimentées A et B se suffit à elle-même, ses ampères-tours équilibrant à chaque instant du régime variable sa chute de potentiel réluctive; elle se comporte donc comme une bobine de self-induction monophasée séparée ayant même enroulement et même réluctance que la jambe.

α_b). — *Couplage triangle de l'enroulement alimenté.* — Soient (fig. 2_1, tableau II) : AA′, BB′, CC′, les trois phases de l'enroulement alimenté; le triangle sera, par exemple, réalisé en réunissant respectivement par des connexions intérieures AB′, BC′ et CA′; nous dénommerons *triangle à droite* ce mode de réalisation caractérisé par la liaison de la borne supérieure extrême de gauche A à la borne inférieure voisine à droite B′.

Le courant va de A vers B en suivant deux chemins, savoir AB′B et AA′CC′B. Le second chemin étant deux fois plus résistant que le premier, le courant qui remonte de B′ vers B sera, en régime établi, deux fois plus grand que le courant descendant de A vers A′, puis de C vers C′. On pressent immédiatement qu'il en sera de même pour les flux correspondants par jambe.

[1] Voir *Revue générale d'Electricité*, 20 janvier 1917, t. I, p. 84.

[1] *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, novembre 1915, p. 323.

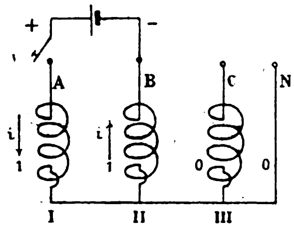
[2] Si on alimentait entre une borne triphasée et le neutre, il n'y aurait plus proportionnalité entre flux et force magnétomotrice par jambe; cependant les flux par jambe seraient toujours entre eux en rapport constant à tout instant.

Digitized by Google

Tableau I. — Premier enroulement en étoile.

Fig. 1_1. — Premier enroulement : *Étoile.*

Essai en continu.



« A +,B —

donne :

Alimentation triphasée.

Fig. $1_1'$. — Forces électromotrices induites par unité de nombre de spires de chaque jambe comptées positivement de haut en bas.

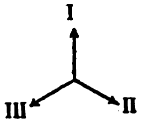
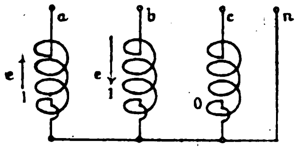


Fig. $1'_1$. — Second enroulement : *Étoile.*



(a +,b —) = + 2

(b +,c —) = — 1

(c +,a —) = — 1

(a +,n —) = + 1

(b +,n —) = — 1

(c +,n —) = o

$$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +1 = +2\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2} = -1\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2} = -1\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{(an)_{AB}}{AB} = +1\times\frac{1}{2}$$

$$\frac{(bn)_{AB}}{AB} = -1\times\frac{1}{2}$$

$$\frac{(cn)_{AB}}{AB} = o$$

Fig. $1'_1'$. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.

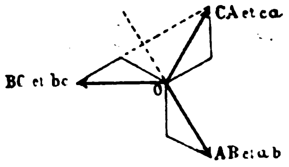
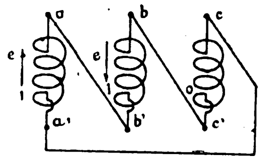


Fig. $1'_2$. — Second enroulement : *Triangle à droite.*



(a +,b —) + 1

(b +,c —) = o

(c +,a —) = — 1

$$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2} = +1\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = o = o\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2} = -1\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

Fig. $1'_2'$. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.

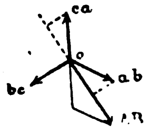
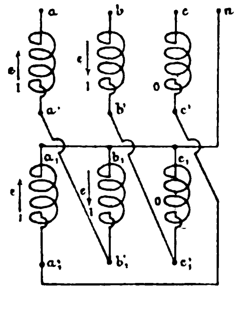


Fig. $1'_3$. — Second enroulement : *Zig-Zag à droite.*



(a +,b —) = + 3

(b +,c —) = o

(c +,a —) = — 3

(a +,n —) = + 2

(b +,n —) = — 1

(c +,n —) = — 1 »

$$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2} = +3\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = o = o\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = -\frac{3}{2} = -3\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{(an)_{AB}}{AB} = +2\times\frac{1}{2}$$

$$\frac{(bn)_{AB}}{AB} = -1\times\frac{1}{2}$$

$$\frac{(cn)_{AB}}{AB} = -1\times\frac{1}{2}$$

Fig. $1'_3'$. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.

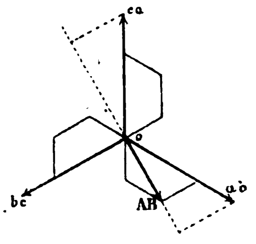
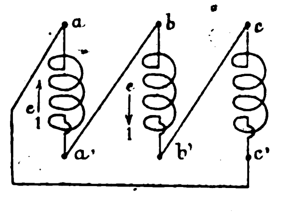


Fig. $1'_4$. — Second enroulement : *Triangle à gauche.*



« A +,B donne

(a +,b —) = + 1

(b +,c —) = — 1

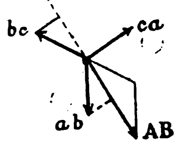
(c +,a —) = o

$$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2} = +1\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2} = -1\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = o = o\left(\times\frac{1}{2}\right)$$

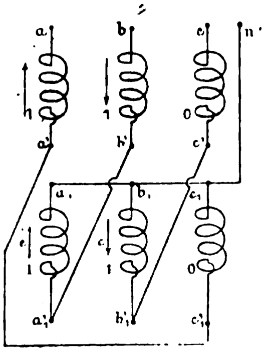
Fig. $1'_4'$. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.



Digitized by Google

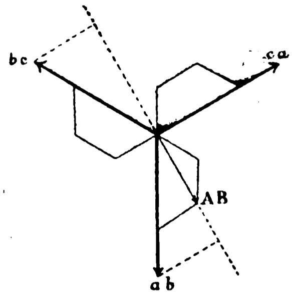
TABLEAU I. — PREMIER ENROULEMENT EN ÉTOILE. (*Suite.*)

Fig. 1'₅. — SECOND ENROULEMENT : *Zig-Zag à gauche.*



$(a+, b-) = +3$	$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2} = +3\left(\times\frac{1}{2}\right)$
$(b+, c-) = -3$	$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -\frac{3}{2} = -3\left(\times\frac{1}{2}\right)$
$(c+, a-) = 0$	$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = 0 = 0\left(\times\frac{1}{2}\right)$
$(a+, n-) = +1$	$\frac{(an)_{AB}}{AB} = +1\times\frac{1}{2}$
$(b+, n-) = -2$	$\frac{(bn)_{AB}}{AB} = -2\times\frac{1}{2}$
$(c+, n-) = +1$	$\frac{(cn)_{AB}}{AB} = +1\times\frac{1}{2}$

Fig. 1'₅'. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.



NOTA. — Dans tous les tableaux les deux enroulements sont de même sens. Une permutation circulaire fournit les résultats des deux autres alimentations : (ab_{AB}) veut dire « Projection de ab sur AB ».

En effet, s'il en est ainsi, les trois flux par jambe ont une somme nulle ; et, en outre, chaque jambe ayant une force magnétomotrice proportionnelle à son flux et de même sens se suffit à elle-même, sa force magnétomotrice équilibrant la chute de potentiel magnétique due à sa réluctance ; il y a bien *compatibilité*, et, par suite, l'état pressenti est *possible*.

On pressent encore qu'il en sera de même à chaque instant du régime variable, c'est-à-dire que les courants et les flux par jambe, comptés positivement quand ils sont dirigés vers le bas, sont entre eux comme les grandeurs

$$+\frac{1}{2} \text{ pour les jambes A et C,}$$

$$-1, \text{ pour la jambe B.}$$

En effet, s'il en est ainsi, les trois flux par jambe ont, à tout instant, une somme nulle, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de flux extérieur. D'autre part, chaque jambe se suffit à elle-même, sa chute réluctive étant exactement compensée par sa force magnétomotrice ; tout se passe donc comme si chaque jambe était remplacée par un bobinage et une carcasse monophasés distincts ayant même nombre de spires et même réluctance, et, par suite, même résistance et même coefficient de self-induction que la jambe. Il en résulte que le circuit électrique AA' CC' B présente à chaque instant deux fois plus de résistance et deux fois plus de self-induction que le circuit AB' B avec lequel il est en parallèle ; il a donc même constante de temps que ce circuit et, par suite, le courant qui le traverse est à chaque instant la moitié du courant traversant le circuit AB' B. Il y a donc bien encore *compatibilité* entière et l'état pressenti est *possible*.

Nous pouvons d'ailleurs démontrer de façon plus explicite que cet état existe et que lui seul peut exister :

En effet, supposons (fig. 1) qu'il n'en soit pas ainsi et que les trois forces magnétomotrices $\mathcal{F}_1$, $\mathcal{F}_2$, $\mathcal{F}_1$ (fig. 4) [1] par jambe *A*, *B*, *C*, soient quelconques ; il en résulte immédiatement, d'après les lois des circuits en parallèle, que les deux nœuds O' et O constitués par les culasses ne seront pas magnétiquement équipotentiels en général ;

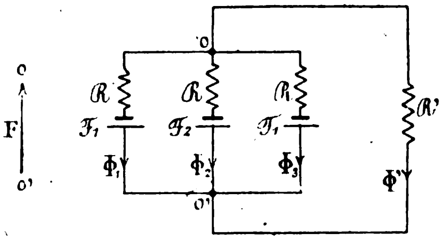


Fig. 1.

il y aura entre O' et O une différence de potentiel magnétique F [2], et un flux Φ' traversera la perméance $\frac{1}{\mathcal{R}'}$ offerte par l'espace situé extérieurement aux jambes entre ces deux nœuds.

Les conventions de signes étant toutes inverses de celles adoptées dans une étude précédente [3], ce qui laisse toutes les formules inchangées, si Φ_1, Φ_2, Φ_3, désignent respectivement les flux des jambes A, B, C ;

i_1, i_2, i_3, les courants correspondants ;

$\mathcal{R}$, la réluctance par jambe ;

[1] Les forces magnétomotrices $\mathcal{F}_1$ des deux jambes A et C sont évidemment égales entre elles par raison de non privilège, puisque les enroulements de ces deux jambes sont montés en série avec même sens vertical de parcours ; il en résulte que les flux Φ_1 et Φ_3 sont égaux.

[2] La différence de potentiel F est positive quand elle tend à produire, en agissant seule, un flux négatif dans l'un quelconque des éléments en parallèle.

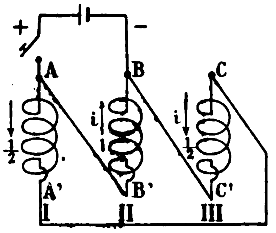
[3] *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*, novembre 1915 et *Lumière électrique*.

Digitized by Google

TABLEAU II. — PREMIER ENROULEMENT EN TRIANGLE A DROITE.

Fig. 2₁. — PREMIER ENROULEMENT : *Triangle à droite*.

Essai en continu.



« A +, B — donne :

Alimentation triphasée.

Fig. 2₁'. — Forces électromotrices induites par unité de nombre de spires de chaque jambe comptées positivement de haut en bas.

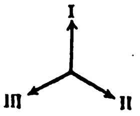
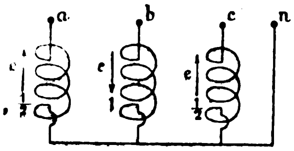


Fig. 2'₁. — SECOND ENROULEMENT : *Étoile*.



$(a +, b -) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2}$
$(b +, c -) = -\frac{3}{2}$	$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -\frac{3}{2}$
$(c +, a -) = 0$	$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = 0$
$(a +, n -) = +\frac{1}{2}$	$\frac{(an)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2}$
$(b +, n -) = -1$	$\frac{(bn)_{AB}}{AB} = -1$
$(c +, n -) = +\frac{1}{2}$	$\frac{(cn)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2}$

Fig. 2'₁'. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.

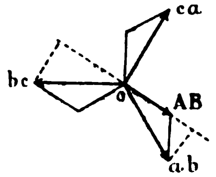
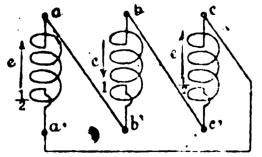


Fig. 2'₂. — SECOND ENROULEMENT : *Triangle à droite*.



$(a +, b -) + 1$	$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +1$
$(b +, c -) = -\frac{1}{2}$	$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2}$
$(c +, a -) = -\frac{1}{2}$	$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2}$

Fig. 2'₂'. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.

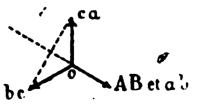
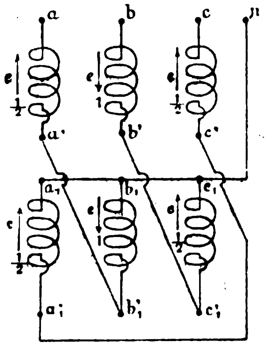


Fig. 2'₃. — SECOND ENROULEMENT : *Zig-Zag à droite*.



$(a +, b -) = +3$	$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +3$
$(b +, c -) = -\frac{3}{2}$	$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -\frac{3}{2}$
$(c +, a -) = -\frac{3}{2}$	$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = -\frac{3}{2}$
$(a +, n) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(an)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2}$
$(b +, n) = -\frac{3}{2}$	$\frac{(bn)_{AB}}{AB} = -\frac{3}{2}$
$(c +, n) = 0$ »	$\frac{(cn)_{AB}}{AB} = 0$

Fig. 2'₃'. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.

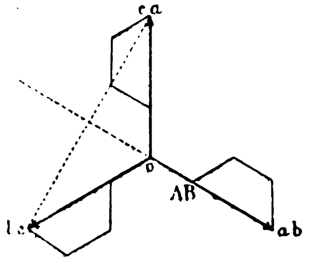
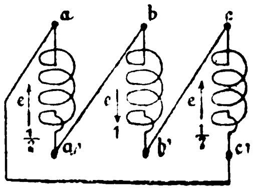


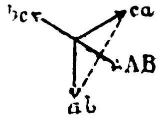
Fig. 2'₄. — SECOND ENROULEMENT : *Triangle à gauche*.



« A +, B donne :

$(a +, b -) = +\frac{1}{2}$	$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2}$
$(b +, c -) = -1$	$\frac{(bc)'_{AB}}{AB} = -1$
$(c +, a -) = +\frac{1}{2}$	$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2}$

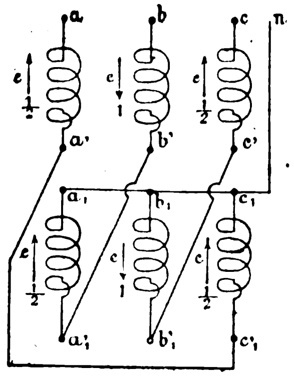
Fig. 2'₄'. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.



Digitized by Google

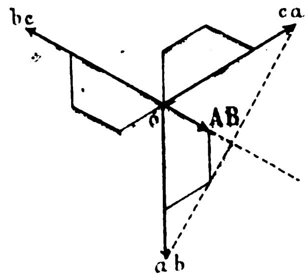
TABLEAU II. — PREMIER ENROULEMENT EN TRIANGLE A DROITE. (*Suite.*)

Fig. 2'5. — SECOND ENROULEMENT : *Zig-Zag à gauche.*



$(a+, b-) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2}$
$(b+, c-) = -3$	$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -3$
$(c+, a-) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2}$
$(a+, n-) = 0$	$\frac{(an)_{AB}}{AB} = 0$
$(b+, n-) = -\frac{3}{2}$	$\frac{(bn)_{AB}}{AB} = -\frac{3}{2}$
$(c+, n-) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(cn)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2}$

Fig. 2'5'. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.



on a immédiatement

$$i_1 = i_3, \qquad (1)$$

$$F = \mathcal{F}_1 - \mathcal{R}.\Phi_1 = \mathcal{F}_2 - \mathcal{R}.\Phi_2 = \mathcal{F}_1 - \mathcal{R}.\Phi_3 = -\mathcal{R}'.\Phi'; \qquad (2)$$

$$\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 + \Phi' = 0; \qquad (3)$$

d'où l'on tire

$$\Phi_1 = \Phi_3 = -\frac{\Phi_2}{2} - \frac{\Phi'}{2}. \qquad (4)$$

D'autre part, si

u, est la différence de potentiel continue d'alimentation;

r et N, la résistance et le nombre de spires par phase, nous avons, en négligeant les fuites magnétiques de chaque jambe,

$$\frac{u}{2} = + r\,i_1 + N.\frac{d\Phi_1}{dt}, \qquad (5)$$

pour la jambe A ou la jambe C, et

$$u = -r\,i_2 - N.\frac{d\Phi_2}{dt}, \qquad (6)$$

pour la jambe B.

Soit $\frac{j}{2}$ la valeur complémentaire à ajouter à la valeur $-\frac{i_2}{2}$ pressentie pour i_1

$$i_1 = -\frac{i_2}{2} - \frac{j}{2}. \qquad (7)$$

La différence de potentiel magnétique entre culasses est

$$F = \frac{\Sigma \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{R}}}{\Sigma \frac{1}{\mathcal{R}}} = \frac{2\mathcal{F}_1 + \mathcal{F}_2}{3 + \frac{\mathcal{R}'}{\mathcal{R}}}. \qquad (8)$$

Or

$$\mathcal{F}_2 = 4\pi N.i_2,$$

et d'après (7)

$$\mathcal{F}_1 = -4\pi N.\frac{i_2}{2} - 4\pi N\frac{j}{2},$$

ce qui donne en (8)

$$F = \frac{-4\pi N.j}{3 + \frac{\mathcal{R}}{\mathcal{R}'}}; \qquad (9)$$

de (2) et (9) nous tirons

$$\Phi' = -\frac{F}{\mathcal{R}'} = \frac{4\pi N.j}{3\mathcal{R}' + \mathcal{R}}. \qquad (10)$$

En portant cette valeur en (5), il vient

$$\Phi_1 = -\frac{\Phi_2}{2} - \frac{4\pi N}{3\mathcal{R}' + \mathcal{R}}.\frac{j}{2}. \qquad (11)$$

Remplaçons en (5) i_1 et Φ_1 par leurs valeurs (7) et (11); nous obtenons

$$\frac{u}{2} = -r.\frac{i_2}{2} - N.\frac{d\left(\frac{\Phi_2}{2}\right)}{dt} - r.\frac{j}{2} - \frac{4\pi N^2}{3\mathcal{R}' + \mathcal{R}}.\frac{d\left(\frac{j}{2}\right)}{dt}. \qquad (12)$$

Des équations (6) et (12) nous déduisons par soustractions la loi d'établissement du courant complémentaire j

$$r.j + \frac{4\pi N^2}{3\mathcal{R}' + \mathcal{R}}.\frac{dj}{dt} = 0, \qquad (13)$$

ou

$$j = -\frac{4\pi N^2}{r.(3\mathcal{R}' + \mathcal{R})}.\frac{dj}{dt}. \qquad (14)$$

Or, ce courant j est nul au temps $t = 0$, début de la

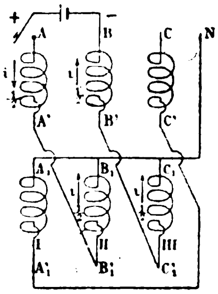
UNIVERSITY

Digitized by Google

TABLEAU III. — PREMIER ENROULEMENT EN ZIG-ZAG A DROITE.

Fig. 3₁. — PREMIER ENROULEMENT : *Zig-Zag à droite.*

Essai en continu.



« A +, B —

donne :

Alimentation triphasée.

Fig. (3₁)'. — Forces électromotrices induites par unité de nombre de spires de chaque jambe comptées positivement de haut en bas.

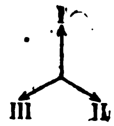
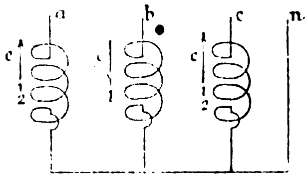


Fig. 3'₁. — SECOND ENROULEMENT : *Étoile.*



$(a+, b-) = +\frac{3}{2}$ | $\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2} = +\frac{3}{2}\left(\times\frac{1}{3}\right)$

$(b+, c-) = -\frac{3}{2}$ | $\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2} = -\frac{3}{2}\left(\times\frac{1}{3}\right)$

$(c+, a-) = 0$ | $\frac{(ca)_{AB}}{AB} = 0 = 0\left(\times\frac{1}{3}\right)$

$(a+, n-) = +\frac{1}{2}$ | $\frac{(an)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2}\times\frac{1}{3}$

$(b+, n-) = -1$ | $\frac{(bn)_{AB}}{AB} = -1\times\frac{1}{3}$

$(c+, n-) = +\frac{1}{2}$ | $\frac{(cn)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2}\times\frac{1}{3}$

Fig. (3'₁)'. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.

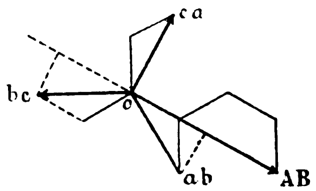
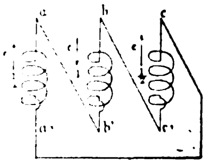


Fig. 3'₂ — SECOND ENROULEMENT : *Triangle à droite.*



$(a+, b-) = +1$ | $\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{3} = +1\left(\times\frac{1}{3}\right)$

$(b+, c-) = -\frac{1}{2}$ | $\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{6} = -\frac{1}{2}\left(\times\frac{1}{3}\right)$

$(c+, a-) = -\frac{1}{2}$ | $\frac{(ca)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{6} = -\frac{1}{2}\left(\times\frac{1}{3}\right)$

Fig. 3'₂. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement

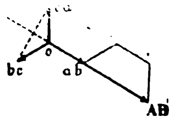
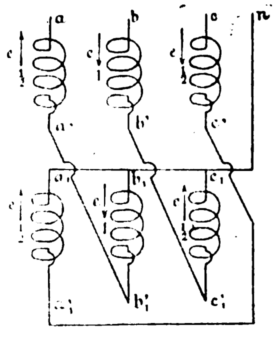


Fig. 3'₃. — SECOND ENROULEMENT : *Zig-Zag à droite.*



$(a+, b-) = +3$ | $\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +1 = +3\left(\times\frac{1}{3}\right)$

$(b+, c-) = -\frac{3}{2}$ | $\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2} = -\frac{3}{2}\left(\times\frac{1}{3}\right)$

$(c+, a-) = -\frac{3}{2}$ | $\frac{(ca)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2} = -\frac{3}{2}\left(\times\frac{1}{3}\right)$

$(a+, n-) = +\frac{3}{2}$ | $\frac{(an)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2}\times\frac{1}{3}$

$(b+, n-) = -\frac{3}{2}$ | $\frac{(bn)_{AB}}{AB} = -\frac{3}{2}\times\frac{1}{3}$

$(c+, n-) = 0$ » | $\frac{(cn)_{AB}}{AB} = 0$

Fig. 3'₃'. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.

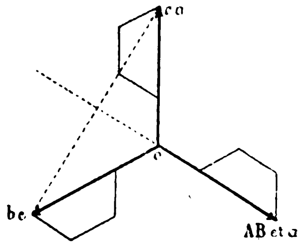
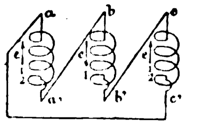


Fig. 3'₄. — SECOND ENROULEMENT : *Triangle à gauche.*

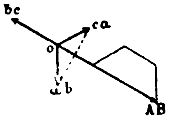


$(a+, b-) = +\frac{1}{2}$ | $\frac{(ab)_{AB}}{AA} = +\frac{1}{2}\times\frac{1}{3}$

$(b+, c-) = -1$ | $\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -1\times\frac{1}{3}$

$(c+, a-) = +\frac{1}{2}$ | $\frac{(ca)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2}\times\frac{1}{3}$

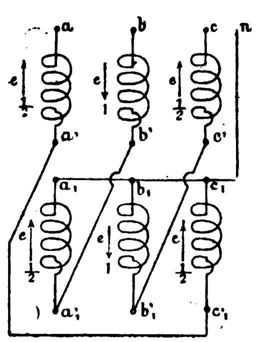
Fig. 3'₄'. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.



Digitized by Google

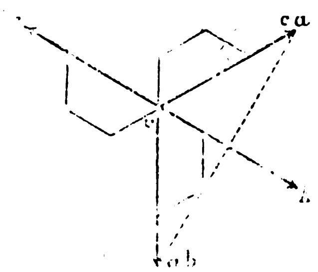
TABLEAU III. — PREMIER ENROULEMENT EN ZIG-ZAG A DROITE. (*Suite.*)

Fig. 3'₅. — SECOND ENROULEMENT : *Zig-Zag à gauche.*



$(a+, b-) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2} = +\frac{3}{2}\left(\times\frac{1}{3}\right)$
$(b+, c-) = -3$	$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -1 = -3\left(\times\frac{1}{3}\right)$
$(c+, a-) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2} = +\frac{3}{2}\left(\times\frac{1}{3}\right)$
$(a+, n-) = 0$	$\frac{(an)_{AB}}{AB} = 0$
$(b+, n-) = -\frac{3}{2}$	$\frac{(bn)_{AB}}{AB} = -\frac{3}{2}\times\frac{1}{3}$
$(c+, n-) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(cn)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2}\times\frac{1}{3}$

Fig. 3'₅'. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.



fermeture du circuit; il résulte de cette condition et de l'équation (14) qu'il ne peut jamais quitter la valeur zéro, puisque à la suite de son premier accroissement à partir de zéro une quantité ne peut avoir que le signe de cet accroissement, contrairement à (14).

Le courant complémentaire j, et par suite aussi le flux extérieur Φ', sont donc constamment nuls, et l'état variable pressenti est bien celui réel.

La proposition (α) se trouve ainsi démontrée pour le triangle à droite; elle le serait de même pour le *triangle à gauche*, obtenu en connectant respectivement AC', BA' et CB'.

α_c) *Couplage zigzag de l'enroulement alimenté.* — Le couplage zigzag ne s'applique qu'aux transformateurs triphasés. Il est surtout employé pour le secondaire d'un transformateur alimentant une commutatrice triphasée lorsque le réseau continu est à trois fils.

L'enroulement soumis à ce couplage comporte par jambe deux parties *identiques* et distinctes, telles que AA' et $A_1 A'_1$ (fig. 3_1, tableau III); le *zigzag à droite*, que nous considérerons uniquement ici, est réalisé en établissant les connexions $A'B'_1$, $B'C'_1$ $C'A'_1$, et enfin le neutre $A_1B_1C_1$.

Lors de l'alimentation en continu, A étant relié au pôle positif de la source et B au pôle négatif, le courant suit le trajet $AA'B'_1B_1C_1C'_1B'B$; on voit ainsi que la force magnétomotrice de la jambe B est, à chaque instant, double de celle dans chacune des jambes A et C et de signe contraire. Il en résulte que la différence de potentiel magnétique entre culasses,

$$F = \frac{\Sigma \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{R}}}{\Sigma \frac{1}{\mathcal{R}}} = 0,$$

est nulle. Par suite, dans chaque jambe, la chute réluctive due au flux qui la traverse est équilibrée par les ampères-tours de cette jambe; il en résulte que le flux de la jambe B est double de chacun des flux des jambes A et C et de signe contraire, et ceci à chaque instant du régime variable.

Le lemme α est ainsi démontré pour le zigzag, comme pour l'étoile et le triangle [1].

Forces électromotrices induites dans le second enroulement. — Le lemme établi, appliquons maintenant à notre transformateur son second enroulement que nous supposerons successivement en étoile, en triangle et en zigzag.

Les flux par jambe étant entre eux en rapports constants à chaque instant du régime variable (d'après le lemme), il en sera de même pour leurs variations et par suite pour les forces électromotrices induites par jambe dans un nombre donné de spires du second enroulement.

Les courants d'alimentation et les flux étant *constamment croissants* après la fermeture, chacune des forces électromotrices partielles du second enroulement est *toujours d'un même sens* contraire à celui du courant ou des ampères-tours correspondants du premier enroulement, d'après la loi de Lenz.

Les grandeurs relatives et les signes des forces électromotrices induites entre bornes du second enroulement peuvent maintenant être déterminées. Ces forces électromotrices sont entre elles en rapports constants, puisqu'elles sont la somme de forces électromotrices partielles qui sont en rapports constants; elles le sont en particulier au moment où elles atteignent toutes en même temps leurs valeurs maxima.

Or, nous pouvons mesurer en grandeur relative et en signe ces valeurs maxima des forces électromotrices, au moyen d'un voltmètre polarisé à aimant de grande résistance; toutefois, si nous mesurons la différence de potentiel maximum entre deux bornes a et b du second enroulement au moyen d'un tel voltmètre dont la borne positive est reliée à a, il y a lieu de remarquer que le signe de la déviation observée est contraire à celui de la force électromotrice, prédéterminée en faisant la somme des forces électromotrices induites dans le second enroulement et rencontrées en suivant l'enroulement de a vers b.

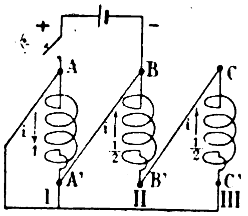
[1] Si l'on alimentait entre une borne triphasée et le neutre, il y aurait encore proportionnalité à chaque instant entre flux et force magnétomotrice par jambe, contrairement à ce qui a lieu pour l'étoile.

Digitized by Google

TABLEAU IV. — PREMIER ENROULEMENT : TRIANGLE A GAUCHE OU ZIG-ZAG A GAUCHE.

Fig. 4₁. — PREMIER ENROULEMENT : *Triangle à gauche.*

Essai en continu.



« A +,B —

donne :

Alimentation triphasée.

Fig. 4'₁. — Forces électromotrices induites par unité de nombre de spires de chaque jambe comptées positivement de haut en bas.

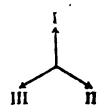
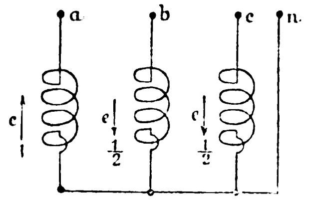


Fig. 4'₁. — SECOND ENROULEMENT : *Étoile.*



$(a +,b -) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2}$
$(b +,c -) = 0$	$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = 0$
$(c +,a -) = -\frac{3}{2}$	$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = -\frac{3}{2}$
$(a +,n) = +1$	$\frac{(an)_{AB}}{AB} = +1$
$(b +,n -) = -\frac{1}{2}$	$\frac{(bn)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2}$
$(c +,n -) = -\frac{1}{2}$	$\frac{(cn)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2}$

Fig. 4'₁. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.

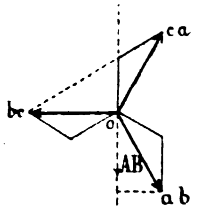
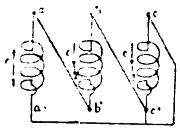


Fig. 4'₂. — SECOND ENROULEMENT : *Triangle à droite.*



$(a +,b -) = +\frac{1}{2}$	$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2}$
$(b +,c -) = +\frac{1}{2}$	$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = +\frac{1}{2}$
$(c +,a -) = -1$	$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = -1$

Fig. 4'₂. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.

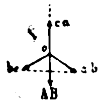
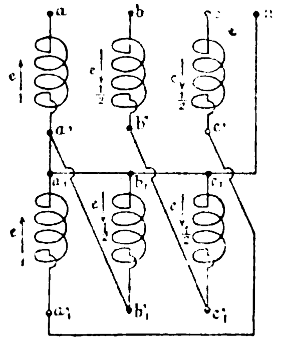


Fig. 4'₃. — SECOND ENROULEMENT : *Zig-Zag à droite.*



$(a +,b -) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2}$
$(b +,c -) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2}$
$(c +,a -) = -3$	$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = -3$
$(a +,n -) = +\frac{3}{2}$	$\frac{(an)_{AB}}{AB} = +\frac{3}{2}$
$(b +,n -) = 0$	$\frac{(bn)_{AB}}{AB} = 0$
$(c +,n -) = -\frac{3}{2}$	$\frac{(cn)_{AB}}{AB} = -\frac{3}{2}$

Fig. 4'₃. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.

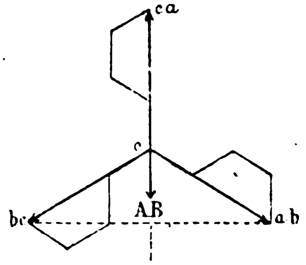
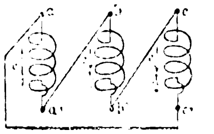
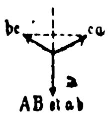


Fig. 4'₄. — SECOND ENROULEMENT : *Triangle à gauche ou zig-zag à gauche.*



$(a +,b -) = +1$	$\frac{(ab)_{AB}}{AB} = +1$
$(b +,c -) = -\frac{1}{2}$	$\frac{(bc)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2}$
$(c +,a -) = -\frac{1}{2}$	$\frac{(ca)_{AB}}{AB} = -\frac{1}{2}$

Fig. 4'₄. — Différences de potentiel alternatives mesurées extérieurement.



Nous sommes ainsi conduits à la règle suivante :

Lorsque les enroulements d'un transformateur triphasé sont bobinés dans le même sens, si l'on applique une différence de potentiel continue entre deux des bornes de l'un des enroulements :

1° La simple application de la loi d'Ohm donne les valeurs relatives à tout instant et les signes des courants d'alimentation et des ampères-tours par jambe ;

2° Pour prédéterminer la valeur relative et le signe de la déviation maximum indiquée par un voltmètre polarisé dont les bornes positive et négative sont reliées respectivement à deux bornes a *et* b *du second enroulement, il suffit de parcourir la portion du second enroulement comprise entre* a *et* b, *en allant de* a *vers* b, *et de faire la somme, non changée de signes, des produits obtenus, pour chaque tronçon rencontré, en multipliant les ampères-tours d'alimentation de la jambe correspondante par le nombre de spires* [1] *du tronçon considéré.*

Remarques. — I. — Il sera facile de vérifier dans tous les cas que cette différence de potentiel prédéterminée est la même, quel que soit le chemin suivi dans le second enroulement pour aller d'une borne à l'autre ; cette remarque s'applique au couplage triangle du second enroulement.

II. — On peut se dispenser d'établir la seconde partie de la règle précédente ; se contentant de la première partie, rappel du lemme des rapports constants des ampères-tours d'alimentation, on évaluera, dans chaque cas examiné, les grandeurs et les signes de ces ampères-tours par jambe, quels que soient même les sens d'enroulement ; des nombres et des flèches les fixeront sur le schéma.

La loi de Lenz donne aussitôt les sens des forces électromotrices induites dans chaque tronçon du second enroulement ; les valeurs absolues de ces forces électromotrices par spire ou par unité de nombres de spires sont toujours données par les ampères-tours par jambe correspondants. On fera ensuite la somme des forces électromotrices en suivant l'enroulement de la borne négative du voltmètre à sa borne positive.

Tableaux. — Les tableaux I, II, III, IV, dont les secondes colonnes sont ainsi prédéterminées, se rapportent respectivement aux couplages étoile, triangle à droite, zigzag à droite, et triangle à gauche ou zigzag à gauche du premier enroulement.

Dans chacun de ces tableaux la première figure, telle que (1_1), montre clairement le mode d'alimentation en continu, avec pôle positif de la source reliée à la borne A et pôle négatif à la borne B, ce que nous exprimons par A +, B —. Les nombres et les flèches y indiquent la valeur relative et le sens des ampères-tours par jambe (ou par tronçon pour le zigzag).

Les autres figures de chaque première colonne verticale se rapportent aux différents couplages possibles du second enroulement ; les nombres et les flèches indiquent ici les valeurs relatives et les sens des forces électromotrices induites dans chaque portion du second enroulement ; si l'on ajoute les chiffres, avec leurs signes entre deux bornes, en suivant l'enroulement à partir de la borne reliée à la borne négative du voltmètre, on obtient aussitôt la valeur relative et le signe de la déviation maximum du voltmètre, indications condensées dans la seconde colonne de chaque tableau.

Nous avons toujours indiqué les valeurs relatives des déviations maxima telles que nous les obtenons de façon immédiate. Si ces valeurs possèdent un diviseur commun, il est facile de leur donner une forme plus simple.

Lorsque nous effectuerons un essai de polarité quantitatif sur un transformateur inconnu, nous en exprimerons les résultats par des indications identiques à celles données par la deuxième colonne de chaque tableau ; par exemple, dans le cas d'un transformateur étoile-étoile, nous écrirons :

« Essai quantitatif de polarité par la méthode des deux voltmètres à la fermeture :

$$\text{« Alimentation A}+,\text{B}-\left\{\begin{array}{l}\text{a}+,\text{b}-,\text{ donne }+2\,;\\ \text{b}+,\text{c}-,\text{ donne }-1\,;\\ \text{c}+,\text{a}-,\text{ donne }-1.\end{array}\right\}\text{ ».}\qquad(15)$$

Une permutation circulaire donnerait aisément les résultats des deux autres alimentations (B +, C —), et (C +, A —).

En prenant les déviations maxima du volmètre polarisé entre le neutre n du second enroulement et ses trois bornes a, b, c, on obtient

$$\text{« Alimentation A}+,\text{B}-\left\{\begin{array}{l}\text{a}+,\text{n}-,\text{ donne }+1\,;\\ \text{b}+,\text{n}-,\text{ donne }-1\,;\\ \text{c}+,\text{n}-,\text{ donne }\;\;0.\end{array}\right\}\text{ ».}\qquad(16)$$

La troisième colonne de chaque tableau se rapporte à l'alimentation en triphasé :

Remarque. — Il existe un parallélisme remarquable, que nous retrouverons toujours, entre notre alimentation du transformateur en continu et son alimentation normale en triphasé.

Pour fixer les idées, considérons le cas étoile-étoile.

Soit le premier enroulement alimenté en triphasé ; les vecteurs I, II, III (fig. 1_1)', issus de O, représentent les forces électromotrices induites dans l'unité de nombre de spires de chaque jambe par le flux alternatif du noyau correspondant ; elles sont égales, au rapport de transformation près, pour les enroulements primaire et secondaire de chaque jambe. Pour fixer un sens de comparaison, nous les comptons positivement lorsque nous parcourons un bobinage de haut en bas.

La différence de potentiel indiquée par un instrument entre A et B s'obtient en composant les forces électromotrices + II et — I (ou — I et + II) rencontrées en suivant le premier enroulement de B vers A ; elle est donc représentée par le vecteur AB (fig. 1_1)' qui représente évidemment en même temps la différence de potentiel entre les bornes a et b du second enroulement. On obtient de même les vecteurs b c et c a. Les vecteurs a b et AB sont en phase ; les vecteurs b c et c a, égaux en

[1] Ou le nombre d'unités communes de nombre des spires.

Digitized by Google

grandeur à a b, sont triphasés par rapport à lui ; si donc on projette les vecteurs a b, b c et c a sur le vecteur A B, les projections obtenues sont respectivement

$$\left.\begin{aligned} &+1, \text{ pour a b},\\ &-\frac{1}{2}, \text{ pour b c},\\ &-\frac{1}{2}, \text{ pour c a}.\end{aligned}\right\} \qquad (15')$$

valeurs identiques en grandeur et en signe, à un coefficient 2 près, à celles respectivement correspondantes obtenues en (15) pour l'essai en continu.

La généralisation de ce résultat se présente aussitôt :

Parallélisme entre les alimentations en continu et en triphasé. — La comparaison des seconde et troisième colonnes de chaque tableau fait ressortir la règle suivante :

Règle. — Si l'on considère un transformateur triphasé alimenté en triphasé et que l'on projette les vecteurs représentatifs des tensions entre bornes secondaires quelconques sur le vecteur représentant la tension appliquée entre deux quelconques des bornes triphasées primaires A *et* B, *les rapports des projections à la tension primaire sont entre eux, en grandeur et signe, comme les déviations maxima respectivement correspondantes obtenues dans la méthode quantitative des deux voltmètres à la fermeture lorsqu'on applique la source continue entre les deux bornes primaires* A *et* B *considérées, avec positif en* A.

Cette règle est générale et indépendante de l'ordre des vecteurs I, II, III ; par exemple, elle subsiste en permutant entre eux les vecteurs II et III dans les premières figures de chaque troisième colonne des tableaux.

(*A suivre.*) Paul GIRAULT.

Théorème de la conservation de la puissance réactive

Trois notes ont déjà été publiées sur ce sujet dans ces colonnes. Dans la première, (30 juin, t. I, p. 1 015), était indiquée une démonstration de ce théorème d'après M. Langevin; dans la seconde (8 septembre, t. II, p. 666), M. G. Szarvady donnait une autre démonstration basée sur la considération des valeurs instantanées des potentiels et des courants aux sommets du réseau; dans la troisième (20 octobre, t. II, p. 601), M. H. Barthélemy se servait des imaginaires. La note ci-dessous nous montre que le théorème de la conservation de la puissance réactive s'interprète aisément par la considération des projections des vecteurs.

Dans toute démonstration destinée à établir la conservation de la puissance réactive dans un réseau, quelque ingénieux et suggestif que soit le mode d'exposition, la substance nécessaire du raisonnement n'équivaut-elle pas, explicitement ou par voie détournée, à appliquer simplement le théorème des projections ? Aussi, puisqu'il ne s'agit en définitive que de la puissance moyenne, pourquoi ne pas se borner à appliquer directement le théorème du polygone des vecteurs, de sorte que l'interprétation géométrique des deux égalités auxquelles il conduit, devienne aussitôt l'expression même de la conservation de la puissance, aussi bien fictive que réelle ?

Comme l'a déjà fait remarquer M. Barthélemy, la proposition s'étend à un réseau quelconque dès qu'elle est démontrée dans le cas de deux portions de circuit : 1° en série ; 2° en parallèle.

I. — CAS DE DEUX CIRCUITS EN SÉRIE. — *Puissance réelle.* — On projette le contour des vecteurs des différences de potentiel sur la direction du vecteur du courant fig. 1.

$$OP = Oa + aP,$$

ou

$$U \cos \varphi = U_1 \cos \varphi_1 + U_2 \cos \varphi_2,$$

d'où

$$OP \times I = Oa \times I + aP \times I$$

c'est-à-dire

$$UI \cos \varphi = U_1 I \cos \varphi_1 + U_2 I \cos \varphi_2.$$

De sorte que la relation entre les aires des rectangles de hauteur I construits respectivement sur les trois

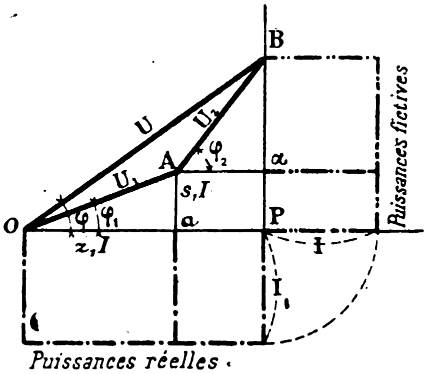


Fig. 1.

projections n'est autre que la représentation de la conservation de la puissance réelle.

Puissance réactive. — On projette le même contour sur une direction perpendiculaire. D'où les égalités

Digitized by Google

correspondantes qui expriment la conservation de la puissance fictive

$$PB \times I = P\alpha \times I + \alpha B \times I,$$

c'est-à-dire

$$UI \sin\varphi = U_1 I \sin\varphi_1 + U_2 I \sin\varphi_2.$$

D'ailleurs, quand la puissance fictive devient négative, ce qui a lieu en même temps que l'angle φ correspondant, c'est-à-dire dans le cas d'une avance du courant sur la différence de potentiel, la projection correspondante change également de signe, de sorte que l'interprétation subsiste.

Soit, par exemple, le cas de φ_2 négatif. Si on met en

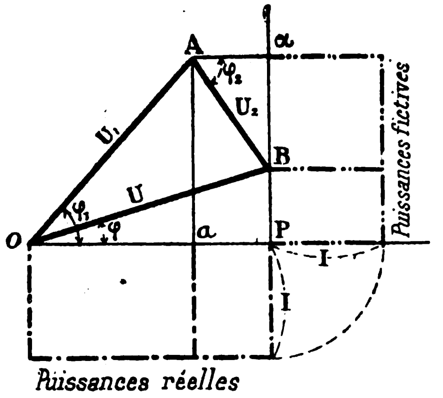


Fig. 2.

évidence les valeurs absolues des puissances et des aires, la relation des aires traduit encore visiblement la conservation de la puissance fictive (fig. 2).

$$PB \times I = P\alpha \times I - \alpha B \times I,$$

équivalente à

$$UI \sin\varphi = U_1 I \sin\varphi_1 - U_2 I \sin\varphi_2.$$

II. — Cas de deux circuits en parallèle. — Les deux circuits, alimentés par une même différence de

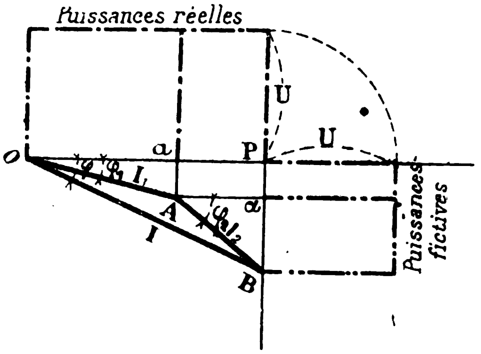


Fig. 3.

potentiel totale U, absorbent des intensités I_1 et I_2, le courant qui les alimente étant I.

En projetant sur la direction du vecteur U et sur la direction perpendiculaire, on a de même (fig. 3)

Puissance réelle :

$$OP \times U = Oa \times U + aP \times U,$$

c'est-à-dire

$$UI \cos\varphi = UI_1 \cos\varphi_1 + UI_2 \cos\varphi_2;$$

Puissance réactive :

$$PB \times U = P\alpha \times U + \alpha B \times U,$$

ou

$$UI \sin\varphi = UI_1 \sin\varphi_1 + UI_2 \sin\varphi_2.$$

Et l'interprétation subsiste encore dans le cas où certains φ sont négatifs, les composantes déwatées correspondantes devenant négatives, et par suite aussi les puissances fictives et les aires correspondantes.

Ce simple mode d'exposition a-t-il une valeur démonstrative moindre ?

E. Haudié,
Professeur à l'École navale.

Revues, analyses et informations

Influence de la variation de l'épaisseur des parois sur le coup de bélier dans un conduite forcée (1).

Nous avons déjà publié dans la « R. G. E. » plusieurs études dues à M. le comte de Sparre; la première, parue en article original dans le numéro du 31 mars 1917, t. I, p. 483, était relative aux conditions à remplir au point de vue des coups de bélier par les régulateurs des moteurs hydrauliques; la seconde, parue en analyse dans le numéro du 30 juin 1917, t. I, p. 1 017, était une note sur les coups de bélier dans une conduite formée de trois sections de diamètres différents pour lesquelles la durée de propagation est la même.

Nous analysons ci-dessous une nouvelle étude de M. le comte de Sparre sur l'influence de la variation de l'épaisseur des parois sur le coup de bélier dans une conduite forcée.

Soient L la longueur de la conduite,
a la vitesse de propagation,
v_0 la vitesse de régime,
g l'accélération de la pesanteur.

Le coup de bélier a pour valeur

$$\frac{av_0}{g}$$

dans une conduite dont les parois ont une épaisseur constante.

(1) M. le comte de Sparre. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 22 octobre 1917, t. CLXV, p. 533-536, 1 300 mots.

Digitized by Google

Considérons maintenant une conduite où l'épaisseur des parois et, par suite, la vitesse de propagation va en diminuant, du distributeur à la prise d'eau. Par suite de la diminution très notable de la vitesse moyenne de propagation, il peut se faire que le coup de bélier maximum soit augmenté contrairement à ce qu'on aurait pu supposer tout d'abord.

Prenons les mêmes notations que dans l'analyse parue dans la « R. G. E. » du 30 juin 1917, t. 1, p. 1 017 et supposons que la conduite est formée de trois sections de longueurs l, l', l'', pour lesquelles la durée de propagation est la même ; il en résulte

$$\frac{2l}{a} = \frac{2l'}{a'} = \frac{2l''}{a''} = \theta.$$

Si la fermeture se produit en un temps inférieur à θ, la formule suivante, établie dans l'article déjà cité, donne le coup de bélier ξ'_n à la fin de la $n^{\text{ième}}$ période :

$$(1)\quad \xi'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\left[1 - \frac{4\alpha}{1+\alpha}\,\frac{\sin\frac{n\lambda}{2}\sin\frac{(n-1)\lambda}{2}}{\sin\lambda\,\sin\frac{\lambda}{2}}\right].$$

dans laquelle on a

$$(2)\quad \cos^2\frac{\lambda}{2} = \frac{1}{(1+\alpha)(1+\beta)},$$

$$\alpha = \frac{a'd^2}{ad'^2},\quad \beta = \frac{a''d'^2}{a'd''^2},$$

a, a', a'' étant les vitesses de propagation, d, d', d'' les diamètres pour la première, la deuxième et la troisième section à partir du distributeur.

On peut écrire l'équation (1)

$$\xi'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\left[1 - \frac{\alpha}{1+\alpha}\,\frac{1}{\sin^2\frac{\lambda}{2}} + \frac{\alpha}{1+\alpha}\,\frac{\cos(2n-1)\frac{\lambda}{2}}{\sin^2\frac{\lambda}{2}\cos^2\frac{\lambda}{2}}\right]$$

Or, on tire de l'équation (2)

$$1 - \frac{\alpha}{1+\alpha}\,\frac{1}{\sin^2\frac{\lambda}{2}} = \frac{\beta}{\alpha+\beta+\alpha\beta}$$

et

$$\frac{\alpha}{1+\alpha}\,\frac{1}{\sin^2\frac{\lambda}{2}\cos^2\frac{\lambda}{2}} = \frac{\alpha(1-\beta)}{\alpha+\beta+\alpha\beta}\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)},$$

en portant ces valeurs dans l'expression de ξ_n, on trouve

$$(3)\quad \xi'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\left[\frac{\beta}{\alpha+\beta+\alpha\beta} + \frac{\alpha(1+\beta)\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)}}{\alpha+\beta+\alpha\beta}\cos(2n-1)\frac{\lambda}{2}\right]$$

Si le diamètre de la conduite est constant, et si la vitesse de propagation varie seule d'une section à la suivante par suite de la variation de l'épaisseur des parois, la variation de la vitesse de propagation étant toujours assez faible, on peut poser

$$\alpha = \frac{a'}{a} = 1 - \varepsilon,\quad \beta = \frac{a''}{a'} = 1 - \eta.$$

ε et η étant assez petits pour qu'on puisse négliger les termes en ε^2 et η^2, on écrira

$$\frac{\beta}{\alpha+\beta+\alpha\beta} = \frac{1}{3}\left(1 + \frac{2\varepsilon-\eta}{3}\right),$$

$$\frac{\alpha(1+\beta)\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)}}{\alpha+\beta+\alpha\beta} = \frac{4}{3}\left(1 - \frac{7\varepsilon+\eta}{12}\right),$$

$$\cos\frac{\lambda}{2} = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{\varepsilon+\eta}{4}\right):$$

et on obtiendra finalement pour ξ'_n la valeur

$$(4)\quad \xi'_n = \frac{av_0}{3g}(-1)^{n-1}\left[1 + \frac{2\varepsilon-\eta}{3} + 4\left(1 - \frac{7\varepsilon+\eta}{12}\right)\cos(2n-1)\frac{\lambda}{2}\right].$$

L'auteur donne un exemple numérique dont les chiffres se rapportent à une conduite existante et qui prouve que, dans le cas d'une fermeture brusque, la diminution de l'épaisseur des parois de la partie supérieure de la conduite peut augmenter le coup de bélier maximum de plus de 50 pour 100.

Dans le cas général, ce coup de bélier maximum sera donné par la formule (4) et aura sensiblement pour valeur

$$\xi_M = \frac{av_0}{g}\left(\frac{5}{3} - \frac{5\varepsilon+2\eta}{9}\right).$$

L'auteur avait montré dans ses précédents articles que, dans une conduite d'épaisseur constante, le coup de bélier maximum, dans le cas d'une fermeture brusque, se transmet intégralement dans toute la conduite. Au contraire, dans une conduite d'épaisseur variable, le coup de bélier maximum s'atténue très sensiblement même dans le cas d'une fermeture brusque, à mesure qu'on s'éloigne du distributeur.

En effet, soient :

H'_n la valeur du coup de bélier à la jonction de la première et de la deuxième section à la fin de la $n^{\text{ième}}$ période, c'est-à-dire au temps $t = n\theta + \frac{\theta}{2}$;

K'_n la valeur du coup de bélier à la jonction de la deuxième et de la troisième section à la fin de la $n^{\text{ième}}$ période, c'est-à-dire au temps $t = n\theta + \theta$;

on a

$$H'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\,\frac{\alpha(1+\beta)}{\sqrt{\alpha+\beta+\alpha\beta}}\sin n\lambda,$$

$$K'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\left[\frac{\alpha\beta}{\alpha+\beta+\alpha\beta} - \frac{\alpha\beta\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)}}{\alpha+\beta+\alpha\beta}\cos(2n+1)\frac{\lambda}{2}\right].$$

Ces formules se transforment si on suppose le diamètre constant et néglige les termes en ε et η, on obtient

$$H'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\,\frac{2}{\sqrt{3}}\left(1 - \frac{4\varepsilon+\eta}{6}\right)\sin n\lambda,$$

$$K'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{3g}\left[1 - \frac{\varepsilon+\eta}{3} - 2\left(1 - 7\frac{\varepsilon+\eta}{12}\right)\cos(2n+1)\frac{\lambda}{2}\right],$$

qui donnent pour H'_M et K'_M les valeurs

$$H'_M = \frac{2}{\sqrt{3}}\,\frac{av_0}{g}\left(1 - \frac{4\varepsilon+\eta}{6}\right),$$

$$K'_M = \frac{av_0}{g}\left(1 - \frac{\varepsilon+\eta}{2}\right),$$

Digitized by Google

Données quantitatives dans l'électrisation par frottement [1].

Historique. — Morris Owen (*Phil. Mag.*, avril 1909, p. 457) a mesuré les charges produites sur différents corps par des quantités connues de travail de frottement. Pour des quantités déterminées de travail, les charges atteignent des maxima déterminés dépendant de la nature et des dimensions de l'échantillon; mais ces mêmes maxima peuvent être atteints avec une dépense moindre de travail à condition d'augmenter la pression entre les surfaces de frottement. Les charges finales maxima sont néanmoins indépendantes de la pression. D'après Owen, la théorie d'Helmholtz, suivant laquelle l'électrisation par frottement est de la nature de l'électrisation par contact, le travail de frottement ayant pour effet d'amener les surfaces en meilleur contact, est confirmée par ses observations, puisque, après plusieurs frottements successifs, la charge maximum peut être produite au moyen d'un travail moindre.

Après plusieurs heures de repos, la matière revient à son état primitif dans lequel il faut une plus grande quantité d'énergie pour obtenir l'électrisation maximum. Ce phénomène serait dû à ce que la surface de la substance reprend élastiquement sa forme irrégulière; il pourrait également provenir d'une altération de la surface par l'atmosphère, d'où résulte un mauvais contact durant les premiers frottements. Aucune preuve, cependant, de la moindre électrisation par simple contact des surfaces.

Morris Jones (*Phil. Mag.*, février 1915, p. 261) a constaté qu'en améliorant le douci des surfaces frottantes on peut diminuer l'intervalle de repos entre les frottements et cependant ramener l'échantillon à son état initial. Il formule également cette remarque intéressante que les isolants transparents se chargent positivement quand on les frotte avec de la flanelle, de la soie ou de la peau de chamois, tandis que ces mêmes substances produisent des charges négatives quand on frotte avec elles des isolants opaques. En frottant des métaux avec de la soie, le signe et la grandeur de la charge n'ont pas une valeur caractéristique de la substance comme pour les isolants. Il se produit souvent un changement de signe, surtout avec le zinc et le fer. Quand les métaux ont été nettoyés avec du papier émeri très fin, tous les échantillons, sauf le thallium, le plomb et le bismuth (qui possèdent les plus forts poids atomiques) donnent une charge négative dès le premier frottement. En continuant le frottement, les métaux se polissent et on trouve alors que les charges négatives de l'aluminium, du fer, du cuivre, du zinc et de l'antimoine diminuent de plus en plus et deviennent positives: les autres métaux, par frottement continu, ne présentent pas cette particularité.

Dispositif expérimental. — L'appareil utilisé pour la production de la charge est identique à celui d'Owen. Une roue en ardoise de 0,61 cm de diamètre et 5,1 cm d'épaisseur sur la jante de laquelle on a fixé les substances frottantes est entraînée au moyen d'un moteur électrique par un système de poulies qui permet de réaliser plusieurs vitesses (fig. 1).

Le corps à électriser est maintenu par un support d'ébonite mobile autour d'un axe horizontal qui peut être déplacé verticalement ou dans un plan horizontal. La pression entre l'échantillon et la substance fixée sur la jante de la roue est réglée au moyen d'un poids mobile.

La charge prise par le métal est ensuite communiquée à l'armature interne d'un condensateur (l'armature externe étant au sol). On mesure le potentiel du condensateur au moyen d'un électromètre.

Les échantillons étudiés ont une forme parallélipipédique (2,5 × 2,5 × 0,9 cm); ils sont doucis avec soin avant chaque série d'observations, au moyen d'une lime très fine. Il est important de disposer toujours le métal dans la

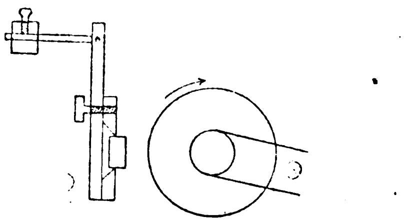


Fig. 1. — Dispositif pour l'électrisation par frottement.

même position par rapport au frotteur. Une vitesse de 70 t:min ayant donné les meilleurs résultats, toutes les recherches ont été effectuées sous cette vitesse. Le travail effectué est proportionnel à la durée du frottement et mesuré par cette durée.

Résultats expérimentaux. — L'auteur a étudié les métaux suivants: Al, Zn, alliage Zn-Al (à 50 pour 100), Pb, Sn, alliage Pb-Sn (à 50 pour 100). Pour déterminer la relation entre l'électrisation et le travail effectué, les frottements ont lieu immédiatement l'un après l'autre, c'est-à-dire, qu'aussitôt effectuée la mesure de la charge produite par le premier frottement, le métal est déchargé de même que le frotteur, et frotté aussitôt à nouveau, cette fois pendant une durée plus grande. Cette série d'opérations: frottement, mesure de la charge, décharge et nouveau frottement pen-

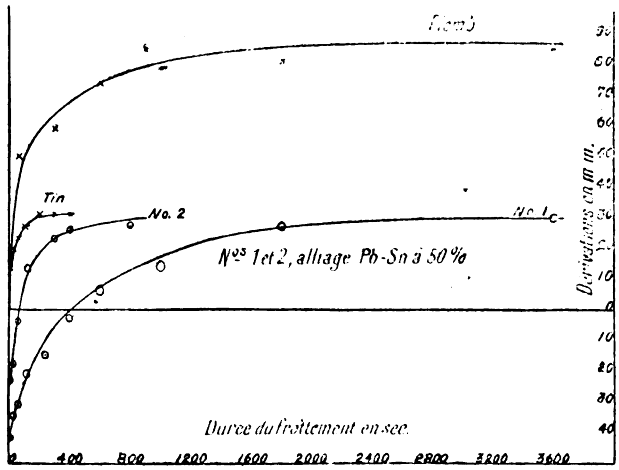


Fig. 2. — Relation entre la charge et la durée du frottement.

dant une durée plus grande, est répétée jusqu'à ce que la charge n'aille plus en croissant. Aussitôt après avoir ainsi déterminé la charge maximum, on effectue sur le même échantillon une nouvelle série d'expériences débutant à nouveau par un frottement de courte durée. La température et l'humidité ont été maintenues sensiblement constantes pendant cette partie des expériences.

Sur la figure 2 représentant la variation de la charge en

[1] N.-R. French, *Physical Review*, février 1917, 2e série, t. IX, p. 151-163, 3600 mots, 4 fig., 4 tab.

Digitized by Google

fonction du travail de frottement, les charges sont représentées par les déviations de l'électromètre et le travail par la durée du frottement.

Comme on le voit sur la figure 2, l'électricité développée, d'abord négative, diminue peu à peu, devient positive et tend vers un maximum quand on augmente la durée du frottement. Jones attribue la production d'électricité négative à un défaut de poli des surfaces : le frottement, en polissant la surface, amènerait la production de l'électricité positive. Les résultats de l'auteur ne s'accordent pas avec cette interprétation. Sur la figure 2 les données relatives à la courbe n° 2 ont été obtenues immédiatement après celles de la courbe n° 1, malgré que le poli n'ait pas eu le temps de s'altérer; on voit que l'électrisation commence à nouveau par être négative (les quantités d'électricité négative, pour chaque durée de frottement, sont cependant inférieures à celles qui ont été obtenues dans la première série d'expériences. L'auteur attribue la production de l'électricité négative à l'air et la vapeur d'eau occlus dans toute surface librement exposée. Il développe une théorie basée sur cette hypothèse.

Le tableau I donne les charges maxima atteintes avec divers échantillons.

TABLEAU I.

Nature du métal.	Charge maximum développée en U. E. S.
Plomb	65,4
Etain	23,8
Alliage Pb — Sn	23,0
Aluminium	46,4
Zinc	57,1
Alliage Zn — Al	45,6

INFLUENCE D'UN CHAMP MAGNÉTIQUE. — Jones indique que les champs magnétiques n'ont aucune influence sur la charge, mais il ne mentionne pas la nature des métaux utilisés pour les essais. L'auteur a fait un certain nombre d'observations avec des substances paramagnétiques dans un champ magnétique et a étudié l'influence, sur la production de la charge, de l'aimantation du métal. Ces essais ont été négatifs. Mais ils ne sont pas suffisamment probants, d'après l'auteur lui-même, pour qu'on puisse formuler une conclusion précise. L'auteur se propose de les reprendre en utilisant des champs magnétiques plus intenses.

A. B.

Sur les potentiels d'ionisation des vapeurs et des gaz [1].

Les expériences de Bergen Davis et Goucher démontrent que l'action des électrons d'une vitesse correspondant à 10-11 v sur la valeur de mercure dans un vide élevé peuvent tout juste déterminer dans la vapeur un type défini et distinct d'ionisation.

Ce résultat constitue une confirmation des vues présentées par l'auteur, dans une série de communications, notamment que les potentiels d'ionisation pour les atomes de mercure, de zinc, de cadmium, de magnésium et peut-être aussi pour ceux des autres éléments, sont donnés par la relation $Ve = h\nu$ où ν est la fréquence. Ces vues résultent d'expériences faites par l'auteur : 1° sur les spectres d'émissions à raies ; 2° sur les spectres d'absorption des vapeurs métalliques ; 3° sur les potentiels disruptifs dans les vapeurs métalliques. Elles s'accordent avec les considérations sur la structure atomique développées par Bohr.

On peut ainsi calculer les potentiels d'ionisation pour les éléments dont on connaît la fréquence spectrale est $\nu = (1,5, S)$. Le tableau II contient les valeurs ainsi calculées dans l'hypothèse $h = 6,585 \times 10^{-27}$ ergs : sec. Dans le tableau I, on a réuni les potentiels d'ionisation obtenus directement pour un certain nombre d'éléments.

TABLEAU I.

Élément.	Potentiel d'ionisation.
Hélium	20,5 volts
Néon	16,0
Argon	12,0
Hydrogène	11,0
Oxygène	9,0
Azote	7,9
Vapeur de mercure	10,3

TABLEAU II.

Élément.	λ (ν = 1,5, S)	Potentiel d'ionisation calculé.
Mercure	1 187,98 A	10,45 volts
Zinc	1 319,95	9,40
Cadmium	1 378,69	9,004
Magnesium	1 621,7	7,65
Calcium	2 028,2	6,121
Strontium	2 177,5	5,701
Baryum	2 408,0	5,155

Quoique les expériences aient été disposées avec beaucoup de soin, un autre facteur a été récemment introduit par des recherches qui ont établi qu'avec les vapeurs de mercure, de zinc et de cadmium, il y a une absorption très marquée pour la longueur d'onde dont la fréquence est donnée par $\nu = (2,5, S) - (2, P)$. Il n'est pas facile d'interpréter cette absorption, mais il faut noter que, dans les spectres des éléments ci-dessus mentionnés, la longueur d'onde sur laquelle est concentrée la plus grande quantité d'énergie est celle de fréquence $\nu = (2,8, S) - (2, P)$. — Une déduction de la théorie de Bohr qui peut être tirée de ce résultat est que la fréquence $\nu = (2,5, S)$ avec la relation $Ve = h\nu$ devrait fournir un *potentiel d'ionisation*. Les valeurs calculées dans cette hypothèse sont données dans le tableau III.

TABLEAU III.

Élément.	λ [ν=(2,5,P)—(2,P)]	λ (ν = 2,5,S)	$V = \frac{h(2,5,S)}{e}$
Mercure	10 140,58 A	4 937,4	2,51 volts
Zinc	11 055,4	5 007,0	2,48
Cadmium	10 395,17	5 201,7	2,39
Magnésium	11 828,8	5 506,3	2,25
Calcium	13 038,0	5 562,5	2,28
Strontium	13 717,82	5 902,8	2,10
Baryum	13 251,00	6 283,2	1,98

La valeur relative au mercure, environ 2,5 v, est juste la moitié de la valeur obtenue par Franck et Hertz.

Millikan a décrit récemment quelques expériences vérifiées par l'auteur, dans lesquelles on obtient des arcs, dans la vapeur de mercure, pour des potentiels compris entre 3 et 4 v. Il est difficile d'interpréter le fait que des arcs puissent être maintenus dans des vapeurs pour des tensions aussi faibles, mais il est possible qu'il ait quelque rapport avec les résultats indiqués dans le tableau III. — A. B.

[1] J.-C. Mc LENNAN. *Physical Review*, juillet 1917, 2e série, t. x, p. 84-86, 800 mots, 3 tab.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

Les méthodes de labourage par treuils

Dans cette nouvelle étude sur le labourage électrique, M. A. Delamarre se propose de comparer les rendements d'un chantier de labourage, selon qu'il fonctionne avec un treuil unique se déplaçant le long de la fourrière, ou avec deux treuils, un sur chaque fourrière, ou enfin avec un treuil unique fixe suivant le système que M. Howard a préconisé sous le nom de « roundabout ». Celui-ci se classe bon dernier avec un rendement mécanique de 68 pour 100 alors que les deux autres donnent 73 et 85 pour 100. Mais si l'on envisage le prix de revient total « en labourage électrique », le système roundabout n'est pas inférieur aux deux autres.

Dans une étude d'ensemble parue ici même (¹) sur le « labourage électrique », j'ai été amené à exposer le principe des deux méthodes les plus couramment employées dans le labourage par treuils en général : le système à treuil unique se déplaçant le long de la fourrière avec chariot d'ancrage à l'autre extrémité du champ (fig. 1), et le système à deux treuils, un sur

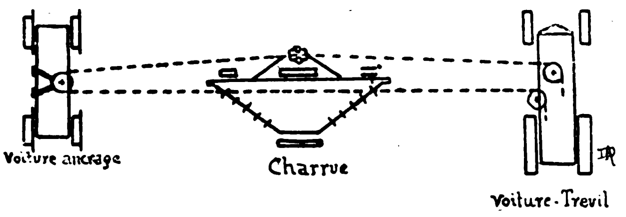


Fig. 1. — Système à un seul treuil et à chariot d'ancrage.

chaque fourrière (fig. 2); tous deux exigent pour l'alimentation du ou des treuils de multiples lignes aériennes fixes ou mobiles et des câbles souples d'une certaine longueur, qui ne sont pas sans présenter de sérieuses

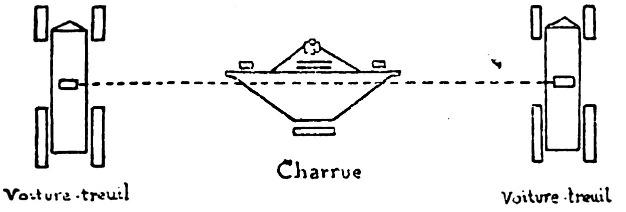


Fig. 2. — Système à deux treuils.

difficultés d'exploitation en même temps que leur coût d'établissement est très élevé.

Il existe une troisième méthode que l'on avait abandonnée quand on se servait uniquement de treuils à vapeur, à cause de ses inconvénients : c'est le système Howard ou « roundabout ». *Le treuil T* (fig. 3) *reste fixe pendant le labourage de la pièce tout entière*; le câble de traction passe d'abord sur des poulies de renvoi P, P', également fixes, puis sur des chariots d'ancrage

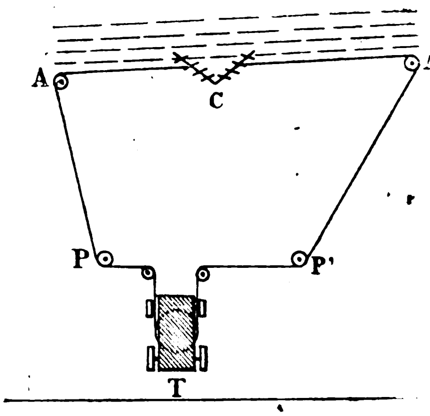


Fig. 3. — Système de labourage Howard à treuil unique fixe.

A, A', se déplaçant le long de deux fourrières opposées; la charrue C se meut entre les deux chariots; on commence le labourage par l'extrémité du champ opposée au treuil et on travaille en se rapprochant du treuil par raies parallèles.

On aperçoit immédiatement les inconvénients qui peuvent résulter de ce dispositif et qui consistent surtout, d'une part dans la longueur de temps nécessaire à l'installation du chantier, d'autre part dans les déperditions de force résultant des renvois, des frottements du câble par terre, etc. Mais, en revanche, on voit un avantage se manifester : le treuil étant fixe, le problème coûteux et fort délicat à résoudre de son alimentation en énergie électrique se trouve grandement simplifié.

Dès lors, on peut se demander si les inconvénients du système roundabout, appliqué au labourage *électrique*, ne seraient pas compensés par ses avantages. Pour cela, je me propose de chercher tout d'abord à

(¹) *Revue générale de l'Electricité*, 5 mai 1917, t. I, p. 691-700.

Digitized by Google

établir le *rendement mécanique* de chacun des trois systèmes signalés ci-dessus.

Rendement mécanique d'un chantier de labourage. — Le rendement d'un chantier de labourage est fort délicat à déterminer avec quelque exactitude. Aussi doit-on éliminer divers éléments qui échappent aux mesures comme la nature du sol, la forme des versoirs de la charrue, l'habileté du laboureur et n'envisager que *la différence entre l'énergie fournie au treuil et l'énergie reçue à l'extrémité du câble de traction*, qui constitue, à proprement parler, le rendement mécanique du système.

Les résistances à vaincre sont principalement formées : 1° de celles du treuil lui-même ; 2° de celles produites par les différents renvois d'angle ; 3° du frottement des câbles sur le sol.

La théorie permettrait à la rigueur de se rendre compte de l'ordre de grandeur de ces différents facteurs ; mais il faudrait faire un certain nombre d'hypothèses dont quelques-unes seraient difficiles à vérifier, et l'on risquerait fort d'arriver finalement à des résultats plus que discutables. Aussi, a-t-il paru préférable de recourir à l'expérimentation et M. Ringelmann, au cours d'essais aujourd'hui classiques, exécutés au Plessis en 1901 à l'occasion du centenaire de la Société d'Agriculture de l'Indre, a pu déterminer les conditions de fonctionnement des treuils et indiquer des coefficients incontestablement plus sûrs.

Résistance due aux treuils. — Les essais de M. Ringelmann ont porté sur un treuil à double tambour, l'un des tambours étant embrayé pour enrouler l'un des câbles, l'autre étant légèrement freiné pour que le déroulage du second câble se fasse régulièrement.

L'essai eut d'abord lieu sans câbles sur les tambours ; le travail mécanique moyen absorbé par mètre d'avancement du câble (estimé d'après la circonférence moyenne d'enroulement sur les tambours) a été de 15 kg et aurait pu être réduit à 7 kg avec un frein bien réglé, ne frottant pas inutilement.

Une seconde expérience fut faite en vue de déterminer l'énergie nécessaire pour dérouler le câble de retour du treuil débrayé mais légèrement freiné ; on trouva de 55 à 80 kg environ et en moyenne 60 kg.

On rechercha ensuite le travail nécessité pour enrouler un câble tendu par un effort variant de 0 à 1 500 kg appliqué près du treuil afin que la longueur du câble fût négligeable ; on trouva que la résistance propre du treuil augmentait lentement avec la charge ; cette résistance qui n'était que de 11,9 kg avec un effort sur le câble nul, passait à 18,9 kg pour un effort de 500 kg, arrivait à 23,2 kg pour 1 000 kg et atteignait 26 kg pour 1 500 kg.

Enfin des essais effectués au moyen de treuils sans engrenages, à vitesse lente et tambours horizontaux, ont conduit à des rendements variant de 80 à 90 pour 100, suivant que le graissage était plus ou moins bien assuré.

Résistances dues aux cables. — Elles sont dues au frottement sur le sol et peuvent évidemment être rapportées au mètre courant.

M. Ringelmann a commencé par déterminer l'effort moyen exigé par le câble seul frottant à terre ; pour un câble de 12,5 mm de diamètre formé de 7 fils de 18/10 mm pesant 0,660 kg par mètre courant, il a trouvé 0,31 kg, ce qui conduit à un coefficient de frottement de $\frac{0,31}{0,66} = 0,47$. Si, d'une manière générale, L est la longueur de câble traînant à terre au commencement d'une raie, quand la charrue est à l'extrémité du champ opposée au treuil, l la longueur à la fin de la raie, la résistance moyenne du câble a pour valeur, p étant le poids du câble au mètre courant : $0,47\,p\,\frac{L+l}{2}$.

Dans un autre essai on supporta le câble par des poulies montées sur de petits chariots suffisamment rapprochés (une trentaine de mètres) pour que le câble ne traînât plus sur le sol ; on arriva ainsi à déterminer un nouveau coefficient de 0,23, correspondant à 0,15 kg, au lieu de 0,47 et qui était en somme le coefficient de roulement. Ceci montre l'avantage qu'il y a à employer, autant que cela est possible, des poulies porte-câbles.

Enfin, on peut facilement calculer à l'avance la longueur de câble libre (c'est-à-dire non soutenu par des chariots-poulies) qui traînera à terre si l'on connaît son poids et l'effort auquel il est soumis. En effet, étant donné un câble AB (fig. 4) de longueur L et de poids p

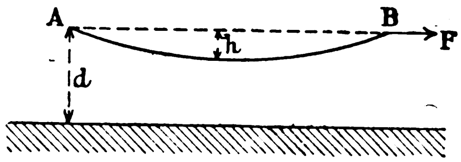


Fig. 4.

au mètre courant, soumis à un effort de traction F, on sait que la hauteur h de flèche au milieu aura pour valeur

$$h = \frac{pL^2}{8F}.$$

Soit d la distance des points d'attache A et B au-dessus du sol ; tant que $h \leq d$ le câble ne traînera pas ; on peut donc calculer quelle longueur maximum L on peut utiliser pour réaliser cette condition. On trouve ainsi qu'avec des charrues exigeant un effort de traction de 2 500 kg et un câble pesant 0,660 kg au mètre courant, si les points d'attache A et B sont à 0,30 m au-dessus du sol, on peut atteindre une longueur de 110 m environ sans que le câble frotte sur le sol.

Résistances dues aux poulies de renvoi. — M. Ringelmann, après avoir fait remarquer que la résistance provenant d'une poulie de renvoi est en raison directe

Digitized by Google

de la tension F du câble et du cosinus de la moitié de l'angle d'enroulement α (fig. 5), en raison inverse du rayon de la poulie, et dépend, en outre, du graissage de l'axe, a proposé la formule

$$R = a + b F, \qquad (1)$$

dans laquelle R représente l'énergie dépensée pratiquement par mètre d'avancement du câble ; a, une constante

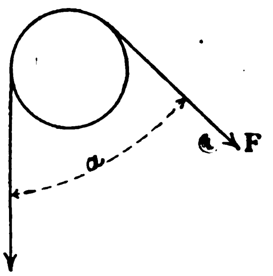


Fig. 5.

pour une poulie bien graissée de diamètre donné, enfin b, une variable dépendant de l'angle α.

Pour une poulie de 0,60 m à 0,70 m de diamètre, il a trouvé expérimentalement que a avait pour valeur 3,2 et que b variait suivant les indications du tableau ci-dessous :

Valeurs de l'angle.	Valeurs de b.
0° (brins parallèles)	0,100
45°	0,092
90°	0,075
135°	0,052
180° (voisin de)	0,000

Ce ne sont pas là, certes, des chiffres d'une précision mathématique; ils sont notamment influencés par la raideur des câbles; mais ils sont suffisamment approchés pour permettre des évaluations pratiques et en particulier les calculs comparatifs que nous avons en vue.

Comparaison des rendements mécaniques des systèmes de labourage. — Nous allons donc pouvoir maintenant comparer au point de vue de leur rendement mécanique les trois systèmes de labourage par treuils; nous supposerons pour cela qu'ils soient tous les trois successivement appliqués au labourage d'un champ rectangulaire dont le rayage est de 400 m avec une charrue nécessitant un effort de traction de 1 000 kg et tirée par un câble pesant 0,660 kg au mètre courant, frottant sur le sol sur environ 130 m.

Système a treuil unique. — Le treuil est placé en T sur la fourrière x, x′ (fig. 6), le chariot d'ancrage avec poulie de renvoi est en A sur la fourrière y y′; la charrue C se déplace de T en A; sur la figure schématique 1 nous avons représenté le câble de retour suivant parallèlement le câble tracteur; en pratique, le brin de retour est dévié par renvoi sur une poulie P placée aussi loin que possible du chariot d'ancrage A (fig. 6) et des poulies supports S, S_1, S_2, S_3, ... empêchent le câble, dans son parcours A, P, T, de traîner sur le sol.

Dans ces conditions, admettons que la poulie P soit placée au début à 400 m du chariot d'ancrage A, ce qui est une distance limite : l'angle A P T sera au minimum de 45° et tendra vers 180°. La valeur du coefficient b de

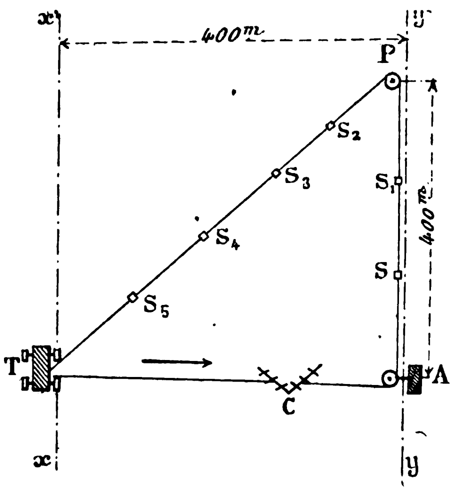


Fig. 6.

la formule 1 sera comprise entre 0,09 et 0 et l'on trouve en construisant la courbe des valeurs de b en fonction de l'angle α le chiffre moyen de 0,065.

Les résistances à vaincre par mètre courant d'avancement de la charrue seront, d'après les chiffres donnés précédemment, dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire celui où la charrue s'éloigne du treuil et où la traction se fait par l'intermédiaire des poulies de renvoi P et A, suivant la flèche :

Résistances derrière la charrue :		
Dues au treuil à vide..............	60 kg	100,3 kg
Dues au frottement du câble T sur le sol : $0,47 \times 0,660 \times 130 =$	40,3	
Résistance de la charrue............		1 000 kg
Résistances en avant de la charrue :		
Dues au câble CA frottant sur le sol : $0,47 \times 0,660 \times 130$	40,3	311 kg
Dues à la poulie A : $3,2 + 0,075\ (1\ 100,3 + 40,3)$	88,7	
Dues au câble AP, également supporté sur poulie chariot et d'une longueur moyenne de 200 m : $200 \times 0,15$....	30	
Dues à la poulie P : $3,2 + 0,065(1\ 100,3 + 30 + 88,7 + 40,3)$	85	
Dues au câble TP supporté sur poulies chariot et d'une longueur moyenne égale à : $\sqrt{400^2 + 200^2} = 447$ m : $447 \times 0,15$	67	
Dues au treuil en charge, pour un effort de : $100,3 + 1\ 000 + 311 = 1\ 412$..		25,6 kg
Soit au total........		1 436,9 kg

Lorsque la charrue revient en sens contraire, le treuil

Digitized by Google

tire directement sur la charrue et les résistances diminuent; on a, en effet, alors :

Résistances derrière la charrue :		
Dues au treuil à vide	60 kg	224,8 kg
Dues au câble T P (supporté par poulie chariot) 447 × 0,15	67	
Dues à la poulie P : 3,2 + 0,065 (60 + 67)	11,4	
Dues au câble PA (supporté par poulie chariot) 200 × 0,15	30	
Dues à la poulie A : 3,2 + 0,075 (60 + 67 + 15,2 + 30)	16,1	
Dues au câble AC frottant sur le sol : 0,47 × 0,66 × 130	40,3	
Résistance due à la charrue		1 000 kg
Résistances en avant de la charrue :		
Dues au câble TC qui traîne sur le sol : 0,47 × 0,660 × 130	40,3	65,2 kg
Dues au treuil en charge pour un effort de . 224,8 + 1000 + 40,3 soit : 1 265	24,9	
Soit au total		1 290 kg

La résistance totale moyenne dans le système à treuil unique mobile est donc de : $\frac{1\,436{,}9 + 1\,290}{2}$, *soit 1 363 kg environ pour une traction utile à la charrue de 1 000 kg, ce qui donne un rendement moyen de 73 pour 100.*

Système a deux treuils. — Les deux treuils (fig. 7) sont placés en T et T′ sur les fourrières opposées x x′ et y y′ et la charrue C fait la navette entre eux.

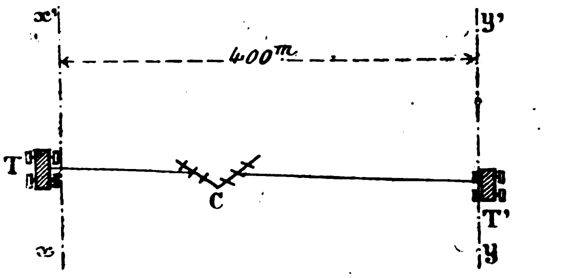


Fig. 7.

Le calcul est très simplifié dans ce cas; les résistances à vaincre sont respectivement les suivantes :

Celles dues au treuil à vide	60,0 kg
Celles dues au frottement du câble T C sur le sol : 0,47 × 0,660 × 130	40,3
Celle due à la charrue	1 000,0
Celles dues au câble qui se déroule et qui traîne sur le sol sur les 3/4 de sa longueur soit en moyenne : $0{,}75 \times \frac{400}{2} \times 0{,}47 \times 0{,}660$	46,5
Celles enfin dues au treuil en charge pour un effort de : 60 + 40,3 + 1 000 + 46,5 = 1 146,8, soit	24,2
Au total	1 171,0 kg

Dans le système à deux treuils, on obtient une traction utile de 1 000 kg à la charrue avec 1 170 kg aux treuils correspondant à un rendement de 85 pour 100 environ.

Système roundabout. — Nous en avons indiqué le principe au début de cet article; supposons donc le treuil du type à double tambour fixé en T à mi-chemin entre les deux fourrières x x′ et y y′ (fig. 8); un câble part à droite et à gauche, passe sur les poulies fixes de renvoi R et R′, va de là aux chariots d'ancrage A et A′

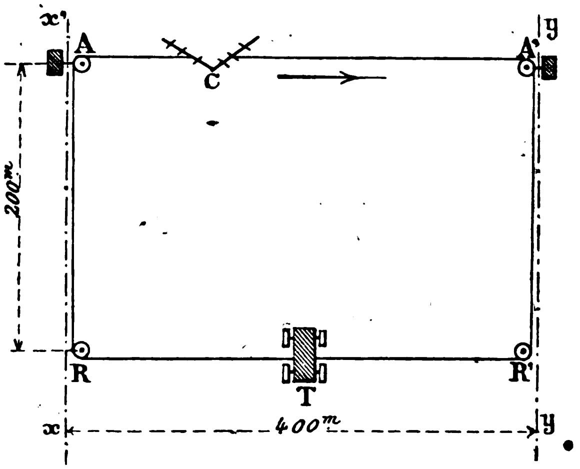


Fig. 8.

mobiles le long de chacune des fourrières pour s'attacher enfin à la charrue C.

Le calcul des résistances diverses à vaincre s'établit aussi facilement que dans les deux cas précédemment examinés et donne les résultats suivants en admettant que les ancrages mobiles A et A′ se trouvent au maximum à 200 m des poulies P et P′, ce qui correspond à la longueur maximum des câbles (700 à 750 m) généralement utilisés, la charrue étant supposée se déplacer de gauche à droite, suivant le sens indiqué par la flèche :

Résistances derrière la charrue :		
Dues au treuil à vide	60 kg	167 kg
Dues au câble T R (supporté par les poulies chariot) 200 × 0,15	30	
Dues à la poulie R : 3,2 + 0,075 (60 + 30)	9,9	
Dues au câble RA (supporté par des poulies chariot) : 100 × 0,15	15	
Dues à la poulie A : 3,2 + 0,075 (60 + 30 + 9,9 + 15)	11,8	
Dues au câble AC traînant sur le sol : 0,47 × 0,66 × 130	40,3	
Résistance de la charrue		1 000 kg
Résistances en avant de la charrue :		
Dues au câble CA′ traînant sur le sol : 0,47 × 0,660 × 130	40,3	274,3 kg
Dues à la poulie A′ : 3,2 + 0,075 (1 167 + 40,3)	90,5	
Dues au câble A′R′ (supporté par des poulies chariots) : 100 × 0,15	15	
Dues à la poulie R′ : 3,2 + 0,075 (1 147 + 40,3 + 90,5 + 15)	98,5	
Dues au câble R′T (supporté par des poulies chariot) 200 × 0,15	30	
Dues au treuil en charge pour un effort de : 167 + 1 000 + 274,3 = 1441,3.		25,8 kg
Soit au total		1 467,1 kg

Digitized by Google

Pour un travail utile à la charrue de 1 000 kg, le système roundabout exige donc au treuil un travail mécanique de 1 467 kg, d'où un rendement d'un peu plus de 68 pour 100.

Résumons maintenant les résultats ci-dessus et nous pourrons établir le tableau ci-joint :

Le système à double treuil, dont nous avons déjà montré les avantages au point de vue de la commodité et de la rapidité de mise en chantier, a donc aussi le meilleur rendement. Le système à treuil unique mobile est à peu près aussi long à mettre en chantier que le roundabout; son rendement est un peu supérieur, mais la différence assez faible ne compenserait certainement pas la sujétion d'une ligne d'alimentation de courant tout le long de la fourrière suivant laquelle il doit se déplacer : en mettant les choses au pis, on pourrait dire que les deux méthodes s'équivalent.

TABLEAU I.

SYSTÈMES DE LABOURAGE		TRACTION A LA CHARRUE EN KG	TRACTION AUX TREUILS EN KG	RENDEMENT EN POUR CENT	POURCENTAGE DES PERTES TOTALISÉES		
					par les poulies de renvoi	par les câbles	par les treuils
A deux treuils		1 000	1 171	85	néant	50,8	49,2
A un treuil mobile.	En traction directe	1 000	1 290	77	9,5	60,3	29,0
	En traction indirecte	1 000	1 436	69	40,0	37,5	18,0
	En moyenne	1 000	1 363	73	27,3	46,2	22,2
A un treuil fixe (roundabout)		1 000	1 467	68	45,2	36,3	18,5

Nous devons à la vérité d'ajouter que, dans la pratique, on obtient des rendements un peu moins élevés et dans des essais faits au Plessis sur le système roundabout, notamment, M. Ringelmann n'a trouvé qu'un rendement mécanique de 61 pour 100; toutefois, la même réduction devrait certainement être faite pour les autres systèmes, de sorte que nous pouvons conserver les chiffres du tableau ci-dessus pour cette étude, où nous avons à tabler sur des différences de rendement et non sur des rendements absolus.

Choix du meilleur système. — Si nous n'avions à considérer que le rendement mécanique, la question serait tranchée : le choix devrait se porter sur le système à double treuil.

Mais qu'advient-il au point de vue du prix de revient du labourage, si l'on fait intervenir l'intérêt du capital engagé en achat de matériel et en construction de lignes et les débours d'entretien, de main-d'œuvre et de consommation de courant?... C'est la question qui nous resterait à résoudre et ce n'est pas la moins complexe.

Pour la solutionner, il faudrait posséder un certain nombre de résultats statistiques que l'on a négligé jusqu'ici de recueillir et notamment le principal : la longueur moyenne de ligne haute tension à construire par hectare de terre à desservir. Il est bien certain que cette longueur variera énormément selon le plus ou moins grand morcellement des terres, mais on peut cependant se faire une idée très approchée de sa valeur, si l'on remarque que le labourage par treuil exige de grandes pièces, des fermes d'une certaine importance ou des coopératives agricoles, c'est-à-dire un morcellement très faible.

Il n'y a pas lieu — au point de vue financier — de faire une distinction entre celles de ces lignes qui seront fixes, constituant des sortes de feeders amenant l'énergie aux principaux centres de consommation et les lignes mobiles qui, partant de ces feeders, iront alimenter les treuils des champs situés à quelques centaines de mètres, pendant qu'on y travaillera seulement. En effet, qu'elles soient fixes ou provisoires, ces lignes n'en constitueront pas moins une immobilisation de capital pour lequel il faudra prévoir un intérêt identique et un amortissement qui sera sensiblement le même.

Mais, en attendant que les chantiers actuellement en marche et les installations déjà réalisées permettent de déterminer les différents chiffres qui nous manquent encore, il est intéressant de poser le problème d'une façon plus précise entre le système à double treuil et le roundabout.

Appelons T le prix d'un treuil avec son câble d'alimentation, C celui de la cabine, A celui d'un ancrage, enfin c le prix du câble de traction de la charrue au mètre courant ; le prix de la charrue n'a aucune influence.

Supposons qu'on laboure 1 000 hectares par an et que le câble de traction soit à remplacer tous les ans, ce qui est vrai en pratique ; que les frais d'amortissement et d'entretien soient estimés pour tout le matériel à 10 pour 100 par an, l'intérêt à 10 pour 100 également ; admettons enfin qu'on ait des champs théoriques carrés de 400 m de côté, soit 16 hectares.

Avec le système à double treuil, en désignant par L_t la valeur de la ligne haute tension par hectare, on a comme intérêt et amortissement

$$[2(T + C) + L_t]\,0{,}20 + 400\,c.$$

Avec le système roundabout, en appelant L_r la valeur de la ligne haute tension par hectare, on arrive à

$$[T + C + 3A + L_r]\,0{,}20 + 1\,200\,c.$$

D'autre part, si K est le nombre de kilowatts-heure

Digitized by Google

nécessaires au labourage des 1 000 hectares prévus avec le système à double treuil qui a le meilleur rendement, il faudra $\frac{0{,}85}{0{,}68} K$ avec le roundabout.

Admettons maintenant que l'on travaille autant d'hectares par jour avec l'une ou l'autre des deux méthodes, ce qui n'est peut-être pas aussi éloigné de la vérité qu'on pourrait le croire a priori, si l'on remarque que le temps supplémentaire pris pour installer les ancrages compense celui qu'on n'a pas à consacrer à la construction de lignes supplémentaires ; admettons enfin que le personnel reste le même et que p soit le prix du kilowatt-heure.

Les deux méthodes au point de vue prix de revient seront équivalentes si

$$[2(T+C)+L_t]\,0{,}20+400\,c+pK \leqq (T+C+3A+L_r)\,0{,}20+1\,200\,c+\frac{0{,}85}{0{,}68}pK.$$

D'où, après simplification,

$$[(T+C)+(L_t-L_r)-3A]\,0{,}20-800\,c \leqq 0{,}25\,pK, \qquad (2)$$

Ce résultat est-il possible ?... Pour désavantager le roundabout, supposons que les trois ancrages aient une valeur égale à un treuil et sa cabine, ce qui est manifestement exagéré, que la consommation moyenne de courant à l'hectare K soit de 60 kw-h achetés 0,15 fr, nous trouverons au lieu de (2)

$$(L_t-L_r)\,0{,}20-800\,c \leqq 2\,250$$

Il est manifeste que 800 m de câble coûtant plus de 2250 fr, il faudrait, pour réaliser cette condition, que $L_t - L_r$ fût négatif, c'est-à-dire que la longueur de lignes haute tension nécessaires soit plus grande avec le système roundabout qu'avec le système à double treuil, alors qu'en réalité c'est tout le contraire.

Et le problème que nous avions cherché à préciser sans prétendre parvenir à des résultats mathématiques, nous permet ainsi de démontrer que, *si le système roundabout a un rendement mécanique inférieur, il ne s'ensuit pas qu'appliqué au labourage électrique il conduise à des prix de revient supérieurs.*

Il semble donc qu'il serait intéressant de le reprendre pour l'application spéciale qui nous intéresse tous, et il est à souhaiter que des essais comparatifs puissent être réalisés un jour prochain, sur une assez grande échelle pour être concluants, au moyen des trois méthodes que nous venons d'examiner.

Ach. Delamarre.

La tourbe et l'industrie électrique *(Suite et fin)*

Dans deux études précédentes [1] l'auteur a décrit les méthodes d'exploitation des tourbières, exposé les procédés de traitement de la tourbe, et étudié l'utilisation de ce combustible sur les grilles de foyer et dans les gazogènes. Ce chapitre, qui clôturera la présente étude sur la tourbe, est consacré à la récupération des chaleurs perdues et des sous-produits des gaz de gazogène, récupération qui constitue une source de revenu importante pour les installations de gazogènes et doit être sérieusement prise en considération.

Epuration des gaz de tourbe. — L'épuration des gaz destinés à l'alimentation des moteurs à gaz ou au chauffage des chaudières est une opération indispensable. Ces gaz, en effet, contiennent en suspension, outre des poussières détachées du combustible qui leur a donné naissance, des goudrons dont la constitution est très variable suivant leur mode de formation.

Il semblerait, à première vue, que les produits résultant de la décomposition des goudrons par l'explosion dans le cylindre du moteur soient chassés par la force de l'explosion; mais on remarque, au contraire, que les particules solides qui prennent naissance, dans ces conditions sont soumises à un choc qui se propage du centre vers la périphérie; elles viennent alors s'incruster sur les parois du cylindre et du piston, formant des dépôts extrêmement résistants qui, peu à peu, conduisent à un arrêt du moteur.

L'épuration des gaz doit donc être conduite d'une façon particulièrement soignée. D'après M. L. Marchis [1], un gaz contenant moins de 1 : 10 000 de goudron (soit 0,023 g : m³) est incapable d'assurer le service d'un moteur si l'on ne prend pas des précautions spéciales.

La question de l'épuration des gaz est d'ailleurs très délicate et doit être très soigneusement étudiée dans chaque cas particulier. D'après M. Lencauchez [2], certains goudrons de gazogène sont très difficiles à condenser. Ces goudrons que M. Lencauchez nomme « goudrons vésiculaires vagabonds des gazogènes » sont constitués par un mélange de goudron, de poussières et de cendres du combustible entraînées par le gaz et forment une sorte de brouillard qui donne au gaz

[1] *R. G. E.*, 8 et 22 décembre 1917, t. II, p. 899 et 981.

[1] Marchis. *Production et utilisation des gaz pauvres*, p. 144.

[2] Lencauchez. *Etudes sur divers gaz combustibles*, 2e partie, p. 39 et 67. — Les gaz combustibles et les moteurs à gaz. *Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale*, 1905, 4e série, t. IV.

Digitized by Google

une teinte gris ardoisé. Ils traversent tous les appareils de condensation et restent encore en suspension dans le gazomètre pour entrer en fusion dès qu'ils arrivent au contact des organes à haute température du moteur. Ils se décomposent alors, les produits gazeux s'échappent, et il reste une sorte de charbon des cornues très adhérent.

Cette opération, outre qu'elle répond à la nécessité absolue de l'épuration du gaz, permet de récupérer un certain nombre de produits chimiques et particulièrement un engrais, le sulfate d'ammonium, d'une très grande valeur en agriculture. Il est possible, de plus, de récupérer des huiles lourdes, de l'acide acétique, de l'esprit de bois, produits dont la valeur marchande élevée contribue à abaisser le prix de revient de la force motrice.

D'après Ch. Lemaire (1), le rendement de la tourbe en goudron est au moins égal, sinon supérieur, à celui de la houille. De 100 kg de tourbe on retire environ 50 kg de goudron pouvant fournir de 15 à 16 kg de produits transformables, en explosifs, après nitrification.

Voici l'analyse de deux échantillons de goudron de tourbe. On remarquera que leur composition diffère sensiblement de celle des goudrons de houille :

	Échantillon n° 1.	Échantillon n° 2.
Carbone	82,17	81,58
Hydrogène	10,13	10,25
Azote	0,04	0,02

Voici, d'après Hœving (2), les différents produits extraits de 1 kg de goudron distillé :

Eau	50 g
Huile brute	600
Brai de paraffine brute	200
Poix	100
Pertes	50
	1 000 g.

L'huile brute, à son tour, peut donner :

Huile acide	120 g
Huile brute neutre	400

La distillation de l'huile brute neutre donne :

Huile solaire	50 g
Huile moyenne	120
Brai de paraffine	80

La distillation des 200 g de brai de paraffine brute donne :

Huile de pression	80 g
Paraffine dure	100

Mais le produit le plus intéressant est assurément le sulfate d'ammonium que l'on récupère en quantités relativement importantes.

(1) Escard. L'industrialisation de la tourbe, *L'Industrie chimique*, n° 41, juin 1917, p. 643-645; n° 42, juillet 1917, p. 663-665; n° 43, août 1917, p. 681-684.
(2) Escard. *Loc. cit.*, p. 665.

Une tonne de tourbe sèche à 2,5 pour 100 d'azote donne environ 80 kg de sulfate d'ammonium (1).

Les usines de Codigoro et de Brentano de la Societa per l'utilizzazione dei combustibili italiani produisent ainsi le sulfate d'ammonium par le procédé Mond, que nous décrirons ci-dessous, à raison de 120 à 140 fr la tonne, alors que le prix de vente sur le marché dépasse aujourd'hui 300 fr.

Nous passerons maintenant à l'étude des diverses méthodes et à la description des appareils employés pour l'épuration des gaz de gazogène.

Méthode Mond (2). — A leur sortie du gazogène dont la figure 1 représente une coupe, les gaz chauds

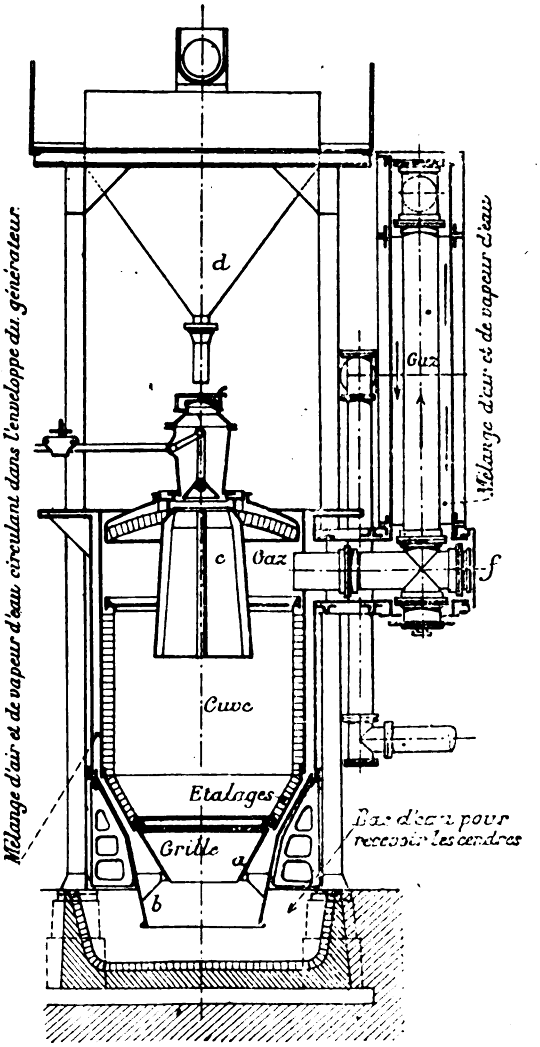


Fig. 1. — Schéma d'une installation Mond.

cèdent une partie de leur chaleur à l'air primaire dans

(1) *Mémoires et Comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs civils*, janvier-mars 1916, p. 173. Utilisation de la tourbe en Italie.
(2) L. Marchis. *Production et utilisation des gaz pauvres*, p. 167.

Digitized by Google

un réchauffeur à tubes concentriques, la marche des gaz frais et des gaz chauds s'effectuant en sens inverse.

A leur sortie du réchauffeur, les gaz traversent un laveur à palettes où ils se refroidissent et se chargent de vapeur d'eau. Ils sont ensuite conduits à la partie inférieure d'une tour qu'ils parcourent de bas en haut, en sens inverse d'une pluie de sulfate acide d'ammonium à 47 pour 100 d'acide sulfurique. Il a été reconnu qu'une solution à cette teneur en acide donnait un meilleur résultat au point de vue de l'absorption de l'ammoniaque que l'acide pur.

Les gaz, pris au sommet de cette tour, sont conduits à la partie inférieure d'une seconde tour dans laquelle tombe une pluie d'eau froide qui lave les gaz et les refroidit. Finalement, le gaz s'échappe dans la canalisation du moteur ou du gazomètre après avoir traversé pour séchage un filtre à sciure de bois.

Une troisième tour, parcourue de bas en haut par l'air frais aspiré par un ventilateur, est traversée de haut en bas par une pluie d'eau tiède puisée à la partie inférieure de la tour précédente par une pompe. Cette eau réchauffe et humidifie l'air primaire. L'eau qui se

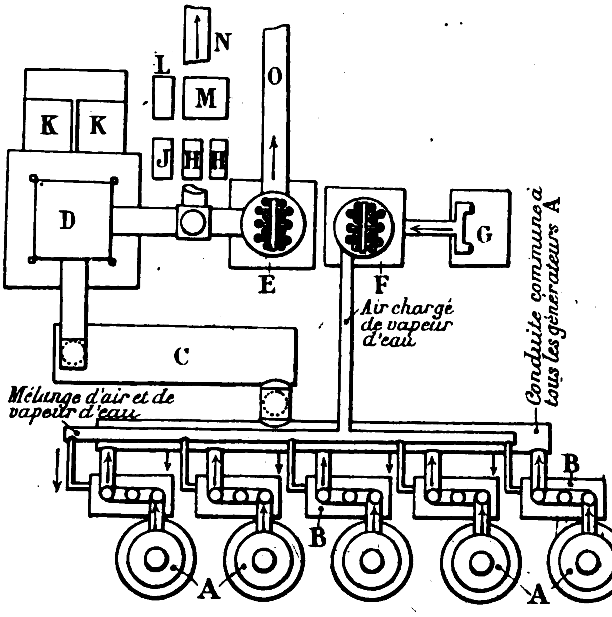


Fig. 2. — Schéma d'une installation Duff.

rassemble à la partie inférieure de la tour de récupération calorifique et qui s'est sensiblement refroidie est reprise par une pompe et est déversée au sommet de la tour de lavage. De cette façon est réalisée la récupération maximum des calories perdues.

Au moment de l'allumage d'un générateur, il est nécessaire de chauffer pendant deux ou trois jours au moyen de déchets de bois et de coke, puis on ajoute peu à peu de la tourbe. On laisse le gaz s'échapper sous une faible pression jusqu'à ce qu'il ait une teneur d'environ 30 pour 100 en éléments combustibles.

Méthode Duff [1]. — Le gazogène Duff comporte une grille en dos d'âne et les gaz sont captés à mi-hauteur de la cuve.

A sa sortie du gazogène (fig. 2), le gaz parcourt un réchauffeur B également parcouru en sens inverse par le mélange d'air primaire et de vapeur d'eau ; du réchauffeur les gaz passent dans une conduite unique, puis dans un laveur où ils déposent leurs poussières et une partie des goudrons ; ils arrivent ensuite à la partie inférieure de la colonne à récupération d'ammoniaque D. Celle-ci est constituée par une tour carrée doublée de plomb parcourue par de l'eau à 4 pour 100 d'acide sulfurique.

D'après Duff, ce procédé permettrait d'extraire 90 à 95 pour 100 de l'azote contenu dans le gaz.

L'eau qui a servi à refroidir les gaz est puisée par une pompe et sert à réchauffer et à humidifier l'air primaire avant son entrée dans le réchauffeur.

Méthode Lencauchez [2]. — M. Lencauchez préconise une méthode basée sur des lavages successifs à l'eau chaude : à sa sortie du gazogène A (fig. 3) le gaz traverse de bas en haut une première colonne à coke parcourue de haut en bas par une eau de lavage à une température d'environ 75 à 85°. Une partie des goudrons est entraînée dans le bassin de décantation où ils se déposent.

A sa sortie de B le gaz est amené à la partie inférieure d'un second laveur F identique au premier mais parcouru par de l'eau à 65-70°. Cette eau entraîne les dernières parcelles de goudron.

La dernière colonne G reçoit de l'eau froide qui s'en échappe à 40° environ. La température d'échappement des gaz est, suivant la saison, de 10 à 25°.

La colonne de coke C, placée dans le même cylindre que le laveur B et à la partie inférieure, est parcourue par de l'eau chaude qui réchauffe et humidifie l'air primaire avant son arrivée sous la cuve.

Des pompes aspirent constamment l'eau des bassins de décantation pour la déverser au sommet des tours. Les trois bassins sont d'ailleurs en communication, le trop-plein des plus froids pouvant s'écouler dans les bassins plus chauds.

Dans bien des cas, ces trois tours de lavage ne suffisent pas et leur nombre doit en être multiplié ; l'installation devient alors trop compliquée.

Epurateur a goudron Haanel [3]. — M. Haanel a étudié à la station d'essais des combustibles d'Ottawa

(1) L. Marchis. *Production et utilisation des gaz pauvres*, p. 172.

L. Deschamps. *Les gazogènes*, p. 341. — Hugo Brauns Duff Generatoranlagen für Schmelz und Krafterzeugung *Stahl und Eisen*, 1er novembre 1903.

(2) Lencauchez. *Etudes sur divers gaz combustibles*, deuxième partie. Les gaz combustibles et les moteurs à gaz. *Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale*, 1905.

L. Marchis. *Production et utilisation des gaz pauvres*, p. 145.

(3) Haanel. *Utilisation de la tourbe pour la production de la force motrice*, p. 69.

Digitized by Google

un système d'épurateur à goudrons spécialement destiné au gaz de tourbe. Cet épurateur a subi un certain nombre de modifications et nous décrivons l'appareil tel qu'il est actuellement.

L'épurateur Haanel (fig. 4) se compose d'une cuve cylindrique dont la partie inférieure est constituée par un scrubber à coke humide ordinaire. Ce scrubber à coke est séparé de la partie supérieure de la cuve par une plaque métallique perforée I. Entre la partie supérieure du coke et la plaque perforée est réservée une chambre à gaz R.

Sur la plaque perforée I repose un cône en treillis métallique B dont la paroi externe est arrosée par une pompe d'arrosage G déversant soit de l'eau chaude soit de l'eau froide. La surface interne est lavée par le jet d'eau B qui, en outre, a pour but également de refroidir les gaz.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant :

Les gaz traversent le coke humide où ils se débarrassent en partie de leurs poussières et se refroidissent; ils pénètrent dans la chambre R, puis, traversant la plaque perforée I, arrivent dans le cône en treillis métallique. Une partie des goudrons venant en contact avec les parois métalliques s'y condensent et sont évacués par le jet d'eau, à travers le coke, à la partie inférieure du scrubber. Les particules du goudron qui ne sont pas

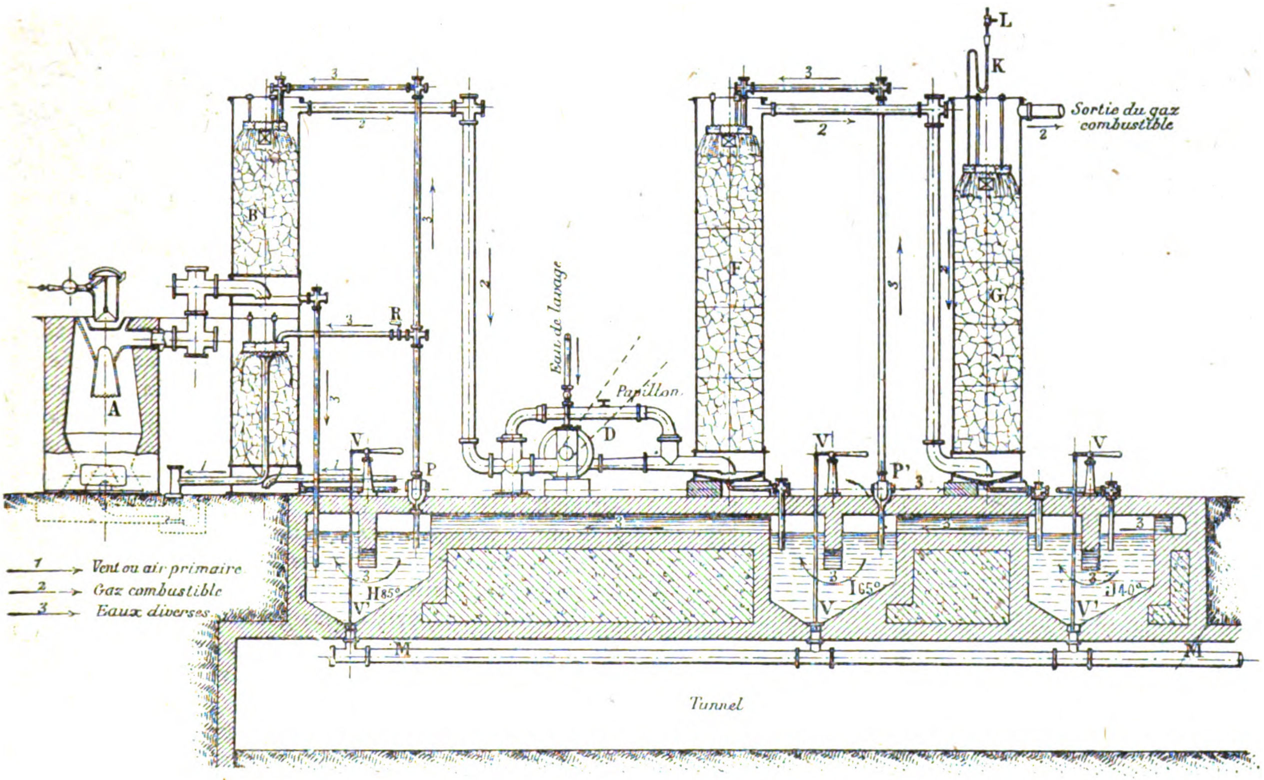


Fig. 3. — Schéma d'une installation Lencauchez.

venues en contact avec le treillis ont dû se frayer un passage à travers les mailles du cône et ont par suite été comprimées les unes contre les autres. De cette compression résulte une condensation et, à leur sortie du cône, les gaz déposent à la surface extérieure le reste des goudrons sous forme de gouttelettes que l'eau froide emmène au fur et à mesure. De temps à autre un jet d'eau chaude nettoie les mailles du treillis.

Autres méthodes d'épuration simple. — L'épuration des gaz de gazogène avec récupération des sous-produits n'est intéressante qu'autant qu'elle est bien étudiée et qu'elle concerne des quantités importantes de matières traitées. Cependant, dans les petites installations où il ne peut être question de récupération des sous-produits, la nécessité de la suppression des poussières et des goudrons n'en existe pas moins.

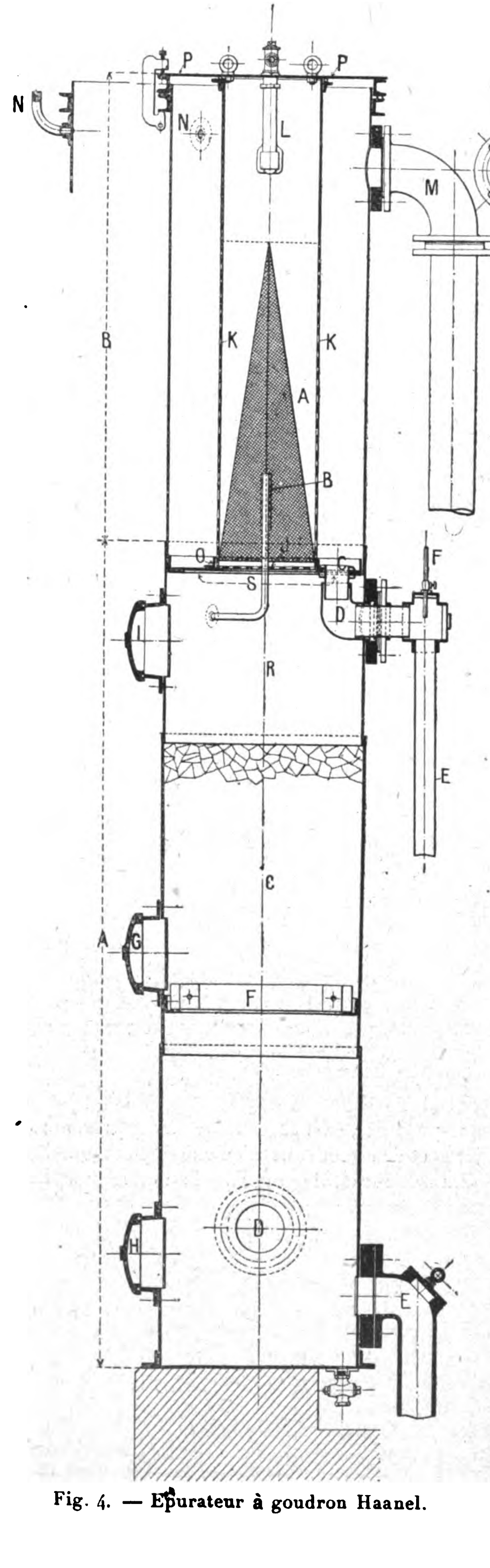
Dans ce cas, il convient d'adopter une installation dans laquelle la destruction des goudrons s'effectue par décomposition ou combustion dans le gazogène lui-même. Le principe de la méthode consiste à produire une combustion préalable des goudrons dans une atmosphère oxydante et à diriger le mélange gazeux sur une colonne de coke incandescent en présence d'une quantité convenable d'air et de vapeur d'eau [1].

Ce résultat peut être obtenu de diverses façons :

1° La colonne de coke est produite par le combustible

[1] L. Marchis. *Production et utilisation des gaz pauvres*, p. 146.

Digitized by Google



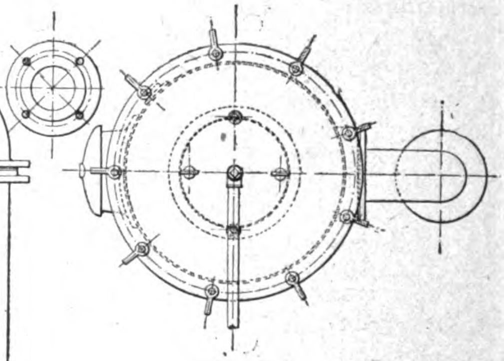


Fig. 4. — Épurateur à goudron Haanel.

lui-même : gazogènes à un seul combustible (à une ou deux cuves, à combustion directe, renversée ou double) ;

2° Le coke est introduit séparément : gazogènes à combustibles multiples.

La manutention mécanique dans les tourbières. — Dans les tourbières de quelque étendue, il est de toute importance de substituer la manutention mécanique du combustible à la traction animale ou par hommes. Ces dernières sont d'un prix élevé qui grève dans de sérieuses proportions le prix de revient du produit.

Pour la manutention à faible distance, il est avantageux d'employer des chaînes à godets, toiles sans fin ou autres appareils facilement transportables.

Pour les transports à plus grande distance, transport du point d'extraction aux séchoirs ou aux hangars, il est plus avantageux d'employer une voie portative ou un transporteur à câble aérien.

A Wiesmoor [1] (Allemagne), le transport des champs de séchage aux hangars de la centrale est effectué par un chemin de fer à voie étroite à traction par locomotive à benzol. Les wagonnets, au nombre de six par train, sont d'une construction aussi légère que possible et établis pour un déchargement automatique dans les trémies des hangars sans manutention nouvelle.

La voie, à écartement de 60 cm, repose sur une couche de sable de 20 à 25 cm d'épaisseur, recouverte d'une couche de mâchefer.

A la tourbière royale de Rosenheim [2] (Bavière), les briquettes de tourbe sortant de l'appareil de moulage sont prises automatiquement par un appareil transporteur qui les étend sur l'aire de séchage. La longueur de cet appareil, constitué par une chaîne sans fin à plaques à bascule, est de 100 à 150 m (fig. 5). Les briquettes

(1) Teichmuller. Electrotechnick and Moorkultur, *E. T. Z.*, 19 décembre 1912, n° 51, p. 1315.

(2) A. Anrep. *Recherches sur les tourbières et l'industrie de la tourbe au Canada*, 1913-1914, p. 70.

Digitized by Google

tombent donc, au fur et à mesure de leur fabrication sur les plaques inférieures qui avancent progressivement. Lorsque tout le parcours inférieur est chargé, les plaques basculent et déposent les blocs de tourbe sur l'aire de séchage. L'appareil avance alors automatiquement de la distance convenable et l'opération recommence sans interruption.

La capacité de cet appareil est de 35 à 40 t par jour de dix heures. Son service nécessite un personnel de cinq hommes. Ce système a l'inconvénient d'occasionner

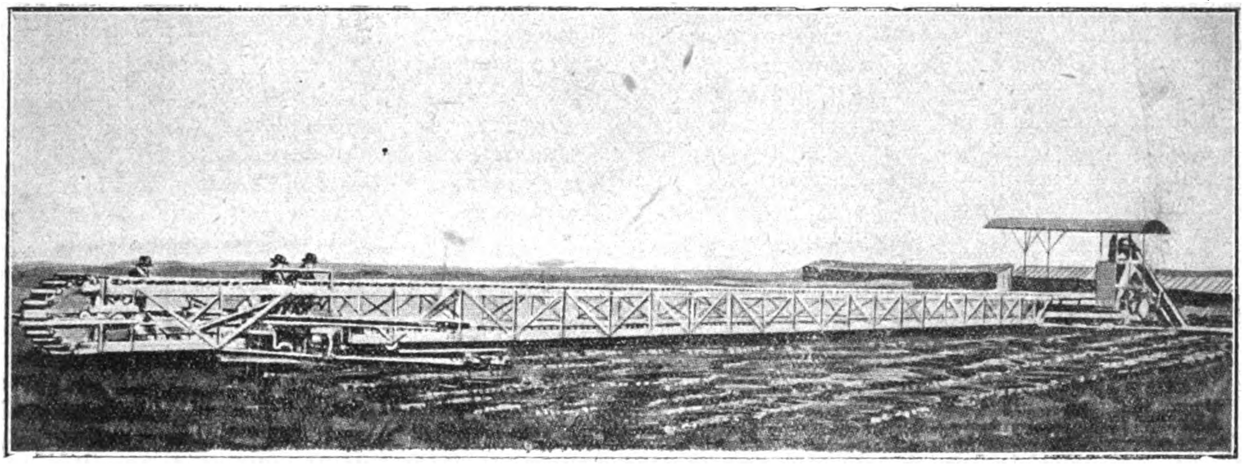


Fig. 5. — Transporteur de la tourbière royale de Bavière, à Rosenheim.

des frais de construction élevés et est sujet à des accidents fréquents qui diminuent d'autant le rendement journalier.

Le système de manutention mécanique A. Anrep [1] comporte une voie semi-circulaire portative à dispositif spécial de câble de traction entraînant des wagonnets pour le transport des briquettes de la machine à mouler à l'aire de séchage. Les caractéristiques de ce brevet [2] sont constituées par l'allongement ou le raccourcissement automatiques du câble de traction d'après les déplacements de la voie et par un dispositif de tension automatique du câble de traction.

Le transporteur E.-A. Persson (Suède), est employé aux tourbières Marosoff et aux tourbières de la Compagnie d'électricité de Moscou. Il se compose d'une machine portative, mobile sur rails, le long de la tourbière par exemple, et de deux câbles transporteurs. Ce système est avantageux dans les régions où la main-d'œuvre est bon marché.

Dans le procédé Thomas Rigby (Écosse), la tourbe, additionnée d'eau, est transportée dans une canalisation à l'aide d'une pompe.

A la tourbière d'Alfred (Canada) [3], le transport de la tourbe s'effectue soit par un transporteur à câbles système Moore (fig. 6), soit par wagonnets sur voie portative. Ces wagonnets à traction par locomotive à essence, système Moore sont à bascule et en arrivant à la gare d'expédition déchargent leur contenu dans une trémie de chargement alimentant un élévateur Dolberg, analogue à ceux que construit en France la maison Guinchard de Dijon. De cette façon; les wagons sont chargés automatiquement avec le minimum de main-d'œuvre.

Les transporteurs par câble sont généralement très avantageux. Les dépenses de premier établissement sont de 15 à 30 fr le mètre courant, les frais d'exploitation peuvent, dans des conditions favorables, descendre jusqu'à 0,036 fr la tonne kilométrique [1].

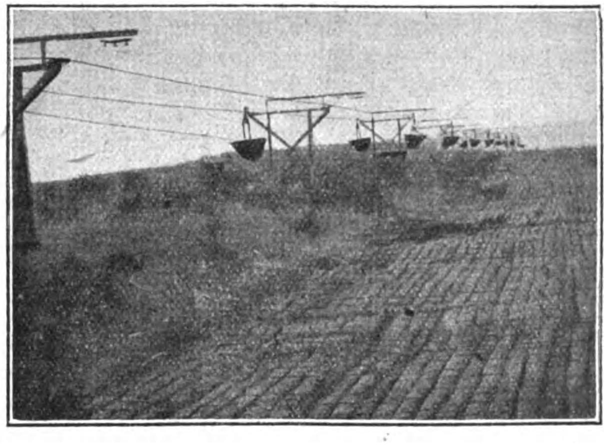


Fig. 6. — Transporteur aérien Moore (tourbière Alfred Canada).

Enfin la figure 7 représente un type de hangar à tourbe

(1) A. Anrep. *Loc. cit.*, p. 85.
(2) *Brevet canadien, n° 130 479.*
(3) Haanel. *Tourbe, lignite et charbon.*

(1) Lévy-Lambert. Les transports par câbles porteurs aériens. *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 1916. — E. Dieudonné. *L'Usine*, 17 décembre 1916.

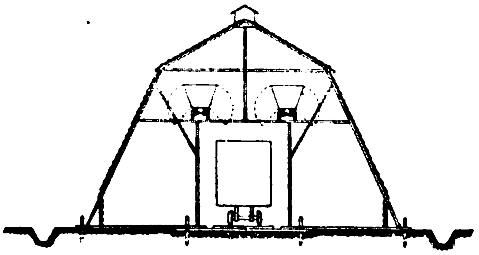
Digitized by Google

employé à Alfred (Canada) et à Wiesmoor (Allemagne). Lorsque la tourbe est emmagasinée pour la consommation sur place, il est, en effet, préférable d'établir des hangars l'abritant de la pluie et de la neige au lieu de la mettre en meules à l'extérieur. Les résultats obtenus sont bien plus satisfaisants et justifient les dépenses occasionnées par l'établissement des hangars.

L'installation génératrice de Wiesmoor comprend un hangar d'une capacité de 2 000 t (la consommation journalière est de 65 t), un autre de 500 t et enfin, à proximité immédiate de la salle des chaudières, des silos de 100 à 120 t qui, par des trémies et coulottes, aboutissent directement en face des grilles dont le chargement à la main est ainsi grandement facilité.

Le type de hangar représenté par la figure 7 se compose d'un bâtiment à un étage ayant la section représentée sur la figure.

Les wagonnets à bascule chargés de tourbe sont amenés par la locomotive jusqu'à la partie inférieure



Front Elevation

Fig. 7. — Hangar à tourbe.

d'un plan incliné donnant accès, au moyen d'un treuil électrique, au premier étage du hangar. Là ils peuvent être déversés soit sur les côtés extérieurs où la tourbe est emmagasinée, soit vers l'intérieur où ils sont reçus dans les wagons d'un train à voie normale pour l'expédition.

A Wiesmoor ce dispositif a été supprimé, toute la tourbe étant consommée sur place ; les wagonnets sont alors déchargés indifféremment des deux côtés.

Aux cours des essais effectués à Pont-de-Buis pour le chauffage de chaudières Babcock et Wilcox au moyen de la tourbe, les briquettes étaient transportées de la tourbière à la centrale au moyen d'un Decauville.

Là elles étaient alors concassées (comme du charbon tout venant) et chargées dans les trémies d'alimentation des grilles, soit à la main, soit mécaniquement au moyen des appareils de manutention ordinaires tels que convoyeurs à godets ou à tabliers, monte-charges, vis sans fin, transporteur monorail à benne, etc...

Emplois divers de la tourbe. — Outre son emploi pour la production de la force motrice, la tourbe trouve une quantité d'autres utilisations dans l'agriculture et dans l'industrie. Nous les passerons rapidement en revue :

LITIÈRE. — La tourbe est très employée pour la constitution de la litière où elle donne de bien meilleurs résultats que la paille en raison de son grand pouvoir absorbant.

D'après M. Kleinstueck (1) les fermiers employant la litière de tourbe estiment que, à un prix d'achat double de celui de la paille, la tourbe serait encore plus avantageuse.

Malheureusement, la tourbe de litière est rare en France où l'on est obligé de l'importer de Hollande, ce qui en augmente notablement le prix de revient.

CONSERVATION DES FRUITS. — Des expériences très intéressantes ont été effectuées en Suède au cours de l'année 1911 par M. Nyström (2) sur l'emploi de la tourbe pour la conservation des pommes.

Ces expériences ont donné d'excellents résultats. La température de la salle de conservation doit être de 0 à 2°C, l'humidité de l'atmosphère de 80 pour 100 et l'humidité de la tourbe de 20 à 30 pour 100.

ENGRAIS. — La tourbe constitue un excellent engrais, soit à l'état naturel, soit additionnée de matières fécales, soit à l'état de cendres.

L'amendement du sol sableux de certaines régions de la Floride (3) au moyen de la tourbe a donné de bons résultats. D'après M. Thomson cette méthode ne serait avantageuse, étant donnée la grande quantité de tourbe nécessaire pour cette opération, que dans les exploitations à grand rendement.

La tourbe paraît cependant donner de meilleurs résultats en agriculture lorsqu'elle a déjà servi comme litière ou sous forme de compost.

Dans ce but, on prépare autant de fois 50 kg de tourbe qu'il y a de personnes (4) et jette les deux tiers au fond de la fosse, l'autre tiers étant ajouté successivement pour isoler les différents couches. Parfois on additionne la tourbe de 5 à 10 pour 100 de sulfate de fer pour augmenter le pouvoir désinfectant. Au bout d'une année on obtient une masse terreuse, à peu près inodore, qui constitue un compost de grande valeur.

Il y a quelques années, M. Thomas Macfarlane a fait breveter un appareil spécial pour cet usage ; le compost obtenu a donné, à l'analyse, les résultats suivants :

Azote	4,88 pour 100
Acide phosphorique	4,79 Id.
Potasse	3,12 Id.

La tourbe peut également être employée pour la purification des eaux d'égout. On l'utilise alors en lits de 1,50 m d'épaisseur, additionnée de 25 kg de craie par mètre cube.

Les cendres de tourbe peuvent avantageusement rem-

(1) *Journal of the Canadian Peat Society*, août 1913, t. II, n° 3, p. 6.

(2) *Mitteilungen der Vereins zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche.*

(3) DAVIS. *Journal of the Canadian Peat Society*, août 1913, t. II, n° 3, p. 6.

(4) ESCARD. L'industrialisation de la tourbe. *L'Industrie chimique*, août 1917.

Digitized by Google

placer le plâtrage. La bonne cendre est blanche et légère, son poids est d'environ 50 kg à l'hectolitre [1]. On l'emploie surtout dans les terres argileuses, dans la proportion de 30 à 40 m^3 par hectare.

Le poussier de tourbe, qui est le résidu que l'on obtient lorsque l'on désempile la tourbe, donne également de très bons résultats lorsqu'il est employé sous forme de compost.

PANSEMENTS [2]. — Pour cet usage on emploie la tourbe jaune, mousseuse et fibreuse qui est très poreuse et absorbe aisément les liquides et les gaz. Elle est en outre très élastique, imputrescible et aseptique.

On en fait également des vêtements et dans certaines régions, notamment dans le Jura et dans le nord de la France certaines tourbières sont exploitées uniquement dans ce but.

PAPETERIE. — Depuis quelques années on s'est beaucoup préoccupé de la recherche des succédanés du bois pour la fabrication de la pâte à papier. La tourbe donne un papier assez grossier, mais convenant très bien pour les emballages et qui, dans certaines conditions, peut être d'un prix de revient plus bas que le papier à la pâte de bois.

La National Fibre Products Ce, New-York [1], a fait breveter il y a quelques années [2] une machine pour l'extraction et le traitement de la tourbe ne détériorant pas les fibres en vue de leur utilisation pour la fabrication du papier.

A Capac (Etat de Michigan) les machines à papier utilisent la tourbe directement à sa sortie du marais.

Enfin, la tourbe possède encore un certain nombre d'autres emplois tels que la fabrication des nitrates (nitrières) et de l'alcool éthylique.

Pierre GUIEU,
Ingénieur, élève de l'Ecole de Physique et de Chimie.

(1) DUBOSC. *Traité complet de la tourbe*, p. 176.
(2) ESCARD. *Loc. cit.*, p. 683.

(1) *Journal of the Canadian Peat Society*, août 1913, t. II, n° 3, p. 27.
(2) *Brevet canadien n° 147 434*, 22 avril 1913.

Revues, analyses et informations

Procédé Dubrisay pour l'essai de viscosité des huiles de graissage.

La viscosité est, comme on sait, définie par la formule de Poiseuille

$$Q = \frac{\pi R^4 p}{8 \eta L},$$

qui donne la quantité Q de liquide débitée par unité de temps à travers un tube rectiligne de rayon intérieur R et de longueur L sous une pression p et où η est le coefficient de viscosité du liquide.

Pour les applications pratiques, on ne cherche pas, en général, à mesurer η en valeur absolue : on se borne le plus souvent à comparer la viscosité de l'échantillon étudié avec celle d'un échantillon type. Pour cela, il suffit de faire écouler à travers un même tube et sous la même pression les deux échantillons et à comparer les débits. On a construit différents instruments dont quelques-uns (l'appareil de Barbey, en particulier) permettent de faire ces mesures avec toute la précision désirable ; leur seul inconvénient est d'être coûteux et encombrants. Mais cet inconvénient est suffisant pour que dans les usines on procède rarement à l'essai de viscosité des huiles de lubrification avec le soin qui serait indispensable pour éviter tout grippement et tout échauffement des surfaces lubrifiées.

A la séance du 16 novembre dernier de la Société française de Physique, M. René Dubrisay, répétiteur à l'École polytechnique et actuellement détaché comme capitaine d'artillerie à la poudrerie de Sorgues, a fait connaître un dispositif très simple qui, par suite, n'a pas cet inconvénient.

L'appareil se compose d'une pipette à deux boules d'une capacité de 2 cm^3 chacune, sur laquelle sont tracés trois traits de repère A, B, C (fig. 1). A sa partie supérieure, on ajuste un tube de caoutchouc muni d'une pince de Mohr, on remplit la pipette de l'huile à essayer, on la plonge dans un vase contenant de l'eau et, la soutenant au moyen d'un support à pince, on la laisse dans le bain un temps suffisant pour que l'équilibre de température s'établisse entre l'huile et l'eau. On agit alors sur le support jusqu'à amener le trait de repère C au niveau de la surface libre de l'eau, on ouvre la pince de Mohr, puis on détermine au moyen d'un compteur à secondes l'intervalle de temps nécessaire pour que, par l'écoulement de l'huile, le niveau de celle-ci passe de A en B. La valeur de cet intervalle peut être prise, comme il est montré plus loin, comme valeur comparative de la viscosité.

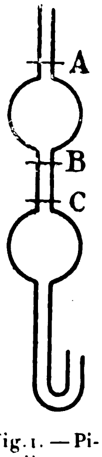


Fig. 1. — Pipette pour l'essai de viscosité des huiles par le procédé Dubrisay.

Un avantage du procédé est que la température à laquelle se fait l'essai est nettement définie : grâce à la grande chaleur spécifique de l'eau et en ayant soin de prendre une quantité suffisante de celle-ci, la température se maintient sensiblement la même pendant toute la durée de l'essai. D'autre part, il est facile, soit en chauffant l'eau, soit en la refroidissant (en y ajoutant quelques morceaux de glace ou en plongeant le récipient dans un mélange réfrigérant) d'opérer dans un intervalle de températures assez étendu. Cet avantage du procédé est important car, d'une part, la viscosité des huiles de graissage varie considérablement avec la température et, d'autre part, lors de son emploi, une huile de graissage peut se trouver portée à des températures notablement différentes suivant la température ambiante et suivant l'échauffement des pièces lubrifiées, de sorte qu'il est utile de déterminer cette viscosité à différentes températures.

Digitized by Google

Toutefois, on peut objecter que l'écoulement de l'huile au sein de l'eau n'est évidemment pas identique à l'écoulement dans l'air; que, d'un autre côté, la pression sous laquelle se produit l'écoulement varie pendant la durée de l'essai; enfin, que la pression au début de chaque essai n'est pas la même du fait que les divers échantillons d'huiles n'ont pas la même densité et que cette densité varie avec la température. On doit donc se demander si les résultats trouvés par ce procédé sont bien comparables entre eux et avec ceux que l'on obtient avec les procédés habituels d'essai.

Pour répondre à cette question, M. Dubrisay a étudié, tant avec son procédé qu'avec l'appareil de Barbey, des huiles de graissage bien définies. Les épreuves ont porté sur cinq échantillons classés par ordre de fluidité crois-

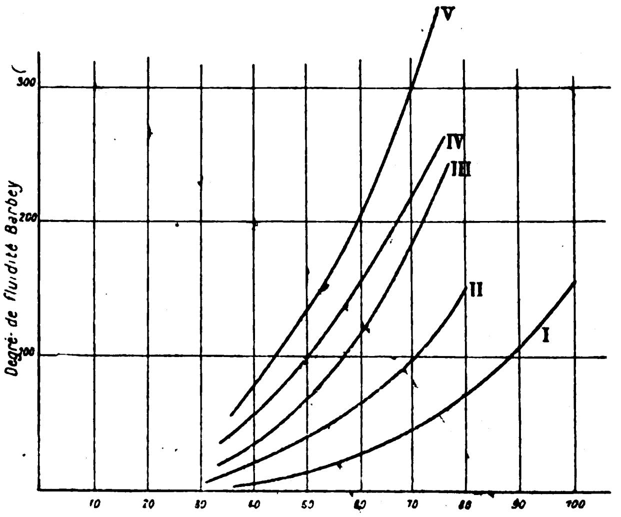


Fig. 2. — Courbes de fluidité (en degrés Barbey) de cinq échantillons d'huiles de graissage en fonction de la température.

sante. Le tableau suivant résume les résultats obtenus avec l'un de ces échantillons; le degré de fluidité Barbey est le nombre de centimètres cubes qui s'écoule en une heure de l'appareil Barbey; le degré de fluidité D est un degré conventionnel calculé en divisant 10000 par la durée d'écoulement trouvée avec le dispositif Dubrisay :

ECHANTILLON V : Engine oil n° 1 :

Densité à 15° : 0,937 — Echauffement sulfurique : 4,5

Degrés Barbey : à	35°	53
id.	50°	132
Id.	75°	364

Degrés D : à 10°	(durée d'écoulement : 22 min.	25 sec)		7,4
15°	(id.	10	10)	16
20°	(id.	6	5)	27
25°	(id.	3	45)	44
30°	(id.	2	25)	75

Ces résultats sont reproduits graphiquement par les courbes V des figures 2 et 3; on voit que ces courbes ont la même allure.

Les autres courbes de ces figures se rapportent aux quatre autres échantillons étudiés, échantillons dont voici la liste

Echantillon I : Valvoil XX. — Densité à 15° : 0,922. — Acidité minérale : 0. — Echauffement sulfurique : 6.

Echantillon II : Huile de ricin. — Densité à 15° : 0,965. — Acidité en acide oléique 1,4 pour 100. — Indice de saponification : 181. — Solubilité dans l'alcool : complète à volumes égaux.

Echantillon III : Motor oil A. — Densité à 15° : 0,946. — Echauffement sulfurique 5.

Echantillon IV : Motor oil E. — Densité à 15° : 0,914. — Echauffement sulfurique 7.

L'examen des deux figures montre que non seulement l'allure générale des deux systèmes de courbes est la

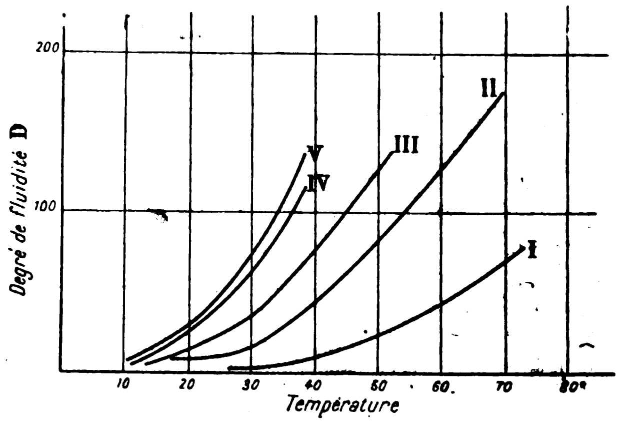


Fig. 3. — Courbes de fluidité (en degrés Dubrisay) des mêmes échantillons en fonction de la température.

même, mais que ces courbes se classent de la même manière les unes par rapport aux autres. Les indications fournies par le dispositif de M. Dubrisay ont donc la même valeur de comparaison que celles obtenues avec l'appareil Barbey.

Les condenseurs à surface pour service continu [1].

L'auteur étudie dans cet article les différents facteurs dont dépend la transmission de la chaleur dans les condenseurs à surface. Ces facteurs sont :

1° La différence des températures moyennes de la vapeur et de l'eau de circulation à l'intérieur du condenseur ;

2° *a*) La vitesse de l'eau dans les tubes ;

b) La partie plus ou moins grande de l'eau qui prend part à la transmission de la chaleur ;

3° La quantité d'air mêlée à la vapeur ;

4° La quantité de vapeur que le condenseur doit condenser par heure et par mètre carré ;

5° *a*) Le matériel de construction des tubes ;

b) L'état des surfaces dans les tubes ;

6° La disposition des surfaces refroidissantes par rapport au parcours de la vapeur.

1° *Influence de la différence des températures moyennes.* — Quand le degré de vide et la vitesse de l'eau de circulation sont normaux, la transmission de la chaleur est sensiblement proportionnelle à la différence de température.

Si la quantité et la température de l'eau de refroidissement sont données ainsi que la pression et la quantité de vapeur à condenser, on déterminera facilement la température de l'eau de refroidissement à sa sortie du condenseur

(1) Revue *B. B. C.*, publiée par la Société anonyme Brown-Boveri et Cie à Baden, Suisse, octobre 1915, février, mars 1916, p. 22, 40, et 141, 8 000 mots, 12 fig.

Digitized by Google

et par suite on aura facilement la température moyenne t_{ma} de cette eau de refroidissement. Les tables de Regnault donneront, d'autre part, la température de la vapeur à condenser, il ne reste plus à déterminer que la température de l'eau de condensation dont dépendra la température moyenne de la vapeur et, par suite, la différence des températures moyennes t_m.

La différence des températures moyennes t_m devant être aussi élevée que possible, on n'a pas intérêt à refroidir la température de l'eau de condensation, de plus, si on abaisse la température de cette eau, il faudra lui restituer les calories qu'on lui aura enlevées, soit dans l'économiseur, soit dans la chaudière, d'où perte d'énergie.

Dans les condenseurs à surface moderne, on se sert d'un éjecteur pour aspirer l'air, et une pompe centrifuge extrait l'eau de condensation qu'on refroidit le moins possible.

2° *a) Influence de la vitesse de l'eau dans les tubes.* — Le pouvoir de transmission de la chaleur augmente avec la vitesse de l'eau. On prendra donc la vitesse de l'eau la plus grande possible, ce qui permettra de réduire les dimensions du condenseur et aura de plus l'avantage de diminuer l'encrassement des tubes.

Dans les condenseurs actuels, comme ce sont toujours les tubes supérieurs qui prennent la plus grande part à la transmission de la chaleur, on s'arrange de manière que la vitesse de l'eau dans ces tubes soit supérieure à la vitesse moyenne. Si par exemple la vitesse moyenne est de 1 m : sec, la vitesse dans les tubes supérieurs pourra être de 1,5 m : sec.

b) Influence de la partie de l'eau qui prend part à la transmission de chaleur. — La vitesse de l'eau de circulation dépend naturellement de la quantité d'eau donnée, du nombre de faisceaux de tubes mis en série à l'intérieur du condenseur et est fonction inverse du diamètre des tubes.

On a donc intérêt à diminuer le diamètre des tubes, ce qui a en outre l'avantage de permettre à une quantité d'eau déterminée de prendre une plus grande part à la transmission de la chaleur ; cependant, pour permettre un nettoyage facile des tubes, il est bon de ne pas descendre au-dessous d'un diamètre de 22,4 mm, quoique, à bord des navires, on utilise des tubes de 15 mm de diamètre.

3° *Influence de la quantité d'air mêlée à la vapeur.* — Il importe que cette quantité d'air soit le plus faible possible, car il faut, à volume et à pression égaux, une surface de refroidissement 1 000 fois plus grande pour l'air que pour la vapeur. En général, la quantité d'air dissoute dans l'eau d'alimentation est très petite et la majorité de l'air qu'on peut rencontrer dans un condenseur provient des infiltrations qui peuvent se produire par les joints qui relient la partie basse pression de la turbine au condenseur.

Il faut donc assurer la meilleure étanchéité possible de ces joints, et dimentionner l'éjecteur d'air de façon à parer à toute fuite par les joints, s'il s'en produit.

4° *Influence de la charge du condenseur.* — La charge du condenseur a une influence considérable sur la transmission de chaleur. La figure 1 est un graphique résultant d'essais entrepris par la Société anonyme Brown-Boveri, et qui montre l'importance de la variation de charge du condenseur. On pourrait, au premier abord, supposer que ce fait est dû à la diminution de la densité de vapeur à la suite de l'augmentation du vide. En réalité, il n'en est rien, le graphique de la figure 2 montre en effet que, toutes choses égales d'ailleurs, à une diminution de vide de 12 pour 100 ne correspond qu'une diminution de la transmission de la chaleur de 3 pour 100 et, d'autre part, un passage de la pleine charge à la demi-charge ne provoque qu'une augmentation de vide de 1 pour 100, ce qui n'expliquerait pas la diminution de 25 pour 100 du coefficient de transmission de chaleur accusé par la figure 1.

L'auteur donne la solution suivante au problème : la

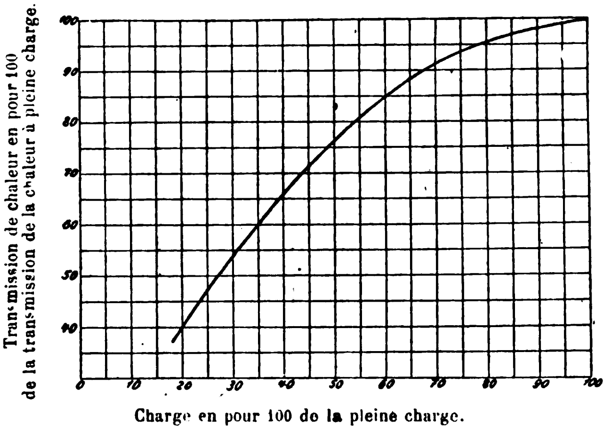


Fig. 1. — Transmission de la chaleur pour une charge variable du condenseur.

diminution du coefficient de transmission de chaleur n'est qu'apparente, et la figure 1 indique en réalité que la diminution de la surface de transmission. Car, lorsque la quantité

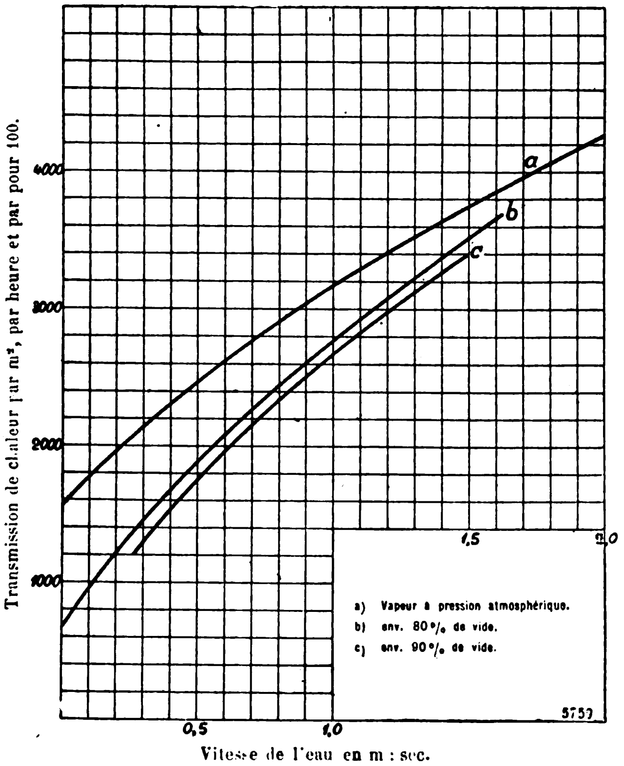


Fig. 2. — Transmission de la chaleur en fonction de la vitesse de l'eau.

de vapeur pénétrant dans le condenseur diminue, les tubes se trouvant près de l'entrée de vapeur seuls prennent part à la transmission de chaleur. Les tubes en aval du parcours de la vapeur sont entourés seulement par de l'air raréfié et

Digitized by Google

stagnant. On voit donc qu'il ne faut en aucun cas dimensionner trop largement les surfaces refroidissantes d'un condenseur. On doit également ne jamais produire de vide trop élevé par rapport à la température de l'eau de refroidissement.

5° a) *Influence de la composition de l'alliage constituant les tubes de condenseurs.* — Les tubes de condenseurs sont fabriqués ordinairement avec l'un des trois alliages suivants :

α) Tubes de cuivre :

Cuivre......	98 pour 100	alliage de 1re qualité pour condenseurs de bord.
Zinc........	1,5 pour 100 environ	
Autres éléments....	0,5 pour 100	

β) Tubes de laiton :

Cuivre..........	70 pour 100	alliage de 2e qualité pour condenseurs de bord.
Zinc............	29 pour 100	
Etain..........	1 pour 100	

γ) Tubes de laiton :

Cuivre..........	63 pour 100	alliage normal.
Zinc............	37 pour 100	

On a employé aussi, pour éviter la corrosion, l'alliage suivant.

Cuivre	70 pour 100.
Zinc	28 pour 100.
Plomb	2 pour 100.

De légères modifications dans la composition des alliages ne semblent pas avoir une très grande importance, mais il faut en tout cas constituer les tubes avec des métaux dépourvus d'impuretés, prendre de grandes précautions pour leur fabrication, et s'assurer par des mesures de protection contre les phénomènes d'électrolyse.

Le coefficient de transmission de chaleur est sensiblement le même pour les alliages que nous venons de citer.

Quelques constructeurs ont fabriqué des condenseurs avec des tubes de fer, le pouvoir de transmission de chaleur de ces tubes est plus faible que celui des tubes en laiton. Les condenseurs à tubes de fer sont moins coûteux, mais leurs tubes sont sujets à la corrosion, et finalement, à cause des frais d'entretien plus élevés, ils sont moins économiques que les condenseurs à tubes de laiton.

b) *Influence de l'état de la surface des tubes.* — Il importe que les surfaces interne et externe des tubes soient aussi propres que possible.

Quand le condenseur est monté avec une turbine, l'encrassement de la surface extérieure des tubes n'est qu'accidentelle, car la vapeur provenant de la turbine ne renferme de l'huile qu'accidentellement. Mais il n'en est pas de même pour la surface intérieure des tubes qui peut être recouverte de boues ou de tartre par une eau impure : le seul remède consiste en des nettoyages fréquents et consciencieux.

La Société anonyme Brown-Boveri construit des condenseurs avec chambres d'eau aux extrémités qui permettent, en enlevant le couvercle de ces chambres, de nettoyer le condenseur sans avoir à démonter des conduites ; elle fabrique également des condenseurs doubles qu'on peut nettoyer par moitié sans interrompre le fonctionnement de l'appareil.

6° *Influence de la disposition des surfaces refroidissantes.* — Cette influence n'est pas négligeable quoi qu'en disent certains constructeurs ; les surfaces refroidissantes doivent être disposées de telle façon que les tubes refroidisseurs soient partout baignés par la vapeur à condenser et non par de l'air stagnant, afin que toute leur surface soit utilisée pour la condensation de la vapeur. Toute formation de poche d'air doit être évitée pour la même raison.

Condenseurs pour service continu système B. B. C. — Nous avons dit plus haut que la Société anonyme Brown-Boveri et Cie fabriquait des condenseurs qui sont construits de telle façon qu'on peut les nettoyer sans interrompre le service, nous allons décrire ces condenseurs et montrer les avantages qu'ils présentent.

Dans les installations modernes dans lesquelles on emploie des turbines à vapeur, on se sert de préférence, quand cela est possible, de condenseurs à surface ; ces condenseurs ont, en effet, l'avantage de permettre d'obtenir un vide élevé avec une consommation d'énergie relativement faible et de pouvoir utiliser l'eau de condensation, qui est exempte de traces d'huile avec les turbines, pour l'alimentation des chaudières. Mais l'inconvénient du système est, comme il a été déjà dit, la nécessité de nettoyer fréquemment la surface interne des tubes dès que l'eau de refroidissement n'est pas pure.

D'un autre côté, on a intérêt, au point de vue économique à arrêter la machine le moins souvent possible, et les turbines actuelles pouvant fonctionner sans arrêts pendant plusieurs mois de suite, le nettoyage du condenseur seul occasionnera l'arrêt. Le système décrit ci-dessous permet le nettoyage du condenseur sans nécessiter l'arrêt de la turbine.

Construction du condenseur. — La chambre de condensation ne présente aucune particularité, elle est traversée par un faisceau de tubes fixés à leurs deux extrémités dans les plaques tubulaires ; l'eau circule à l'intérieur des tubes et la vapeur baigne leur surface extérieure. Une paroi

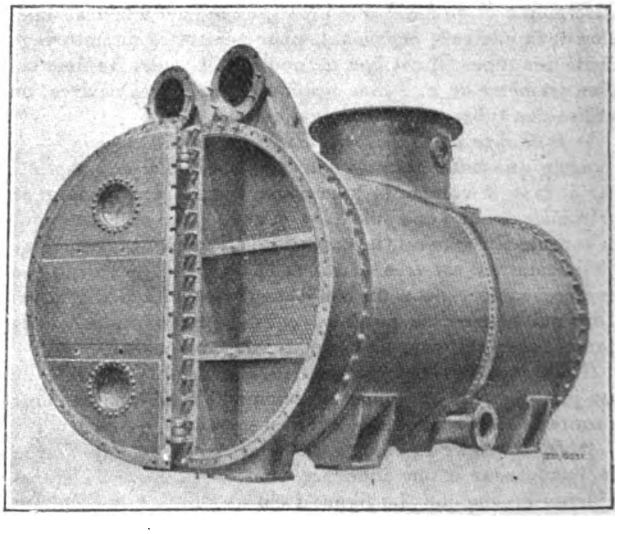


Fig. 3. — Condenseur pour service continu système Brown-Boveri et Co (une moitié du condenseur est ouverte.)

sépare les chambres d'eau en deux parties symétriques par rapport au plan médian vertical. Chaque moitié possède une arrivée et une évacuation d'eau séparées. Les couvercles d'extrémité ont chacun deux battants qui s'ouvrent en tournant sur une charnière située dans le plan médian vertical du condenseur. La figure 3 montre un tel condenseur dont une des moitiés est ouverte.

Digitized by Google

Nettoyage. — On ferme les vannes d'arrivée et d'évacuation de l'eau de refroidissement correspondant à la moitié du condenseur qu'on désire nettoyer, on vide les chambres d'eau au moyen des robinets de vidange et on ouvre à chaque bout les moitiés du couvercle. On peut alors procéder au nettoyage de la surface interne des tubes.

La vapeur ne se condense plus dans la partie ouverte et se dirigera vers la deuxième moitié de l'appareil parcourue par l'eau de refroidissement et où elle est appelée par le vide produit par la condensation. La diminution du vide dans le condenseur n'est pas importante et varie entre 1 pour 100 et 3 pour 100.

Calcul du vide quand la surface refroidissante et la quantité d'eau de refroidissement sont réduites de moitié. — L'auteur fait les deux hypothèses suivantes : 1° la quantité d'eau de refroidissement est réduite de moitié ; 2° le coefficient de transmission de la chaleur demeure le même.

Soient par exemple les valeurs numériques suivantes :

n, rapport de la quantité d'eau de refroidissement à la quantité de vapeur condensée $= 55$;

t_e, la température de l'eau à l'entrée $= 15°$ C ;

t_s, la température de l'eau à la sortie $= 25°$ C ;

t_c, la température de l'eau de condensation $= 28°$ C ;

t_v, la température de la vapeur $= 32°$ C (correspond à un vide de 95,5 pour 100).

L'eau de refroidissement en passant de la température t_e à la température t_s absorbera une quantité de chaleur

$$Q = n\,(t_s - t_e),$$

ou en remplaçant les lettres par leurs valeurs respectives

$Q = 55\,(25 - 15) = 550$ calories par kilogramme de vapeur.

La température moyenne de la vapeur t_{mv} étant $\frac{32+28}{2} = 30°$ et la température moyenne de l'eau de refroidissement t_{ma} étant $\frac{15+25}{2} = 20°$, la différence des températures moyennes entre la vapeur et l'eau $\Delta t_m = t_{mv} - t_{ma}$ est de $30 - 20 = 10°$ C.

Si on admet que le coefficient de transmission de chaleur c a pour valeur 2 000 calories par mètre carré de surface refroidissante, la quantité de vapeur qu'on pourra condenser par mètre carré de surface refroidissante, par degré centigrade de chute de température et par heure sera donnée par l'expression

$$v = \frac{c\,\Delta t_m}{Q} = \frac{2000.10}{550} = 36{,}4 \text{ kg : m}^2.$$

Supposons maintenant qu'une moitié seulement du condenseur soit utilisée. La quantité de vapeur à condenser par mètre carré de surface refroidissante est alors

$$2 \times 36{,}4 = 72{,}8 \text{ kg}.$$

Le rapport entre la quantité d'eau de refroidissement et la quantité de vapeur devient deux fois plus petit, ou $\frac{55}{2} = 27{,}5$, il en résulte une augmentation de la température de l'eau de condensation

$$t_s - t_e = \frac{550}{27{,}5} = 20°,$$

et la différence de température Δt_m sera également doublée

$$\Delta t_m = Q = \frac{v}{c} = 550 . \frac{72{,}8}{2000} = 20°.$$

En admettant que la différence de température entre l'eau de condensation et la vapeur ($t_v - t_c$) soit restée constante, et que la quantité de chaleur enlevée par l'eau de refroidissement reste la même, l'auteur a trouvé que la température de la vapeur à l'entrée est de 47° et que la température de l'eau de condensation était de 43°, d'où $t_m = 45°$ C. La température de la vapeur de 47° C correspond à un vide de 89,5 pour 100; il y a donc une perte du vide de 6 pour 100 alors qu'on avait annoncé plus haut que cette perte mesurée pratiquement variait entre 1 pour 100 et 3 pour 100.

Cela résulte qu'en réalité, contrairement à ce qui a été admis dans le calcul, la quantité d'eau de refroidissement ne sera pas diminuée de moitié et, par conséquent, son augmentation de température sera plus faible que celle calculée. D'autre part, la quantité d'eau étant plus grande dans la moitié en fonctionnement du condenseur, la vitesse sera plus grande et, par suite, le coefficient de transmission de chaleur également plus élevé. L'augmentation de charge pour la moitié du condenseur en service sera aussi une autre cause d'augmentation de la valeur du coefficient de transmission de chaleur.

Calcul de la quantité d'eau de refroidissement fournie par la pompe centrifuge. — L'auteur détermine sur un exemple la différence de la quantité d'eau de refroidissement quand les deux moitiés et une seule moitié du condenseur sont en service. Il suppose que la vitesse moyenne de l'eau dans le condenseur est de 0,62 m : sec et que la pompe centrifuge de circulation ait pour caractéristique la courbe débit-pression E de la figure 4.

Il admet de plus que la différence de niveau est de 6 m,

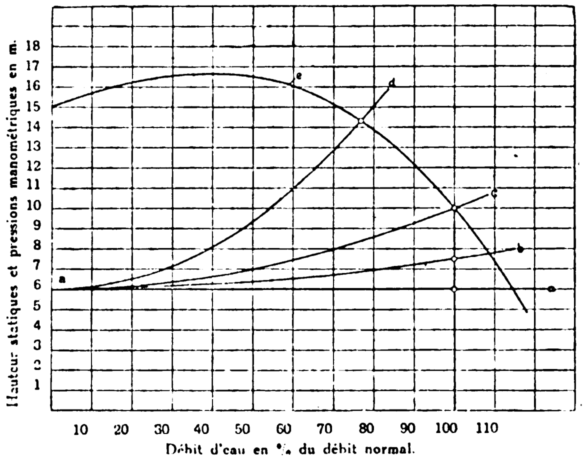


Fig. 4. — Graphique de détermination du débit d'eau quand la surface refroidissante est réduite de moitié.

la perte de charge dans la conduite de 1,5 m, et celle dans le condenseur de 2,5 m. La hauteur manométrique de refoulement est donc 10 m.

Il résout le problème graphiquement (fig. 4), il porte en abscisses le débit d'eau en pour 100 du débit normal et en ordonnées, les différences de cotes et les pertes de charge dans le condenseur, et adopte la même échelle que pour la

78 b

Digitized by Google

courbe des pressions en fonction de la quantité d'eau. Il obtient ainsi la courbe a — a de cote 6 m qui représente la différence de niveau, puis la parabole a — b qui passe par le point H = 7,5 m, qui représente l'augmentation de hauteur due à la résistance dans la conduite, et la courbe a — c, également une parabole qui passe par le point H = 10 m et qui représente la hauteur de refoulement manométrique totale de l'installation pendant le fonctionnement des deux moitiés du condenseur.

Si on met hors de service une des moitiés du condenseur, la perte de charge dans la conduite, pour une même quantité d'eau reste sensiblement la même, seule la résistance du condenseur subira une modification. Si la quantité d'eau de refroidissement reste la même et que le passage de l'eau est réduit de moitié, la résistance du condenseur sera quatre fois plus grande. On obtiendra donc la hauteur manométrique totale de refoulement pour la marche avec une seule moitié du condenseur en multipliant par 4 la différence entre les deux paraboles a — b et a — c, ce qui donne la courbe a — d dont le point d'intersection avec la courbe e donne le point pour lequel la hauteur manométrique totale est égale à la pression de refoulement de la pompe.

Dans l'exemple choisi, la quantité d'eau correspondante est de 75 pour 100 de la quantité normale et non de 50 pour 100 comme on l'avait admis tout d'abord. L'élévation de température correspondante sera, puisqu'on a admis que la chaleur cédée par la vapeur reste la même,

$$\frac{10}{0,77} = 13 \text{ pour } 100.$$

La vitesse de l'eau dans les tubes n'est plus de 0,62 m : sec, mais est augmentée dans la proportion de 50 à 77, c'est-à-dire de 54 pour 100, elle sera donc de 0,95 m : sec. La figure 5 montre que cette augmentation de vitesse a pour

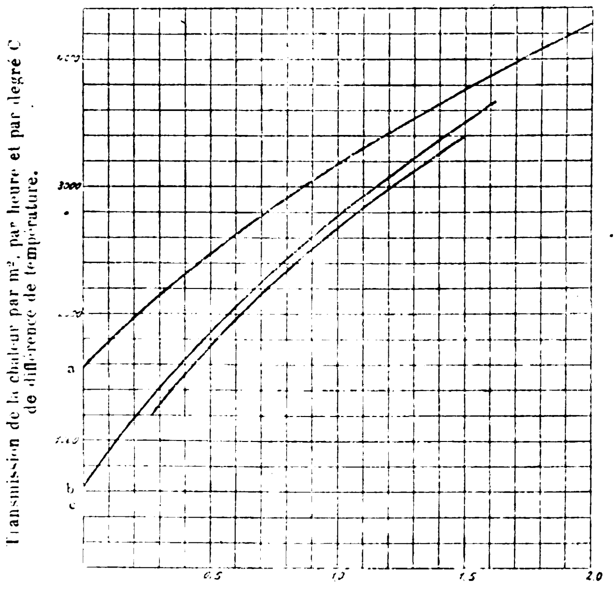


Fig. 5. — Transmission de la chaleur en fonction de la vitesse de l'eau : a) vapeur à la pression atmosphérique; b) vapeur à 80 pour 100 de vide; c) vapeur à 90 pour 100 de vide.

conséquence une augmentation du coefficient de transmission de chaleur qui passe de 2 000 à 2 600 calories par mètre carré de surface refroidissante, par degré centigrade de différence de température et par heure.

La charge, comme nous l'avons dit plus haut, influe également sur le coefficient de transmission de chaleur.

Si la condensation de 36,4 kg de vapeur par mètre carré de surface refroidissante correspond à 80 pour 100 de la charge normale, la charge sera doublée et passera à 160 pour 100 de la charge normale quand on supprimera une moitié du condenseur. La figure 6 montre que dans ce cas le coef-

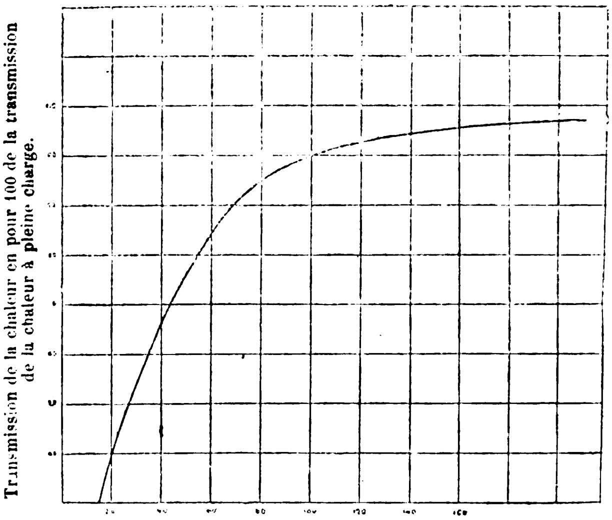


Fig. 6. — Transmission de la chaleur en fonction de la charge du condenseur.

ficient de transmission de chaleur augmente d'environ 10 pour 100. La transmission de chaleur par mètre carré de surface refroidissante, par degré centigrade de différence de température et par heure sera donc de 2 860 calories.

Déterminons alors la température moyenne de la vapeur.

L'élévation de la température de l'eau est

$$\Delta t_a = \frac{550}{0,77 \times 55} = 13,° \text{ C}.$$

La température à la sortie est donc

$$t_s = t_e + 13° = 28° \text{ C};$$

d'où

$$t_{ma} = \frac{15 + 28}{2} = 21,5° \text{ C}.$$

La différence des températures moyennes entre la vapeur et l'eau est

$$\Delta t_m = \frac{rQ}{c} = \frac{2 \times 36,4 \times 550}{2\,860} = 14° \text{ C},$$

il en résulte que $t_{mv} = 35,5°$ C et l'auteur a trouvé que la température de l'eau condensée est 33,5° C et celle de la vapeur de 37,5° C qui correspond à un vide de 93,75 pour 100.

La perte de vide, quand une moitié du condenseur fonctionne seule, est donc de 1,75 pour 100.

Digitized by Google

L'auteur termine en indiquant divers procédés de nettoyage des condenseurs et en particulier le nettoyage par une solution d'HCl à 3 pour 100.

H. C.

L'électricité dans les constructions navales et à bord des bâtiments aux Etats-Unis (1).

Le développement formidable, pris depuis deux ans par les constructions navales aux Etats-Unis, a nécessité une augmentation correspondante de la production de la force motrice et particulièrement de l'électricité, très largement employée sur tous les chantiers américains.

Construction des navires en acier. — La construction des navires en acier comporte une multitude d'opérations qu'il serait trop long, ici, de passer en revue. Le lecteur pourra se faire une idée de l'importance prise par l'électricité dans ces travaux par la lecture de la description de deux grands chantiers navals.

Chantiers de Fore River. — Les chantiers de la Fore River Ship Building Company de Quincy (Etat de Massachusets) sont devenus les plus importants de la côte de l'Atlantique pour la construction des grandes unités navales. Ils comportent une installation absolument moderne qui leur permet de construire eux-mêmes tous les éléments des navires y compris l'équipement électrique, les machines à vapeur alternatives et les turbines à vapeur; 275 moteurs de puissance variant de 0,25 à 100 ch assurent la commande des diverses machines dont les trois quarts environ accouplées directement ou commandées par engrenages et un quart seulement par courroies. La puissance totale des moteurs est de 3 800 ch; néanmoins, la charge moyenne des génératrices n'est que de 800 ch pour l'ensemble de l'éclairage et de la distribution de force correspondant au nombre de machines effectivement en service simultanément.

Le courant est distribué aux divers bâtiments par des lignes aériennes et des lignes souterraines. Chaque atelier a son groupe particulier de lignes d'arrivée aboutissant, par le plancher, à un tableau de distribution d'où les feeders partent vers les différentes machines-outils. Un surveillant, placé dans chaque atelier en un point d'où il peut voir toutes les machines, en assure le fonctionnement et est chargé du démontage de toutes les parties délicates telles que régulateurs et contrôleurs. Tous les feeders sont souterrains et amenés aux machines sous tubes d'acier, de sorte que nulle part il ne se trouve de fils exposés à des accidents.

On est surpris par la grande variété d'appareils de levage électriques : un pont roulant, notamment, qui passe pour le plus grand du monde a une portée de 60 m et une course de plus de 330 m. Il est équipé avec sept moteurs électriques.

Chantiers de Ames. — La Ames Ship Building and Dry Dock Company a construit dernièrement et exploite actuellement des chantiers de constructions navales à West Waterway, Seattle (Etat de Washington). Le courant pour l'éclairage et la force motrice est fourni par la centrale municipale de Seattle, au moyen de trois sources indépendantes permettant d'éviter ainsi toute interruption de service. L'énergie est pourvue sous forme de courant triphasé à 13 000 v, 60 p : sec ; la tension est abaissée à 2 300 v dans une sous-station comprenant trois transformateurs.

La salle des machines comporte trois compresseurs d'air, commandés par moteurs d'induction à 2 300 v. Trois groupes moteur-générateur de 100 kw installés dans la salle des chaudières sont entraînés par des moteurs synchrones qui abaissent le facteur de puissance du système. Ces groupes, produisent du courant continu à 250 v utilisé pour le déplacement des appareils de levage aériens sur leurs rails, des ponts roulants, etc.

La tension du courant pour la force motrice est abaissée, dans chaque bâtiment, à 440 v et tous les moteurs sont bobinés pour cette tension. Toutes les machines sont à commande individuelle, l'ensemble des ateliers comportant plus de 150 moteurs de 1 à 50 ch et d'une puissance totale de 2 000 ch.

Le tableau de distribution de lumière est installé dans la sous-station et des feeders aériens distincts alimentent directement chaque bâtiment.

Le système de la distribution de lumière dans les ateliers est à trois fils 125-250 v, l'éclairage est obtenu par lampes à azote à grande intensité et à réflecteurs, spécialement étudiés dans chaque cas.

Construction des navires en bois. — Cette industrie a pris un très grand essor au cours de ces derniers mois. Un certain nombre de chantiers navals faisant la construction en acier se sont équipés pour pouvoir également construire des navires en bois; mais il est certain que la majorité des navires en bois seront construits par des nouveaux chantiers établis spécialement dans ce but.

Il n'y a pas lieu de discuter les avantages de la commande électrique des machines à bois, le fait a été confirmé depuis longtemps par l'expérience. L'un de ces avantages les plus importants est la réduction des risques d'incendie lorsque le courant est fourni par un réseau; ce risque est en effet très grand lorsque l'énergie est produite sous forme de vapeur dans une salle de chaudières adjacente. Dans ce cas, les primes d'assurance sont considérables.

Choix des moteurs. — Le choix des moteurs de commande des machines à bois est de la plus grande importance et devra retenir toute l'attention des ingénieurs. Lorsque l'installation ne comporte qu'une distribution à courant continu, les moteurs devront être à enroulement compound ou à pôles auxiliaires, car, il est absolument essentiel qu'ils puissent résister aux pointes excessives qui peuvent se produire. Les moteurs à courant continu devront être complètement fermés. Lorsque l'installation comporte une distribution à courant alternatif, on adoptera les moteurs d'induction polyphasés à rotor en cage d'écureuil à haute résistance, le rotor à grande résistance permettant des accélérations rapides et fréquentes et donnant le couple de démarrage nécessité par la grande inertie des machines à bois.

Aspirateurs. — Suivant l'importance des ateliers un seul aspirateur peut absorber une puissance de 20 ch à 150 ch. Le système d'aspiration individuelle réalise une économie importante, aussi est-il adopté dans toutes les nouvelles installations; dans ce cas, le ventilateur est commandé par courroie par le moteur de commande de la machine, ou bien directement par un petit moteur individuel.

L'électricité a bord des navires. — Les projecteurs ont été la première application de l'électricité à bord des navires ; ils ont été introduits dès l'apparition des lampes à arcs, il y a environ cinquante ans. Puis, quelques années plus tard, fut adopté l'éclairage par lampes à incandescence d'un emploi général aujourd'hui sur tous les bâtiments; les moteurs électriques y trouvèrent également une large application dans des domaines très variés. La télégraphie sans fil reçut sa première application à bord des navires, il y a

(1) *Electrical Review*, Chicago, 7 juillet 1917, t. LXXI, n° 1, p. 1-29, 15 000 mots, 59 fig.

Digitized by Google

une vingtaine d'années; son développement a été si rapide qu'aujourd'hui elle est d'un emploi absolument général sur tous les bateaux, sauf peut être sur ceux faisant le service des côtes. Enfin, depuis quelques années, la cuisson électrique est employée à bord de certains bâtiments, les résultats ont été satisfaisants et cette application de l'électricité tend à se généraliser

Éclairage. — Lorsque, par mauvais temps, toutes les écoutilles sont fermées, l'intérieur du navire devient obscur et l'air est insuffisamment renouvelé. Aussi toutes les lampes à pétrole, à acétylène, etc., accroissent-elles encore l'insalubrité des locaux. Elles constituent en outre un danger continuel d'incendie, nécessitent un entretien fréquent et donnent un mauvais éclairage. Il n'est donc pas étonnant que, dès son apparition, la lampe électrique à incandescence ait été adoptée pour l'éclairage à bord. Aujourd'hui la lampe à filament de tungstène a déjà partout remplacé la lampe à filament de charbon, sauf aux endroits soumis à de fortes vibrations. Dans les salles à manger, les salons et autres pièces de grandes dimensions on emploie avec succès des unités à grande intensité munies de réflecteurs spéciaux qui procurent un éclairage élégant et économique.

L'éclairage permanent des parties du bâtiment qui ne reçoivent pas la lumière naturelle, telles que la chambre de chauffe, est assuré d'une façon économique au moyen de lampes à filament de tungstène.

Les feux du bord sont assurés au moyen de lampes de 25 w à lentilles de Fresnel et comportant un dispositif de contrôle aboutissant au poste du pilote.

Communications radiotélégraphiques. — La radiotélégraphie fut utilisée dès 1901 pour permettre la communication entre les navires et la terre et aussi des navires entre eux, mais ce ne fut qu'en 1909 que son utilité fut démontrée à la suite d'une collision du steamer « Republic » dans l'Atlantique. Le navire fit des appels au moyen de la télégraphie sans fil et tout le personnel put être sauvé avant que le navire ne coulât. A partir de ce moment l'emploi de la radiotélégraphie dans la marine se généralisa.

Depuis juillet 1911, tout navire quittant un port américain doit être pourvu d'appareils lui permettant de communiquer à une distance de 100 milles de jour ou de nuit.

Propulsion électrique des navires. — La propulsion électrique des navires n'a été sérieusement prise en considération que lors de l'adoption des turbines à vapeur. Le meilleur rendement des hélices est à la vitesse de 80 à 125 t : min, tandis que celui des turbines correspond à des vitesses de 2 000 à 3 600 t : min. Pour ces dernières, on est donc conduit à adopter la commande par engrenage des arbres d'hélices qui, dans certaines conditions, est plus avantageuse que la propulsion électrique directe, particulièrement sur les navires de guerre et les croiseurs, en ce sens qu'elle permet une marche économique entre des limites de vitesse beaucoup plus grandes.

Dans la propulsion électrique, la turbine principale entraîne un alternateur triphasé accouplé directement qui fournit l'énergie aux moteurs d'induction spéciaux commandant les arbres d'hélices. Dans les vaisseaux à fort tonnage il en résulte une économie appréciable d'encombrement et de poids, un rendement plus grand et une manœuvre plus simple. Les bateaux équipés pour la propulsion électrique actuellement en service, donnent de bons résultats, de sorte que ce système tend à se propager.

L'ÉLECTRICITÉ DANS LES CALES SÈCHES. — La cale sèche est l'annexe indispensable du chantier de constructions navales.

La Chicago Shipbuilding Company a construit en 1915, sur les Grands Lacs aux chantiers de South Chicago, une cale sèche moderne qui dépasse en grandeur tout ce qui existait alors [1]. Toute l'installation fonctionne à l'électricité, le courant arrivant sous forme triphasée à 4 000 v, 60 p : sec. Une sous-station extérieure comporte trois transformateurs 4 000/220 v montés sur poteaux, à côté de la salle des pompes.

La salle des pompes, construite en ciment, comprend deux unités principales constituées chacune par un moteur vertical à cage d'écureuil de 200 ch, 220 v accouplé directement à une pompe centrifuge Wheeler débitant 136 000 litres d'eau à la minute et tournant à pleine charge à 287 t : min.

Une pompe centrifuge Wheeler d'un débit de 18 000 l : min commandée directement par un moteur à cage d'écureuil de 40 ch pompe l'eau de la cale pendant la réparation des navires.

P. G.

[1] Voir *Electrical Review and Western Electrician*, 28 avril 1917.

Notes pratiques

Installation temporaire de moteur sur aires bétonnées [1]. — On construit d'abord un soubassement carré en bois sur lequel le moteur sera installé ; au lieu de le fixer par des chevilles à travers le béton du parquet, on l'assujettit au moyen de ciseaux à froid que l'on enfonce avec un marteau de forgeron, tout le long du côté le plus rapproché de l'appareil entraîné par le moteur. Entre le côté opposé et le plafond on coince deux poteaux de 5 × 10 cm ; ces poteaux sont cloués, coincés et contre-fichés comme l'indique la figure. Ils servent à maintenir le soubassement contre le sol, tandis que les ciseaux à froid l'empêchent de glisser. Le moteur est fixé au soubassement par des vis.

P. V.

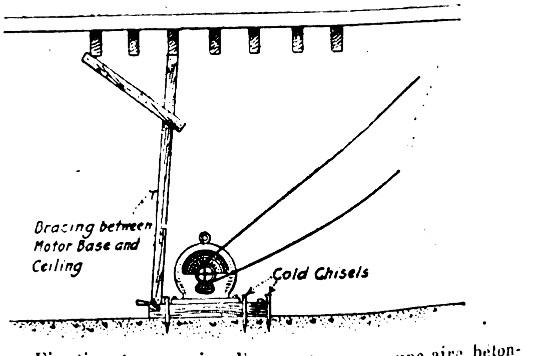


Fig. 1. — Fixation temporaire d'un moteur sur une aire bétonnée — Cold chisels, ciseau à froid ; Bracing letween motor base and leiting, arc-boutant entre le soubassement et le plafond.

[1] H.-S. RICH. *Electrical World*, 17 mars 1917, t. LXIX, p. 512, 100 mots, 1 fig.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

Les promesses de vente dites « option » et les délais moratoires A propos d'un jugement du tribunal civil de la Seine du 21 juillet 1917

L'auteur cite un jugement du tribunal civil de la Seine qui vient de donner une indication très précise sur la portée générale et l'étendue du décret du 10 août 1914; ce jugement confirme que les contrats dits « d'option » bénéficient du moratorium pourvu qu'ils aient été conclus avant le 4 août 1914, et que leurs clauses ne doivent reprendre leur effet qu'à partir d'une certaine date qui sera fixée par un décret postérieur.

I. — On sait que, s'il y a un contrat fréquent, en matière de chutes d'eau par exemple (et, d'une façon générale, en matière immobilière parce que les acquisitions fermes coûteraient fort cher), c'est bien le contrat dit « d'option », par lequel un acheteur éventuel obtient d'un propriétaire le droit formel et exclusif d'acquérir son bien dans un délai déterminé. La guerre a trouvé en cours un nombre considérable de conventions de cette nature : personne n'ignore que ces sortes de contrats deviennent absolument caducs et sont réputés nuls et non avenus, si le délai fixé s'achève, sans que l'acquéreur éventuel ait convoqué le propriétaire pour faire la rédaction définitive de l'aliénation. C'est pour ce motif que l'on peut dire très exactement que la levée de l'option nécessite *toujours un acte précis*, par lequel le bénéficiaire de cette option révèle son intention formelle d'*acquérir*.

Dès les premiers jours de la mobilisation, le gouvernement se préoccupa de cette situation, aussi intéressante qu'une autre qui, cependant, est plus connue : nous voulons parler de ceux qui ont à redouter une prescription ou une péremption résultant d'un délai de procédure, par exemple la privation automatique du droit de faire appel ou opposition. Un décret du 10 août 1914 a réglé toutes ces situations en disant *d'abord* que sont suspendus pendant toute la durée des hostilités toutes prescriptions et péremptions en matière civiles, commerciales ou administratives et tous délais impartis pour signifier, exécuter ou attaquer les décisions des tribunaux judiciaires ou administratifs et *ensuite*, en donnant — relativement au délai contractuel devant amener la péremption d'un droit — un article 5 dont le texte formel est ainsi conçu : « Pendant le même temps (c'est-à-dire pendant la durée des hostilités) cesseront de produire effet les clauses des contrats qui stipulent une déchéance en cas d'inexécution, dans un délai ou à une date préfixe à condition que ces contrats aient été conclus avant le 4 août 1914. Un décret déterminera la date à partir de laquelle lesdites clauses reprendront leur effet ».

A lire ce texte, il semble évident que l'on puisse en exprimer l'idée maîtresse dans une rédaction un peu libre, mais cependant sincère, en disant : « Toute personne qui, en temps normal, aurait été déchue du droit de réaliser une promesse de vente, faute d'avoir annoncé dans le délai prévu son intention de passer l'acte, n'aura rien à craindre pendant la guerre jusqu'à la cessation des hostilités ; à cette date, elle connaîtra, au moyen du décret à intervenir, le temps dans lequel elle devra, sous peine d'être déchue inéluctablement, se servir du droit que le décret du 10 août 1914, paragraphe 5, lui aura conservé intact. »

Quelque temps après ce décret — quand on vit clairement que la guerre devait se prolonger au delà des cinq ou six mois qu'on s'était plu à considérer comme une durée maximum, on s'inquiéta de cet état de choses, de cette facilité donnée à la transgression complète des contrats; aussi, un nouveau décret du 15 décembre 1914 vint-il modifier ce que le premier texte avait de trop absolu; il donna au président du tribunal civil (mais seulement à l'égard des personnes non présentes sous les drapeaux, ni domiciliées dans les circonscriptions judiciaires à déterminer par décret), *le droit de lever la suspension*, prononcée par l'article 5 du décret du 10 août 1914, des *effets* des clauses contractuelles stipulant une déchéance en cas d'inexécution dans un délai ou à une date préfixe. Mais il faut évidemment que la personne, qui prétend avoir un intérêt à solliciter ce retour au droit commun, ait fait valoir ses motifs au moyen d'une requête présentée au président du tribunal civil et ait obtenu de ce magistrat une ordonnance prononçant formellement la levée de la suspension. Toutefois, nous ne croyons pas que beaucoup de personnes aient profité de cette faculté donnée par le nouveau décret [1]; en tout cas, personnellement, nous n'en

[1] C'est à dessein que nous ne parlons pas, dans l'énumération des textes, de la loi du 4 juillet 1915, parce que cette loi n'a en rien modifié, pour le présent, le décret du 10 août 1914 qui reste et restera toujours la véritable charte des questions de prescription ou de péremption. La

Digitized by Google

avons rencontré aucune application et l'on doit considérer que les contractants, soit d'un côté, soit de l'autre, se sont bien trouvés, dans l'incertitude de l'avenir, de conserver le statu quo.

II. — Ceci étant expliqué, nous pouvons exposer avec quelque clarté une décision récente du tribunal civil de la Seine qui vient de souligner d'une façon très heureuse la portée générale et l'étendue du décret du 10 août 1914, notamment dans son article 5, c'est-à-dire dans la partie relative à la suspension des péremptions en ce qui concerne les promesses de vente : il a proclamé que cette prescription du décret étant très stricte, comme toutes les mesures exceptionnelles, les tribunaux avant tout, devaient la respecter et ne pas admettre qu'un plaideur puisse être considéré comme y ayant renoncé d'une façon tacite.

L'espèce qui était présentée au tribunal était particulièrement intéressante.

Les époux Blainville avaient prêté, suivant actes authentiques des 24 et 30 décembre 1911, une somme de 100000 fr à M. Debard, en prenant garantie hypothécaire sur la maison de ce dernier située boulevard Picpus; ce prêt était consenti pour cinq années; soit jusqu'au 30 décembre 1916 et, par mêmes actes, pendant ce délai, les époux Blainville étaient nantis formellement du droit de devenir acquéreurs de l'immeuble hypothéqué : ils devaient alors réaliser la vente avant le 31 décembre 1916, faute de quoi ils se trouveraient déchus de tous droits à la promesse de vente par la seule échéance du terme, à moins qu'une prolongation de délai n'intervînt entre les intéressés : la vente devait avoir lieu contrat en main, moyennant le paiement de 180 000 fr faisant la différence entre le prix total de 280 000 fr et la somme versée antérieurement par l'acquéreur à titre de prêt.

C'est dans ces conditions que, dans le courant du mois de décembre 1916, les époux Blainville annoncèrent au propriétaire Debard leur intention de lui acheter sa maison, mais en le priant de proroger l'échéance prévue pour l'exigibilité du solde du prix jusqu'au quatrième mois à compter de la cessation des hostilités, à cause de l'extrême pénurie des capitaux disponibles à notre époque.

Le propriétaire refusa cette proposition.

Le 30 décembre 1916, les époux Blainville firent sommation de réaliser la promesse de vente dans les termes mêmes où elle avait été consentie.

Or, on se rappelle que l'acte portait que cette réalisation devait avoir lieu *avant le 31 décembre 1916*, il était donc matériellement impossible de l'effectuer dans la journée du 30, c'est-à-dire le jour même de la sommation; M. Debard qui, paraît-il, était devenu plus désireux de conserver son immeuble que de le vendre au prix total de 280 000 fr, s'empressa de répondre que, dès le 31 décembre, la date de la réalisation était passée et que la promesse de vente était complètement périmée : il fit offres réelles, par acte d'huissier en date du 4 janvier 1917, aux époux Blainville de leur rembourser les 100 000 fr dus par lui; à quoi les époux Blainville répondirent à leur tour, le 11 janvier 1917 par un acte d'offres réelles portant sur le solde de 180 000 fr dû par eux.

Mais Debard demanda la nullité des offres de Blainville comme absolument tardives et le procès s'engagea sur ce terrain.

III. — Le système de Debard était simple : nous l'avons indiqué suffisamment par la simple constatation des dates : l'acte portait que la réalisation devait être faite, *avant* le 31 décembre 1917, et la sommation de réaliser avait été faite le *30 décembre 1917* à une époque évidemment tardive puisqu'elle ne permettait pas la réalisation avant le 31 ; au matin même dudit jour, aux termes de l'acte, il était évidemment trop tard.

A cela les époux Blainville répliquaient que s'ils avaient fait sommation le 30 décembre, c'est parce qu'il leur avait paru bon de faire un acte surérogatoire, mais qu'ils n'y étaient en aucune façon tenus, étant couverts par le décret du moratorium du 10 août 1914, et notamment par l'article 5 de ce décret, article qui suffit pour enlever toute déchéance, ainsi qu'il a été expliqué.

Cette réplique était évidemment contre Debard un argument très grave; aussi chercha-t-il à y échapper, en soutenant que tacitement les époux Blainville avaient renoncé au bénéfice du décret. N'avaient-ils pas, dans le courant du mois de décembre, cherché à faire une novation à leur contrat d'option, en demandant la réalisation de la vente sous forme d'un contrat à terme pour le paiement, sollicitant un délai de quatre mois *devant expirer après la cessation des hostilités* pour se libérer d'une façon complète? Ne pouvait-on point dire qu'ils avaient abandonné l'idée inscrite au contrat de réaliser *avant* le 31 décembre? Et, abandonnant ainsi leur propre convention, n'avaient-ils pas renoncé à se servir du décret s'appliquant à cette convention seule? Le tribunal a rejeté encore l'argument de M. Debard; il a

loi du 4 juillet 1915 ne statue en réalité que pour l'avenir et a pour but de préciser un point que l'on prévoyait devoir être litigieux. A quels délais s'applique le décret du 10 août 1914? Est-ce à tous les délais que la guerre aura trouvés en cours, même ceux qui arriveraient à expiration après la cessation des hostilités, ou bien s'appliquent-ils simplement aux délais dont le terme normal serait arrivé entre la mobilisation et la fin des hostilités? La question a une très grande importance : dans la première hypothèse, il faudrait qu'à la fin des hostilités, dans la période que l'on appelle « l'après-guerre », nous fussions contraints de considérer rétrospectivement que la vie normale pendant toute la période de la guerre a été comme arrêtée, de nouveaux délais venant s'ajouter automatiquement à tous ceux qui auraient été ainsi suspendus. Dans la seconde hypothèse beaucoup plus normale, on n'aurait à considérer comme interrompus que les délais arrivant à expiration dans cet intervalle de temps compris entre le commencement et la fin des hostilités.

La loi du 4 juillet 1915 n'a été écrite que pour confirmer d'une façon indiscutable la deuxième hypothèse. Nous n'insistons pas sur ce point et nous ne croyons pas utile de reproduire le texte législatif : il n'a qu'à revendiquer une particularité toute spéciale, celle d'être un chef-d'œuvre d'obscurité.

Digitized by Google

déclaré qu'une renonciation formelle aurait pu seule être prise en considération mais qu'il ne saurait y avoir une renonciation tacite à une disposition expresse d'un décret d'exception.

Il nous paraît intéressant, étant donnée l'importance de la question, de reproduire in extenso le jugement de la deuxième chambre du tribunal de la Seine en date du 21 juillet 1917 que l'on trouvera rapporté dans la « Gazette des Tribunaux » du 1[er] novembre 1917 :

Le Tribunal;

Attendu que, suivant conventions du 24 décembre 1911, les époux Blainville se sont obligés à prêter au sieur Debard, pour un délai de cinq années, une somme de 100 000 fr, pour laquelle il devait leur être donné une garantie hypothécaire sur une propriété sise avenue de Saint-Mandé et boulevard de Picpus; qu'aux termes des mêmes conventions, Debard conférait aux époux Blainville, ou à défaut, à leurs héritiers ou représentants, la faculté d'acquérir ladite propriété; qu'il était stipulé que, si les époux Blainville entendaient user de cette faculté, ils devaient réaliser cette promesse de vente avant le 31 décembre 1916, faute de quoi ils se trouveraient déchus purement et simplement de tout droit à la promesse de vente par la seule échéance du terme, à moins qu'une prorogation de délai n'intervînt entre les intéressés; que la vente devait avoir lieu, contrat en main, moyennant le prix principal de 280 000 fr, sur lequel devaient s'imputer les 100 000 fr dont les époux Blainville se trouvaient créanciers et que les 180 000 fr de surplus devaient être payables, soit comptant dans l'acte même de vente, soit au plus tard dans les quatre mois du jour de la vente qui serait celui de l'entrée en jouissance avec intérêt à 5 pour 100 l'an de l'entrée en jouissance;

Attendu qu'en exécution desdites conventions, suivant acte reçu par Ploix, notaire à Paris, les 24 et 30 décembre 1911, Debard s'est reconnu débiteur envers les époux Blainville de la somme de 100 000 fr qu'ils lui ont prêtée le même jour et qu'il s'est engagé à leur rembourser le 31 décembre 1916 ;

Attendu qu'au cours du mois de décembre 1916 les époux Blainville ont prévenu Debard de leur intention de se rendre acquéreurs de l'immeuble, mais en lui demandant de proroger l'exigibilité du solde du prix d'un délai expirant quatre mois après la cessation des hostilités et ce à raison de l'actuelle rareté des disponibilités qui constitue un obstacle aux emprunts; qu'il n'a pas été donné suite à cette proposition et que le 30 décembre 1916, par exploit de Lebrun, huissier à Paris, les époux Blainville ont fait sommation à Debard de réaliser la promesse de vente dans les termes mêmes où elle avait été consentie ;

Attendu que, le 4 janvier 1917, Debard a fait offres réelles aux époux Blainville de la somme de 100 000 fr, montant de la somme principale dont il était leur débiteur, et frais, à la charge par eux : 1° de donner quittance pour solde et sous réserve de la somme susindiquée ; 2° de renoncer définitivement aux conventions verbales de vente;

Attendu que les époux Blainville ont refusé lesdites offres et que, le 11 janvier 1917, elles ont été suivies de consignation ; que Debard en demande la nullité ;

En droit :

Attendu qu'aux termes de l'article 5 du décret du 10 août 1914, pendant la guerre, cessent de produire effet les clauses des contrats qui stipulent une déchéance en cas d'inexécution dans un délai ou à une date préfixe, à condition que ces contrats aient été conclus avant le 4 août 1914; qu'un décret postérieur devait déterminer la date à partir de laquelle lesdites clauses doivent reprendre leur effet; qu'une circulaire ministérielle du 12 août 1914 déclare l'article 5 applicable aux contrats et aux promesses de vente, qu'il suit de ces dispositions que l'obligation de Debard de céder l'immeuble aux époux Blainville subsiste jusqu'à la fin des hostilités, et que jusqu'à ladite époque les époux Blainville ont la faculté de s'en prévaloir, dans les termes et aux conditions fixés par la convention, à moins qu'il ne soit établi qu'ils y ont renoncé, soit expressément, soit tacitement, au bénéfice du décret susvisé ;

Attendu que la renonciation à un droit ne se présume pas qu'à défaut d'un acte qui l'a constatée elle ne peut s'induire que de circonstances qui ne laissent planer aucun doute sur la volonté du renonçant;

Attendu que ces circonstances ne se rencontrent pas dans la cause; qu'il est certain tout d'abord que la seule échéance du terme convenu pour la réalisation de la promesse de vente n'a pas eu pour effet d'entraîner la déchéance, puisque le décret du 10 août a reporté à la fin des hostilités l'échéance du terme, que si, sans attendre ce terme et sans y être obligés, les époux Blainville ont cru devoir faire connaître à Debard, dans le temps prévu par la convention, leur volonté de se rendre acquéreurs, il ne s'ensuit nullement qu'ils aient accepté de se priver, au cas de refus de leur offre, des avantages que leur assure le décret ; qu'elle n'est nullement inconciliable avec la persistance de la promesse antérieure ; qu'elle a été faite sous une condition dont le refus par Debard les a replacés dans la même situation que si elle n'avait pas été faite sous l'empire du décret et qu'elle ne saurait, en aucun cas, mettre obstacle à ce qu'ils l'invoquent utilement aujourd'hui ;

Attendu que ce décret laisse entière aux époux Blainville la faculté de ne réaliser la promesse de vente dans les termes du contrat qu'à la fin des hostilités ;

Attendu dès lors que les offres réelles de Debard étant subordonnées à la renonciation par les époux Blainville d'exiger la réalisation de la promesse de vente constatée en la convention du 24 décembre 1911 sont nulles et inopérantes;

Par ces motifs;

Déclare nulles et de nul effet les offres réelles du 4 janvier 1917 ensemble la consignation qui a suivi; ordonne l'enregistrement de la convention du 24 décembre 1911 ;

Dit que les droits, doubles droits ou amendes qui pourraient être perçus à l'occasion de l'enregistrement des pièces produites ou versées au présent jugement seront supportés par celle des parties qui en est redevable aux termes de la loi fiscale;

Et condamne Debard en tous les dépens.

Nous n'avons rien à ajouter à une pareille décision, sauf toutefois que l'on pourra consulter aussi sur la question de la renonciation au bénéfice du 10 août 1914 deux décisions : l'une de la Cour de Cassation et l'autre de la Cour d'Appel de Paris, la première du 21 mars 1916 et la seconde du 8 juillet 1916 rapportées dans Sirey 1916. I. 49 et 1916. II. 73.

Paul BOUGAULT,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon

Digitized by Google

Législation, jurisprudence, réglementation

Décret instituant dans les départements victimes de l'invasion, les ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées ordonnateurs secondaires de dépenses imputables sur le crédit ouvert pour la réparation des dommages de guerre.

Le « Journal officiel du 16 novembre 1917 publie p. 9 151 le décret suivant pris par le ministre de l'Intérieur le 10 novembre 1917.

ARTICLE PREMIER. — Les ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées sont institués, dans les départements victimes de l'invasion, ordonnateurs secondaires des dépenses imputables sur le crédit inscrit au budget du ministère de l'Intérieur pour les réparations de dommages résultant de faits de guerre et afférentes aux attributions du ministre des Travaux publics

ART. 2 — Le ministre de l'Intérieur, le ministre des Travaux publics et des Transports et le ministre des Finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au « Journal officiel » et inséré au « Bulletin des lois. »

ERRATUM DU NUMÉRO 10, T. II, 8 SEPTEMBRE 1917

M. Curchod nous communique les erreurs suivantes qui se sont glissées dans sa *note sur la commande à distance et la commande automatique des circuits d'éclairage.*

Page 377, 1re colonne, 21e ligne, lire : la téléphonie, au lieu de : au téléphone.
Page 377, 2e colonne, 8e ligne, lire : commander, au lieu de commandes.
Page 378. Légende des figures 1, 2 et 3, 1re ligne : BE bouton-poussoir d'extinction est normalement ouvert dans le cas représenté sur la figure 1 et normalement fermé dans celui de la figure 2.
Page 378. Légende des figures 1, 2 et 3, 3e ligne, lire : bloquant M, au lieu de bloquant A.
Page 379, 1re colonne, 7e ligne, lire : pales, au lieu de : pôles.
Page 379, 1re colonne, 22e ligne, lire : position d'équilibre, au lieu de : fonction d'équilibre.
Page 379, 2e colonne, 14e ligne, lire : à commande mécanique, au lieu de : à mécanique.
Page 379, fig. 7, lire : Ci_A au lieu de : C (circuit d'alimentation de l'électro-aimant).
Page 380, 1re colonne, 11e ligne, lire : de la minuterie, au lieu de : de minuterie.
Page 380, fig. 9, lire M_1 au lieu de : M (minuterie à commande directe).
Page 380, fig. 11 On a oublié de figurer autour de chacun des interrupteurs des relais R une seconde bobine qui assure l'enclanchement automatique de l'interrupteur correspondant et en provoque le déclanchement quand le circuit est ouvert (fonctionnement analogue à celui d'un disjoncteur à minimum).
Page 380, fig. 12. Supprimer la dernière partie du second trait vertical représentant une des lignes d'alimentation des lampes, et arrêter ce trait à la dérivation de la dernière lampe (4e lampe à partir du bas de la figure).
Page 380, fig. 13, lire In, au lieu de I (inverseur).
Page 380. Légende, 2e ligne, lire : les appareils hors service, au lieu de : les appareils à bas service.
Page 380. Légende, 3e ligne, ajouter à circuit d'alimentation de E : M_2 ou M_0.

ERRATUM DU NUMÉRO DU 10 NOVEMBRE 1917

M. B. Guerschinovitch nous signale une erreur qu'il a commise dans son article : *Calcul pratique des lignes de transmission de l'énergie électrique*, paru dans le numéro du 10 novembre 1917, t. II, p. 723.

L'auteur avait écrit, p. 726, 2e colonne, 11e ligne que la puissance maximum avait pour expression

$$W_m = \frac{U_1^2}{R\left[4 + \left(\operatorname{tg}\varphi_2 + \frac{L\omega}{R}\right)^2\right]}$$

et qu'elle correspondait à $\alpha = 100$.

Ceci est inexact ; en effet, la puissance a pour valeur (voir numéro du 7 avril 1917, t. I, p. 523)

$$W' = \frac{U_1^2 \alpha 10^{-2}}{R\left[(1 + \alpha 10^{-2})^2 + \left(\operatorname{tg}\varphi_2 + \frac{L\omega}{R}\alpha 10^{-2}\right)^2\right]};$$

son maximum est obtenu pour $\frac{dW'}{d\omega} = 0$, ce qui donne

$$\alpha = 100 \frac{R}{\cos\varphi_2\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}} = 100\frac{\cos\psi}{\cos\varphi_2} \qquad \text{car} \quad \frac{R}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}} = \cos\psi,$$

et la valeur correspondante de W' maximum est :

$$W'_{max} = \frac{U_1^2 \cos\psi \cos\varphi_2}{R\left[(\cos\varphi_2 + \cos\psi)^2 + \left(\sin\varphi_2 + \frac{L\omega}{R}\cos\psi\right)^2\right]}.$$

FIN DU TOME II

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

535.23. — Note sur le rayonnement; R.-H. KENT. *Philosophical Magazine*, février 1917, t. XXXIII, p. 223-224. 800 mots. — L'auteur veut attirer l'attention sur une erreur fondamentale que l'on commet dans la déduction de la loi du rayonnement de Kirchoff. Cette loi repose sur ce fait qu'il n'y a pas transport net d'énergie par rayonnement à travers la surface de séparation de deux milieux en contact quand ils sont à la même température ou que l'énergie rayonnante transmise à travers la surface de séparation dans l'unité de temps et dans une direction est égale à l'énergie transmise dans la direction opposée. On démontre cette proposition par le raisonnement suivant. De l'égalité de température des deux milieux il est exact de conclure qu'il n'y a pas finalement transport d'énergie; on admet, ensuite, que, sous l'action d'une différence de température, les transports d'énergie s'opèrent par rayonnement et par conduction, avec cette restriction tacite que le processus de la conduction ne comporte pas un transfert d'énergie par rayonnement. Donc, quand il n'existe pas un gradient de température, il n'y a pas transport par conduction, et puisque l'énergie totale transmise est nulle, c'est qu'il n'y a pas non plus transport par rayonnement; ce que l'on voulait démontrer. — L'erreur de ce raisonnement consiste à admettre que la conduction est indépendante de tout rayonnement; or, cette conduction, dans le sens qu'on lui donne pour établir la loi de Kirchoff, constitue un transport net d'énergie dont la valeur est proportionnelle au gradient de la température. Un tel transport d'énergie peut, et même doit, s'effectuer par un rayonnement de molécule à molécule de la substance conductrice, rayonnement qui ne disparaît pas toujours avec le gradient de la température. En général, dans les corps isotropes homogènes par exemple, il est vraisemblable que la partie de l'énergie transmise par rayonnement attribuable à la conduction s'annule quand le gradient de température est nul, mais ce n'est plus le cas à travers la surface de séparation de deux milieux différents; car il n'est pas impossible d'admettre qu'alors circule, dans une direction, un flux d'énergie excité par collisions, et, dans la direction opposée, un autre flux égal, mais dû au rayonnement. Donc, la conduction et le rayonnement ne constituent pas deux classes distinctes de phénomènes, et, de la non-existence d'un transport d'énergie par conduction et du fait que l'énergie totale nette transportée est nulle, on ne doit pas conclure à la non-existence d'un transport d'énergie par rayonnement. — Il est facile de trouver l'origine d'une telle confusion; c'est que beaucoup de nos idées sur le mécanisme de la conduction résultent d'observations faites à des températures auxquelles il n'y a pas de rayonnement visible. Autrefois, on se représentait la conduction de la chaleur semblable à un flux, et, comme telle, on la distinguait nettement du transport d'énergie par rayonnement; mais avec nos théories moléculaires et électroniques modernes, une telle conception ne paraît plus plausible : la conduction de la chaleur ne s'effectue pas seulement par le mécanisme que nous appelons vaguement les chocs moléculaires et électroniques, mais aussi par rayonnement de molécule à molécule. — L'auteur insiste sur le caractère sérieux de sa note qui n'a pas été écrite comme une simple boutade, mais bien dans l'intention de révoquer en doute les bases thermodynamiques de la loi de Kirchoff. Considérons, en effet, la situation de deux milieux en contact et à la même température. L'énergie peut être transmise à travers la surface de séparation par deux moyens : par impactes moléculaires et électroniques et par rayonnement. Or, en ne faisant état que de considérations thermodynamiques, il est impossible de montrer que le transport net d'énergie par ces deux procédés est zéro; la seule conclusion légitime consiste à admettre que les transports nets d'énergie par chacun de ces moyens sont séparément nuls. Un essai devrait être tenté pour démontrer l'absence d'un transport net d'énergie d'après la théorie cinétique, mais un tel raisonnement manquerait de force par suite de la faillite bien connue de la loi d'équipartition de l'énergie, dont un exemple particulier nous est donné par le fait que les molécules d'un métal à basse température ne possèdent pas la même énergie cinétique moyenne que les molécules d'un gaz immédiatement en contact avec lui. Que la loi de Kirchoff en tant que loi empirique soit vraie, telle n'est pas naturellement la question; car s'il en était ainsi c'est qu'elle résulterait d'une similitude fondamentale dans le mécanisme du rayonnement de toutes les substances. (Traduction littérale.)

537.21. — La couche double électrique à la surface des corps solides et liquides; J. FRENKEL. *Philosophical Magazine*, avril 1917, 6e série, t. XXXIII, p. 297-322, 11 200 mots, 1 fig. — L'auteur se propose de démontrer que le potentiel intrinsèque, lié à l'existence d'une couche double, est susceptible d'une interprétation très simple. Il rappelle d'abord que la formule de Richardson

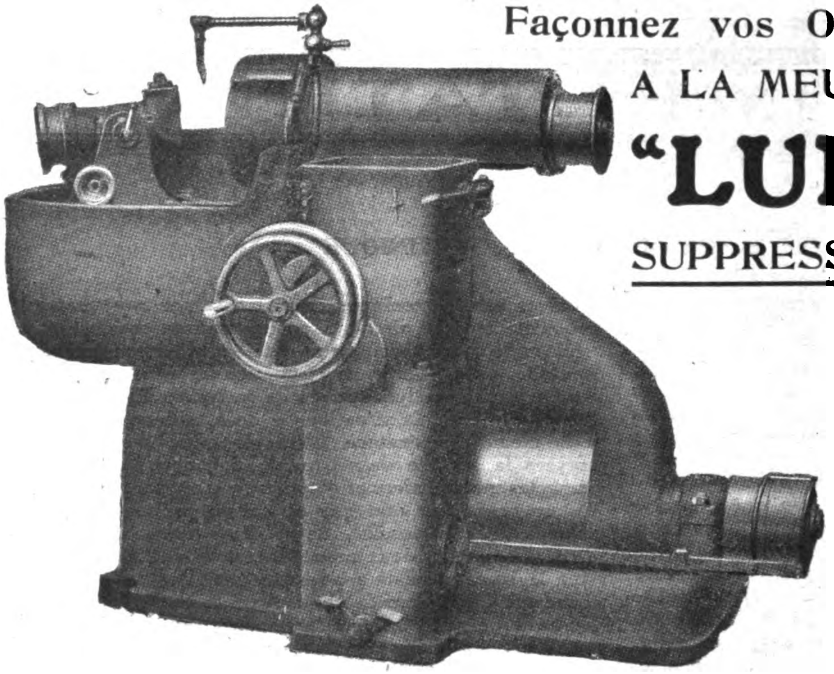
$$i = A\sqrt{\Theta}\, e^{\frac{w}{R\Theta}}$$

qui donne la valeur du courant thermionique contient un facteur w, toujours positif, qui représente le travail accompli par un électron libre en s'évadant d'un corps métallique chauffé. Il faut donc que le potentiel interne dépasse le potentiel du milieu environnant d'une quantité V telle que $eV = w$; V est le potentiel intrinsèque. En se basant sur l'effet photo-électrique, on arrive à l'expression $eV = h\nu_0$; $h\nu_0$ de la formule d'Einstein est le pendant de w de la formule de Richardson, et V représente encore le potentiel intrinsèque. L'existence de V a pour corollaire l'existence d'une couche double électrique à la surface des métaux. Il s'agit de trouver une explication simple relativement à leur origine. Des développements théoriques de l'auteur se dégagent les conclusions suivantes : 1° si l'on admet que l'atome est composé d'un noyau positif autour duquel évoluent des électrons, il est prouvé que ces électrons constituent, à la surface du métal, une couche d'électricité négative contre-balancée par une couche positive intérieure au corps; la double couche d'épaisseur atomique ainsi formée

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z., Elektrotecnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R., General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst, Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google



Façonnez vos Outils de Tours, etc.,
A LA MEULE, SUR MACHINE
"LUMSDEN"
SUPPRESSION DU FORGEAGE

Gain

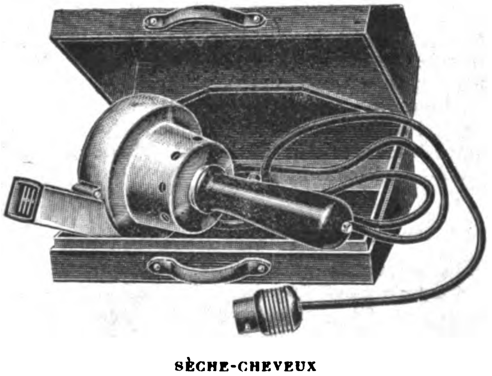
80 %

Tél. { NORD 37.64 — 67.39 — 70.14

AGENTS EXCLUSIFS
Société Anonyme ALFRED HERBERT
47, boulevard Magenta, PARIS

Télégrammes : HEXAGON PARIS

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE
SÈCHE-CHEVEUX



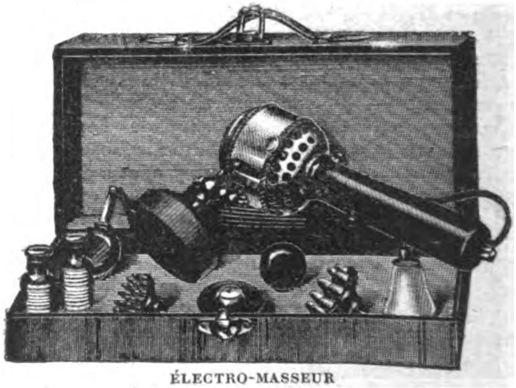
SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

Téléph. Gutenberg 47-80. *Télég.* Cespir-Paris.



ÉLECTRO-MASSEUR

Digitized by Google

s'oppose à l'évasion des électrons libres. De cette hypothèse on déduit la distribution de la charge électrique, sa grandeur et le potentiel de la double couche ; et les résultats sont étendus aux corps solides et liquides ; 2° les potentiels intrinsèques des métaux sont toujours positifs, ils sont du même ordre de grandeur que les potentiels d'ionisation correspondants, ils croissent avec la valence ; 3° les forces électromotrices de contact des métaux et des diélectriques sont dues à des différences entre leurs potentiels intrinsèques ; 4° la tension superficielle des liquides s'explique par l'énergie de leur double couche atomique. On donne les valeurs des rayons atomiques et des potentiels intrinsèques d'un certain nombre de métaux, d'après leur tension superficielle ; 5° les potentiels intrinsèques ainsi calculés s'élèvent à peine à quelques volts et permettent de ranger les métaux suivant la série de Volta, tandis que les rayons atomiques se rapprochent de ceux que la théorie de Bohr assigne aux orbites du second ordre ; 6° la faible tension superficielle des diélectriques s'explique par le fait que leur rayon atomique est $\sqrt[3]{100} = 4,6$ fois plus faible que celui du fer ou du platine ; comme application, l'auteur fait le calcul de la tension superficielle de l'hydrogène liquide, en s'appuyant sur le modèle de la molécule d'hydrogène proposé par Debye. D'une manière générale, la connaissance de la structure moléculaire ramène le calcul de la tension superficielle à un problème très simple ; 7° enfin on montre une relation entre la contrainte dirigée perpendiculairement à la double couche et la pression interne des liquides.

538.5. — L'induction unipolaire ; E.-H. Kennard. *Philosophical Magazine*, février 1917, t. xxx, p. 179-190, 4 600 mots, 2 fig. — L'induction unipolaire, dans son sens le plus large, signifie une induction produite par un mouvement seul. Le dispositif classique par lequel on démontre son existence, consiste à faire tourner un aimant autour de son axe ; il est monté sur des coussinets et actionné à grande vitesse par un train d'engrenages. Un disque de cuivre, monté de champ sur l'aimant, plonge dans une cuvette remplie de mercure qui est reliée à travers un galvanomètre à l'un des supports. Dès que l'aimant est mis en rotation, le galvanomètre décèle la présence d'un courant. Pour expliquer les phénomènes d'induction, Faraday et après lui Lorentz supposent que le champ magnétique reste fixe ; d'autres physiciens prétendent que ce champ tourne, au contraire, avec l'aimant. C'est dans le but de départager ces deux théories que l'auteur a entrepris les expériences qui font l'objet de sa communication. Son dispositif expérimental consiste essentiellement en un condensateur cylindrique logé à l'intérieur d'un solénoïde et centré sur son axe. On peut imprimer un mouvement de rotation à chacune de ces parties séparément ; il y a, dans les deux cas, production d'un courant induit ou plutôt, dans les deux cas, le cylindre se charge ; mais la rotation simultanée des deux parties ne fait apparaître aucune charge sur le cylindre. De la discussion de ces expériences, l'auteur conclut que la théorie de Faraday-Lorentz est seule admissible ; la réfutation de la théorie des lignes de force mobiles lui paraît complète.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.184.13. — Un nouveau foyer automatique pour chaudières à vapeur ; Otto Brandt. *E. T. Z.*, 11 janvier 1917, t. xxxviii, p. 26 et 27, 1 200 mots, 3 fig. — L'auteur décrit un nouveau foyer automatique dans lequel les cendres tombent directement d'un collecteur situé sous le foyer dans un bassin d'eau par l'intermédiaire de cheminées. De cette façon aucune admission supplémentaire d'air n'a lieu sous le foyer et les cendres n'agissent ni par leur température ni par les poussières sur l'organisme du personnel chargé de la conduite des foyers. Une chaîne à godets assure l'évacuation et le chargement des cendres dans les wagonnets. L'auteur termine par la description d'un séparateur automatique de cendres constitué par une roue à palettes commandée par chaîne Galle.

621.314.00.14. — Méthodes de mesure et définitions relatives aux redresseurs à vapeur de mercure ; Dr Wm Tschudy. *E. T. Z.*, t. xxxviii, 4 et 11 janvier 1917, p. 6-8 et 23-25, 2 000 mots, 9 schémas. — Cette étude a pour base un travail publié par l'auteur dans le « Bulletin des Schweiz. Elekt. Verband » (t. iii, 1912, p. 85), intitulé « Recherches expérimentales sur le redresseur à vapeur de mercure à courant alternatif ». Cet article ne traitait que du courant monophasé et l'auteur étend actuellement ses calculs aux courants polyphasés en général. — L'exposé est suivi d'un tableau des principales grandeurs électriques indiquant leur interprétation au point de vue du redresseur à vapeur de mercure.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

621.315.13. — Calcul approché de la chute de tension dans les canalisations triphasées aériennes ; Burger. *E. T. Z.*, 4 janvier 1917, t. xxxviii, p. 4 et 5, 1 300 mots, 3 diagrammes. — Il existe une formule simple pour le calcul de la chute de tension dans les canalisations triphasées aériennes. La perte de tension est donnée par le produit d'une intensité par une résistance, cette dernière comprenant la résistance ohmique et la résistance inductive. L'auteur expose un autre procédé, également très simple, qui, au lieu de donner la chute de tension pour 100, permet d'obtenir directement la valeur absolue de cette perte. Des tableaux et des courbes donnent les valeurs des résistances ohmique, inductive et de capacité entrant dans cette formule pour les sections et écartements courants des conducteurs. L'auteur donne également une formule permettant de calculer l'écartement des conducteurs en tenant compte de la tension, de la dimension des isolateurs, de l'écartement des poteaux et de la tension mécanique des conducteurs.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.344 : 664.744.2. — Installation électrique d'un élévateur à grains ; T.-H. Kettls. *Electrical Review and Western Electrician*, 10 février 1917, t. lxx, p. 232-235, 2 400 mots, 6 fig. — Les fonctions d'un élévateur moderne consistent à recevoir, nettoyer, emmagasiner et embarquer les grains suivant les demandes de l'industrie du pays. L'auteur décrit l'installation électrique de la Soo Line Terminal Elevator Company de Minneapolis. La puissance totale nécessaire au fonctionnement de cette installation est de 2 050 ch ; elle est fournie par la Compagnie de distribution à l'aide d'un câble séparé, sous une tension de 13 200 v, 60 p : sec. Ce câble aboutit à une sous-station construite et entretenue par la station centrale. La sous-station contient des transformateurs triphasés de 500 kv-a abaissant la tension à 2 200 v. Un feeder à 2 200 v part de cette sous-station vers les transformateurs de 500 kv-a de la Compagnie des élévateurs. Un transformateur monophasé de 30 kv-a est spécialement affecté à l'éclairage de l'installation. Chaque moteur est équipé avec un limiteur de surcharge à temps. L'éclairage se fait uniquement par lampes de 40 w et est commandé d'une salle de distribution située au premier étage. Un système de signalisation optique électrique permet de contrôler le fonctionnement de l'installation et d'éviter de fausses manœuvres.

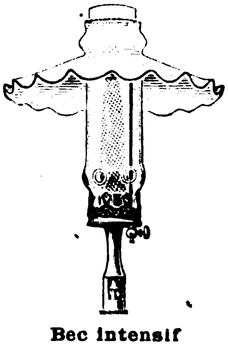
621.346 : 662.9. — L'électricité dans les manufactures de poêles ; P. Steele. *Electrical Review and Western Electrician*, 13 janvier 1917, t. lxx, p. 65-67, 1 200 mots, 5 fig. — Dans une manufacture de poêles la force motrice était produite par deux moteurs à gaz : l'un de 35 ch, l'autre de 80 ch. Les ateliers de nickelage et de polissage possédaient : le premier un moteur de 15 ch, le second un moteur de 5 ch, la vapeur était fournie par une chaudière chauffée au charbon. On remplaça les moteurs à gaz par des moteurs électriques et la chaudière ordinaire par une chaudière automatique chauffée au gaz ; celle-ci ne demande aucune surveillance durant la journée, elle ne nécessite de

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

Magasins et Bureaux : 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

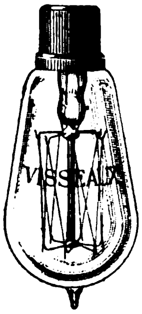
Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D. G.

Fabrique de Manchons.

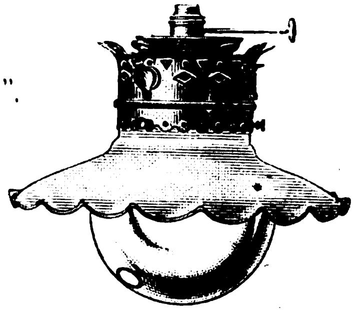
Soie et Ramie.



Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré

Verrerie "Baccarat".

Cristallerie.



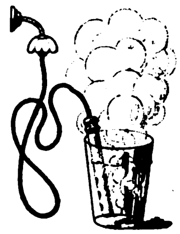
Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

***LYON 1914* : Membre du Jury. Hors concours. — *SAN FRANCISCO 1915* : Hors concours.**

TÉLÉGR. : VISSEAUX-LYON — CATALOGUES SUR DEMANDE — EXPORTATION

Fabrique d'Appareils de Chauffage par l'Électricité.

GEORGE FOX, Ingénieur-Électricien breveté, **24, rue Victor-Hugo, LYON.**



LE "THERMO-FOX" ÉLECTRIQUE

(BREVETÉ DANS TOUS LES PAYS)

fait bouillir tous liquides en quelques secondes sur n'importe quel voltage et sur le courant alternatif.

PRIX : 10 FRS — AVEC CORDON ET PRISE A BAÏONNETTE

FERS A REPASSER, BOUILLOTTES, RÉCHAUDS, RADIATEURS

Fourneaux-potagers, Chauffe-lits, Chauffe-pieds, Cataplasmes électriques, etc., etc.

ATELIER SPÉCIAL DE RÉPARATION ET DE TRANSFORMATION D'APPAREILS DE TOUTES MARQUES

REMISE AUX ÉLECTRICIENS ET REVENDEURS

REPRÉSENTANTS DEMANDÉS DANS CHAQUE DÉPARTEMENT

EXPORTATION POUR TOUS PAYS ALLIÉS ET NEUTRES

Digitized by Google

l'attention qu'à la mise en marche et à l'arrêt. Cette transformation a permis une grande sécurité de marche et une amélioration de la production ; les dépenses annuelles dans les deux cas sont à peu près les mêmes.

621.346 : 621.944.28. — Contrôle magnétique pour laminoirs : 1° Application aux moteurs à courants alternatifs ; G.-E. Stack. *General Electric Review*, septembre 1916, t. xix, p. 745-755, 4 000 mots, 7 fig. (voir la suite Smith et Stack) octobre 1916.

621.346 : 621.944.28. — Contrôle magnétique des laminoirs ; 2° Application à la régulation de la vitesse ; H.-I. Smith et G.-E. Stack. *General Electric Review*, octobre 1916, t. xix, p. 834-842, 3 200 mots, 6 fig. (voir la 1re partie, Stack, septembre 1916.

621.349. — Station de pompage électrique de la ville de Port-Arthur (Canada) ; L.-M. Jones. *Electrical Review*, 1er décembre 1916, t. lxxix, p. 611, 450 mots, 2 fig.

621.349 : 623. — L'énergie électrique et la production du matériel de guerre. *L'Industrie électrique*, 10 décembre 1916, t. xxv, p. 445-448, 2 800 mots.

621.349 : 621.62. — Le ventilateur, la théorie et la pratique des ventilateurs centrifuges et axiaux ; C.-J. Innes. Revue par Wallace Wm et Jolley F.-R. The technical publishing C°, Londres, éditeur, p. viii-302, 2e édition, prix 8 s., 6 d net.

621.349 : 666.942. — Electrification d'une fabrique de ciment de Portland. *Electrical Review and Western Electrician*, t. lxix, 7 octobre 1916, p 628-631, 3 350 mots, 5 fig.

621.349 : 677.21.022. — L'électrification de la filature de coton Avondale à Sylacauga, Albana, États-Unis ; George Wrigley. *Electrical World*, t. lxviii, 21 octobre 1916, p. 803-807, 2 400 mots, 9 fig., 2 tab.

621 364 : 664.655.1. — L'interdiction du travail de nuit et les fours électriques de boulangerie et de pâtisserie en Suisse. *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. i, p. 640, 200 mots. — Cette note relate les pourparlers engagés entre les boulangers et pâtissiers possédant des fours électriques et les autorités fédérales en vue d'obtenir de celles-ci des dérogations à l'interdiction du travail de nuit.

621 344 + 621.8. — La manutention et l'emmagasinement mécanique des matériaux ; George Frederick Zimmer. Rosby Lockwood and Son, 2 £ 2 s. net. Bibliographie dans *Electrical Review*, 29 décembre 1916, t. lxxix, p 727, 1 000 mots.

TRACTION ET LOCOMOTION

625.621.433. — La remise en état des rails de tramways à Cardiff. *Tramway and Railway World*, 12 avril 1917, t. xli, p. 233-234, 1 000 mots, 4 fig. — La réparation des rails au moyen des machines de la Woods-Gilbert Rail Grinding and Milling Cy Ld a déjà été examinée dans les numéros des 12 octobre et 9 novembre 1916. Le Comité des tramways, devant les résultats donnés par les machines, a décidé de les appliquer à la réparation de 5 miles de voie complètement usée. Le travail terminé, la Compagnie transportera la machine à raboter les rails à Bolton où elle sera employée en même temps que la machine du dernier type Woods-Gilbert actuellement utilisée sur les voies de tramway de cette ville. — Les rails de Cardiff ont été posés en 1902 et la machine en rectifiera la surface ainsi que les joints. Les frais de réparation par ce procédé sont estimés à 1/12 des frais de reconstruction et la prolongation du service de la voie sera d'environ cinq ans. — Ce procédé est employé dans de nombreuses villes et son avantage n'est pas à démontrer en un temps où il est presque impossible de se procurer des rails. En outre, le travail peut s'effectuer de suite sans interrompre le service et la machine peut circuler sur les voies à la vitesse de 30 km à l'heure ; sa production est de 3 à 4 km de voie simple par mois.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.25. — Récents perfectionnements dans les installations radiotélégraphiques ; A.-F. van Dyck. *Electrical World*, t. lxviii, 7 octobre 1916, p. 726, 750 mots, 2 fig. D'après *Electric Journal*, juillet 1916.

654.25. — Montage des tours radiotélégraphiques à Canacao. *Electrician*, 20 octobre 1916, t. lxxviii, p. 88, 250 mots, 1 fig.

654 : 347.771. — Revue des brevets sur la télégraphie et la téléphonie ; H. Eales. *Jahrbuch der drahtlosen Telegr. und Teleph.*, 1916, t. ii, n° 3, p. 324-333, 3 000 mots, 13 fig.

654 25. — Téléphonie sans fil. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, avril 1916. Résumé *Ann. P. T. T.*, septembre 1916, t. v, p. 355, 400 mots.

654.25 : 636 05. — Téléphonie sans fil sur des trains en marche. *Elektrotechnik und Maschinenbau*. Résumé *Ann. P. T. T.*, septembre 1916, t. v, p. 353, 400 m.

654.25 — La radiotélégraphie à grande distance. *L'industrie électrique*, 10 février 1917, t. xxvi, p. 54-56, 1 900 mots, 3 fig. — Pour obtenir des communications à grande distance, il est nécessaire d'employer des longueurs d'ondes de 6000 à 7 000 m obtenues avec des antennes de 1 à 2 km de long, placées à une hauteur de 100 à 150 m. Le mode de production des oscillations est également très important, ainsi que le mode de couplage du circuit oscillant avec l'antenne. L'auteur examine d'abord le cas des oscillations produites par étincelles dites oscillantes : dans ce cas, si l'accouplement est lâche, on a le système Marconi ; si l'accouplement est serré, on a le système Goletti ; s'il est moyen, on a le type Telefunken. L'auteur passe en revue les dispositions prises, avec chacun de ces systèmes, pour obtenir des transmissions à longue portée. Il étudie ensuite les applications de la méthode de l'arc et de l'emploi des alternateurs spéciaux pour la transmission à grande distance. Il examine les dispositifs à adopter pour les postes de réception ; les signaux à recevoir étant faibles, les troubles atmosphériques prennent une grande importance ; il faut éliminer leurs effets et augmenter l'intensité des signaux reçus, ce sont les dispositions à prendre que l'auteur étudie en terminant son article.

654.25. — Augmentation du poste de T. S. F. des Saintes-Maries-de-la-Mer. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1917, t. vi, p. 97-101, 1 100 mots, 1 fig. — Le poste prévu, destiné à la correspondance publique avec les navires, aura les caractéristiques suivantes : portée, 2 000 km ; longueur d'onde, 1 800 m ; puissance aux bornes du condensateur, 50 kw ; tension de charge, 100 000 v ; fréquence d'étincelles, 1 200. Une source à haute tension à force électromotrice constante (59 000 v) servira à la charge des condensateurs. Un éclateur tournant sera intercalé dans le circuit d'excitation en série avec un éclateur à étincelles multiples. L'antenne sera constituée par deux demi-parapluies réunis par leurs bases. L'alimentation de la station sera faite par un réseau triphasé à 13 500 v. Un moteur de secours est prévu. La force électromotrice constante à 59 000 v est produite par un groupe de 4 machines à courant continu montées en série et entraînées par un moteur asynchrone de 95 ch monté au milieu du groupe. La fréquence d'étincelle est prévue à 1 200 p : sec. Le dispositif d'éclatement comporte un éclateur tournant à 2 étincelles et 60 pointes, et un éclateur fixe à 90 étincelles. La capacité de l'ensemble du condensateur est de 0,0083 microfarad.

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Dynamos, Phares, etc. --- Installations électriques sur voitures et canots automobiles.

Société d'Électro-Métallurgie de Dives

Société Anonyme au capital de 20 millions de francs.

CUIVRE

LAITON

NICKEL

ALUMINIUM

ÉTAIN

EN LINGOTS, BARRES, FILS, PLANCHES, FEUILLES, EMBOUTIS

Fils en cuivre de haute conductibilité, Fils pour Trolley, Fils bi-métal, Coins pour collecteurs, Étain en feuilles, Maillechort en fils et en lames.

USINES à
DIVES-sur-MER (Calvados).

SIÈGE SOCIAL à PARIS
11 bis, Rue Roquépine.

Digitized by Google

Le primaire et le secondaire du radio-transformateur sont identiques et de 140 microhenrys environ. Un commutateur permet de placer l'antenne soit sur transmission, soit sur réception. La manipulation se fait par tout ou rien, en coupant ou rétablissant le circuit d'alimentation des condensateurs de haute fréquence au moyen d'un appareil de coupure commandé par relais. Le dispositif de manipulation comprend un interrupteur à 60 coupures en série, un dispositif de commande, et un dispositif de soufflage comprenant un ventilateur Root donnant une pression de 550 mm d'eau.

654.25. — Informations relatives à la télégraphie sans fil. *Elektrotechnik und Maschinenbau*, février 1914. Résumé *Ann. des P. T. T.*, septembre 1916, t. v, p. 350 351, 600 mots.

654.25. — Système duplex de radiotélégraphie *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. I, p. 612, 400 mots. — Courte analyse d'un article de *Electrical World*, d'après lequel il est pratiquement possible d'échanger simultanément des messages entre deux stations radiotélégraphiques, pourvu toutefois : 1° que les deux stations se servent d'ondes de fréquences notablement différentes ; 2° que, dans chaque station, le poste transmetteur et le poste récepteur soient suffisamments distants (pour les relations radiotélégraphiques entre les États-Unis et la Grande-Bretagne, cette distance entre postes d'une même station est de 30 à 40 km).

77.832. — Transmission sans fil des photographies; J.-M. Martin. Wirless Press. Londres, éditeur, p. xi+114, 2 s. 6 d. net. Bibliographié dans *Electrician*, 20 octobre 1916, t. LXXVIII, p. 88, 250 mots.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.364 : 625. — Chauffage électrique à ventilation forcée des véhicules. *Electric Railway Journal*, 21 octobre 1916, n° 48, p. 899-900. *Science Abstracts* B, 27 décembre 1916, t. XIX, n° 228, p. 431-432. — Le dispositif consiste en une chambre en acier contenant neuf bobines placées entre un compartiment d'arrivée de l'air froid et un compartiment à air chaud, et une soufflerie. L'air est pris à l'intérieur ou à l'extérieur du véhicule à volonté et distribué dans une conduite après avoir été forcé à travers les éléments de chauffe. L'espace, occupé par l'installation, a les dimensions suivantes : 32 × 46 × 7,5 cm pour une distribution d'air de 8 à 14 m³ : min, quantité suffisante pour chauffer un véhicule froid en dix minutes. Les éléments chauffants sont formés d'un alliage non corrosif, d'un coefficient de température presque nul, ils sont enroulés sur des bobines en porcelaine La température du fil ne s'élève jamais, en fonctionnement normal, au-dessus de 300°. La soufflerie est du type à ailes multiples avec lames concaves. Le moteur, complètement enfermé, prend 0,5 A sous 350 V et fait 2 300 t : min. La résistance en série avec lui est placée dans la chambre de chauffe. L'équipement peut être adapté à n'importe quel véhicule : en modifiant le nombre des éléments de chauffe et la vitesse de distribution ; les éléments consomment de 12 à 36 A, ou 7 1/2 à 22 kw. Les bobines sont divisées en 2 sections contrôlables à la main ou automatiquement et donnant une élévation de température respective de 20° et 65°, suivant le volume d'air fourni par la soufflerie. Un thermostat à colonne de mercure très précis est employé pour le contrôle automatique. La tension et le courant de travail sont si bas que le mercure ne peut subir d'avarie. Le thermostat exige une construction et un calcul très soignés. Le système automatique de contrôle se compose de 2 solénoïdes fermant le circuit principal et auxiliaire des bobines sous l'action d'un petit relais dans le circuit du thermostat. L'expérience a montré que tout l'équipement travaille encore d'une manière satisfaisante quand le voltage baisse de 50 pour 100 et qu'il ne s'échauffe pas trop pour une élévation de 25 pour 100.

621.33. — Le chemin de fer électrique de Mittenwald. *Tramway and Railway World*, 10 mai 1917, t. XLI, n° 33, p. 301-303, 1 000 mots, 7 fig. — Un exemple de l'application de l'électricité aux conditions les plus difficiles. La longueur de la ligne est de 100 km. Partant d'Innsbruck (Autriche), elle traverse la frontière, entre en Bavière à Griessen, puis repasse en Autriche où elle aboutit à Reutte. Traversant les Alpes, la voie, sur un espace de 60 km, ne franchit pas moins de 18 tunnels d'une longueur totale de 4 km, outre un grand nombre de ponts et viaducs. Une centrale hydro-électrique a été construite près d'Inn où elle dispose d'une chute de plus de 100 m. Elle comprend 2 turbines Voith Pelton de 4 000 ch accouplées directement à des génératrices monophasées de 3 000 kv-A à 6 pôles, 300 t : min, 15 p : sec. Le courant produit à 3 000 v est élevé à 50 000 v par un transformateur. Chaque groupe génératrice-transformateur est inséparable, ce qui évite l'emploi de barres et d'interrupteurs à 3 000 v. Les transformateurs à refroidissement par eau et huile sont installés séparément dans des compartiments à parois incombustibles. Tous les interrupteurs sont à commande électromagnétique depuis le pupitre de la salle des machines ; les relais automatiques à surcharge sont disposés pour pouvoir fonctionner à temps ou à la main. Deux sous-stations situées à Reith et à Chanz reçoivent le courant par une ligne supportée par des pylônes métalliques, protégés contre les effets atmosphériques et portant également, sauf dans les tunnels, la ligne de contact. Lorsque la ligne fut ouverte en 1912, 9 locomotives avaient été prévues du poids de 53 t, 800 ch pour entraîner des trains de 124 t à la vitesse de 30 kilomètres à l'heure sur des rampes de 3,64 p. 100. Chaque automotrice est pourvue de deux archets de prise de courant. Celui-ci traverse ensuite une bobine de réactance parafoudre puis arrive à l'interrupteur dans l'huile du compartiment transformateur ; il parcourt le primaire du transformateur relié directement au sol. Les moteurs de traction monophasés à 12 pôles ont une puissance normale de 800 ch à la vitesse de 30 kilomètres à l'heure. La régulation est obtenue par la modification du voltage d'alimentation au moyen de contacteurs.

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS

621.311. — Les installations de production et distribution d'énergie électrique à Bethnal Green. *Electrician*, 13 octobre 1916, t. LXXVIII, p. 49, 2 800 mots ; *Electrical Review*, 13 octobre 1916, t. LXXIX, p. 415, 1 000 mots, 2 fig ; *Electrical Engineering*, 5 octobre 1916, t. XII, p. 376.

621.311. — Les nouvelles usines d'électricité de Walsall (Angleterre). *Electrician*, 24 novembre 1916, t. LXXVIII, p. 249-251, 1 836 mots, 7 fig ; *Electrical Review*, 24 novembre 1916, t. LXXIX, p. 563-565, 1 500 mots, 7 fig.

621.311. — La nouvelle usine génératrice de Cambuslang de la Clyde Valley Co. *Electrical Review*, 1er décembre 1916, t. LXXIX, p. 591, 1 300 mots, 1 fig.

621.311. — Nouveaux aménagements effectués à la Denver Gas and Electric Light Co ; Mc Clure. *Electrical World*, 9 décembre 1916, t. LXVIII, p. 1 139-1 142, 1 200 mots, 6 fig.

621.311. — Agrandissement de l'usine génératrice à courant triphasé de Wallasey. *Electrical Review*, 22 décembre 1916, t. LXXIX, p. 695, 1 200 mots, 1 fig.

621.311. — Nouvelle station d'énergie électrique à Birchills, Walsall ; E.-M. Lacey. *Electrician*, 30 mars 1917, t. LXXVIII, p. 772, 1 000 mots, 2 fig. — Dans cet article, qui est le résumé d'une communication à l'*Institution of Civil Engineers*, l'auteur fait allusion aux controverses touchant l'économie qui est réalisée dans la production et la distribution de l'électricité, par la concentration de l'installation en des stations de grande puissance ; d'après l'auteur, il y a une

Digitized by Google

MESURES ÉLECTRIQUES

Enregistreurs et appareils de tableaux.

Envoi franco du catalogue.

AMPÈREMÈTRES, VOLTMÈTRES, WATTMÈTRES

COURANTS CONTINUS ET COURANTS ALTERNATIFS

Modèle électro-magnétique à apériodicité réglable (Brev. S. G. D. G.), sans aimant permanent.

Modèle apériodique de précision à cadre mobile.

Modèle thermique à consommation réduite (Brev. S. G. D. G.).

Boîtes de contrôle — Ohmmètres — Compteurs horaires, etc.

Nouveaux modèles complètement apériodiques BREVETÉS S. G. D. G.

Appareils à cadrans combinés et enregistreurs
pour traction électrique : tramways, chemins de fer, électromobiles, etc.

ENREGISTREURS pour tout contrôle industriel
Manomètres — Cinémomètres — Dynamomètres — Thermomètres — Pyromètres
Anémomètres — Baromètres — Hygromètres, etc., etc.

A la même maison : le **Vérascope**, le **Glyphoscope**, le **Taxiphote**, appareils photographiques pour la prise et l'examen des vues stéréoscopiques 45/107mm.

GRANDS PRIX
PARIS 1889, 1900
SAINT-LOUIS, 1904
HORS CONCOURS
LIÈGE, 1905
Membre du Jury

JULES RICHARD, fondateur et successeur de la maison RICHARD frères,
25, rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS**

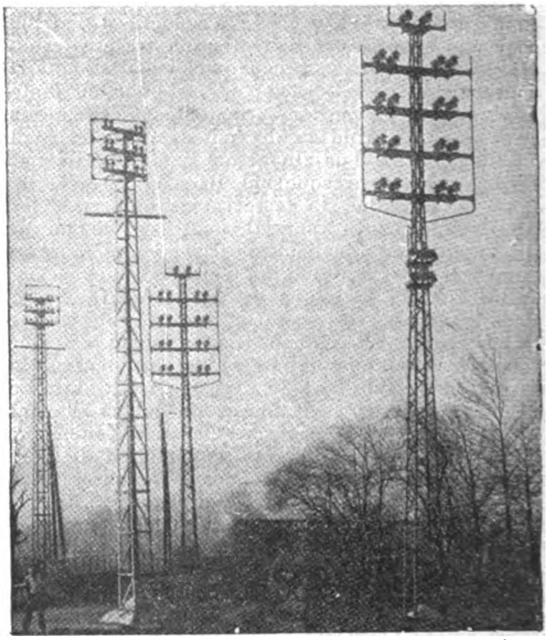
EXPOSITION & VENTE : 10, rue Halévy (près l'Opéra).

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES

ARMAND D. RIVIÈRE ET Cie

SOCIÉTÉ EN COMMANDITE PAR ACTIONS AU CAPITAL DE 2.000.000 DE FRANCS

11 et 13, rue de Belzunce, PARIS (Xe)



Entreprises Générales d'Électricité

TRANSPORT DE FORCE A HAUTE TENSION

STATIONS CENTRALES

RÉSEAUX COMPLETS DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE

TRACTION ÉLECTRIQUE

CATENAIRE SYSTÈME Bté S.G.D.G.

Téléphone : Nord 48.49, Nord 53.61
Télégramme : Carpenrive, Paris

limite extrême au delà de laquelle une telle concentration ne présente plus d'avantages. — La station de Walsall est de beaucoup celle qui fournit le kilowatt à plus bas prix dans la région, ce qui est dû à quelques particularités de l'installation relativement aux chaudières et à la manutention du charbon. La vapeur produite est prévue pour actionner trois turbo-alternateurs de 4 000 kw, dont deux ont été installés. Les turbines sont du type compound horizontal à impulsion et utilisent la vapeur sous des pressions de 180 livres par pouce carré à des températures allant de la saturation à 620° F., la vitesse normale étant 3 000 t : min; les turbines sont munies de boîtes de distribution pour la commande de l'huile et de pompes à eau qui, bien qu'étant de règle pour les appareils destinés à la marine, ont été jusqu'ici peu utilisées à terre. Le courant produit est du courant triphasé à 50 périodes, avec 6 600 v entre phases, chaque alternateur fournissant à pleine charge 5 000 kv-a.

621.311 : 621 7 : 621.13. — La centrale thermo-électrique des ateliers de construction de locomotives de Rimini. *Rivista tecnica delle ferrovie italiane*, octobre 1916, t. x, p. 169-178, 4800 mots, 4 tab., 2 pl.

621.311 21 — Les turbines hydrauliques de l'usine suédoise de Bullerfors. *Engineering*, 27 octobre 1917, t. cii, p. 405, 600 mots, 5 fig.

621.311.21. — Le développement hydro-électrique de la Turners Falls Power and Eletric Co : B.-R. Connell. *G. E. R.*, mars 1917, t. xx, p. 226-238, 5000 mots, 17 fig. — Description intéressante des installations hydro-électriques de la Turners Falls Co, sur le Connecticut (Mass.) et des dispositifs réunissant le réseau desservi par cette centrale aux réseaux voisins.

621.316.00.4. — Système électrique des « Rand Power Companies »; méthodes de fonctionnement et d'essais : Bernard Price. *Electrician*, 23 février et 2 mars 1917, t. lxxviii, p. 626-629, 654-656. D'après *Transactions South African Instit. of Electr. Eng.*, novembre 1916, t. vii, p. 258-357, 9 fig. — L'objet de cette étude est de donner la description et les caractéristiques de fonctionnement de la partie électrique d'une des plus grandes installations de puissance actuelles, et de mettre à la disposition des ingénieurs l'expérience acquise sur cette installation au cours des sept dernières années. — Le « Rand » est une bande étroite dans la région du Transvaal d'une cinquantaine de milles de long et de quelques milles de large. La région est le siège d'orages particulièrement intenses, et il y a peu de régions dans le monde où les conditions soient plus défavorables à ce point de vue; la saison des orages commence au début d'octobre et finit en mars. D'où l'intérêt de la description d'une installation en bon fonctionnement. Voici les principaux points envisagés par l'auteur : *Installation du système électrique* : superficie, caractéristiques de charge; — *Equipement électrique* : stations génératrices; sous-stations, lignes. — *Dispositifs de contrôle*.

622.322 : 621.342. — Installations électriques de la Crane Company de Chicago. *Electrical Review and Western Electrician*, 27 janvier 1917, t. lxx, p. 162-165, 2000 mots, 8 fig. — Cette Compagnie possède un groupe de 27 bâtiments d'une surface de 25 acres (11 hectares). D'autres constructions sont prévues de sorte que la surface totale construite atteindra 50 acres (22 hectares). Tous ces bâtiments sont construits avec une armature de fer, murs et planches en ciment. L'installation électrique de force motrice comprend 557 moteurs de 1 2 à 50 ch d'une puissance globale de 6137 ch. L'installation de lumière électrique nécessite un peu plus de 500 kv-a et 29 transformateurs de 200 kv-a alimentent ces divers services. Quand tous les bâtiments seront construits, la puissance totale nécessaire sera approximativement de 20000 kv-a. Le courant à haute tension est reçu par les sous-stations à 12000 v et distribué à 240 v. Toutes les lignes d'alimentation à haute tension sont constituées par des câbles souterrains placés dans des conduites en ciment. Toutes les canalisations de lumière sont en tubes. Les coupe-circuits sont centralisés dans des coffrets métalliques descendus à la portée de la main : ces coffrets servent en même temps de répartiteurs pour l'équilibrage des phases; ils contiennent chacun un interrupteur avec coupe-circuit placé à l'arrivée du câble d'alimentation. Toutes les lampes employées sont du type à atmosphère d'azote; le modèle de 100 w a été adopté comme standard dans toute l'installation, excepté dans le bâtiment de réception dont la hauteur de plafond est beaucoup plus considérable et où l'on a utilisé des lampes de 750 et de 1 000 w. Les réflecteurs sont en acier émaillé de forme plate ou conique. Les lampes sont uniformément espacées de 17 pieds (5 m) dans les magasins et de 13 pieds (4 m) dans les salles de machines. L'éclairement a été calculé pour une consommation de 0.6 w par pied carré (environ 7 w : m²). Dans les bureaux on a utilisé des réflecteurs holophanes éloignés de 20 pieds (6 m) les uns des autres; les bureaux de dessin possèdent l'éclairage indirect, effectué par des lampes de 750 w. On a constaté que, pour maintenir le bon rendement de cette installation d'éclairage, il fallait une inspection et un nettoyage périodique des appareils. On utilise à cet effet un personnel de six nettoyeurs et dans ces conditions on obtient des résultats vraiment satisfaisants.

621.328 11—21. — L'éclairage d'une rue de Salt-Lake City. *Electrical World*, t. lxviii, 7 octobre 1916, p. 701, 1 200 mots, 2 fig.

ORGANISATION ET AMÉNAGEMENT

338.93 : 621.3. — Organisation moderne d'une entreprise de construction de petit matériel électrique : Emile Girardeau. *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. i, p. 546-555, 6000 mots, 8 fig., et p. 613-629, 7 500 mots, 10 fig. — Dans cet article l'auteur décrit l'organisation d'une usine récemment créée pour la fabrication du petit matériel électrique, l'usine « Paris-Rhône ». Cette organisation comprend : 1° les *organes de direction* qui sont chargés de rechercher, d'établir, de grouper et de présenter les renseignements et les résultats ; 2° les *comités* qui groupent des membres des organes de direction et des membres des services, afin d'assurer la liaison entre la direction et l'exécution ; 3° les *services* qui sont chargés de l'exécution régulière des travaux suivant le programme fixé par la direction. — Les travaux de la *direction* sont divisés en six sections qui respectivement s'occupent : *a*) du personnel, de ses attributions, des œuvres sociales, etc. ; *b*) de l'aménagement des bâtiments et de l'installation des machines ; *c*) du programme des appareils à fabriquer, des matières premières nécessaires, etc. ; *d*) de la standardisation des aménagements, règlements, méthodes, approvisionnements, dessins, etc. ; *e*) de rechercher les moyens propres à l'accroissement du rendement ; *f*) enfin des opérations du secrétariat : correspondance, classement des lettres et tous autres documents, statistique, etc. — Les *comités* sont au nombre de 6 ; ce sont : le comité technique, le comité de fabrication, le comité des installations, le comité des matières, le comité du personnel et le comité supérieur : à ce dernier incombe le soin de prendre les décisions importantes d'après les questions posées par les autres comités. — Les *services* sont répartis en cinq divisions : division technique, division du matériel, division de fabrication, division commerciale et division de comptabilité. L'article donne des détails sur les services de ces divisions et sur les travaux qu'ils ont mission d'effectuer.

621.891 + 621.434. — Notes sur la lubrification des pistons dans les moteurs Diesel : G.-B. Vickers. *Electrician*, 15 décembre 1916, t. lxxviii, p. 358, 1 700 mots. Communication à la Diesel engine Users Association. *Electrical Review*, 15 décembre 1916, t. lxxix, p. 640, 1 150 mots.

Digitized by Google

Adr. télégr. :
Leclique-Paris.

"L'Éclairage Électrique"

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 15.000.000 FRANCS

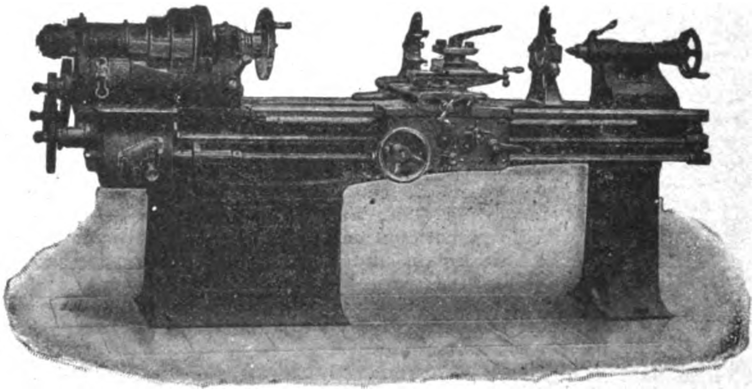
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone :
Elysées { 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

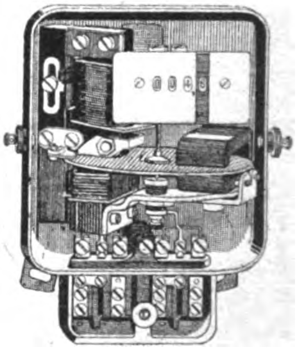
UNIS
FRANCE

LANDIS & GYR

BUREAUX ET LABORATOIRE :
12, RUE LAPEYRÈRE, PARIS
ATELIERS : 4, **rue des Cloys.**
Téléph. : MARCADET 11-03. — Adr. télégr. : DIVISOR-PARIS.

Compteurs d'Electricité

Wattmètres Ferraris
Interrupteurs horaires
Limiteurs de courant



Compteur courant alternatif.

Digitized by Google

EXPLOITATION

221.9.00.4. — La lime, étude de rendement et nouveau procédé d'essai; *Génie civil*, 31 mars 1917, t. LXX, p. 201-205, 4 000 mots, 9 fig. — Notre confrère fait une analyse du livre « La lime » de M. Ch. Frémont. L'auteur étudie l'emploi de cet outil, il donne une nouvelle méthode d'apprentissage du limeur et décrit une lime dynamométrique de sa construction pour faire l'étude de son rendement et qui lui donne un diagramme du coup de lime. Il a créé en outre une machine d'essai. Il donne le moyen de mesurer le travail dépensé par cet instrument : il en étudie le rendement, l'usage et l'essai, les conditions de recette des limes imposées par la Marine nationale et l'Artillerie.

621.311.2. — Marche en parallèle d'une station à vapeur et d'une station hydro-électrique. *Electrical World*, 17 mars 1917, t. XIX, p. 506, 1 000 mots, 7 fig. — Cet article est le complément d'une étude parue dans le numéro du 3 mars et traitant des dispositions prises par la « Connecticut Power Company » pour faire fonctionner en parallèle son installation hydro-électrique de Falls Village avec l'usine à vapeur de la « Hartford Electric Company ». La distance entre la station génératrice et la station réceptrice est d'environ 60 km, la ligne triphasée est double et supportée par des poteaux métalliques dont la hauteur est d'environ 30 m, ces poteaux supportent en même temps la ligne téléphonique qui est croisée à chaque poteau. La ligne est établie pour résister à une charge de glace de 12 mm de diamètre, les poteaux d'ancrage peuvent résister à la traction exercée par tous les conducteurs d'un seul côté, la ligne étant tombée de l'autre. Pour assurer la marche en parallèle, il a été nécessaire d'intercaler un régulateur d'induction en série avec la ligne à basse tension (11 000 v), ce régulateur permet de faire varier la tension de ± 10 pour 100 ; en outre le transformateur de sous-station alimenté sur 66 000 v permet de distribuer sur 11 000 ou 12 500 v suivant la borne de sortie. Des graphiques joints à l'article montrent qu'au mois de mai, époque de hautes eaux, la puissance fournie par la station à vapeur est très petite ; au contraire, au mois de septembre, époque de sécheresse, la station à vapeur vient largement en aide à la station hydro-électrique.

621.31 : 351.821. — L'avance de l'heure et les entreprises de production de l'électricité en Suisse. *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. I, p. 640, 300 mots. — Cette note indique les motifs pour lesquels les entreprises de production d'électricité suisses se sont opposées à l'avance de l'heure en Suisse pendant l'été.

621.31 : 352. — Contre la municipalisation des entreprises électriques ; Gleny MARSTON. *Electrical Review and Western Electrician*, t. LXIX, 7 octobre 1916, p. 632-633, 2 800 mots.

621.311. — Les producteurs de gaz comme fournisseurs d'électricité ; J.-W. NAPIER. *Electrician*, 20 octobre 1916, t. LXXVIII, p. 74-76, 5 000 mots; *Electrical Review*, 6 octobre 1916, t. LXXIX, p. 370-371, 2 200 mots; *Electrical World*, 2 décembre 1916, t LXXIII, p. 1 110, 400 mots. Extrait d'un rapport au meeting annuel de la North British Association of managers, Edimbourg, 1er septembre 1916.

621.315.2.00.3. — Détermination des frais de premier établissement du système de distribution Edison par tubes ; Julian LŒBENSTEIN. *Electrical World*, t. LXVIII, 7 octobre 1916, p. 716, 900 mots, 2 fig.

621.317.8. — Relèvement des tarifs d'électricité à Dijon. *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. I, p. 639, 500 mots. — Cette note indique les augmentations de tarifs qui ont été consenties à la Société dijonnaise d'électricité.

621.33.00.4. — Quelques résultats de l'électrification du Lœtschberg ; L. THORMANN. *L'Ingegneria ferroviaria*, 1er février 1917, t. XIV, p. 25-28, 8 fig.

656.4.00.4. — Le rendement d'exploitation des voitures de tramways ; J.-F. LAYNG. *Tramway and Railway World*, 7 décembre 1916, t. XI, p. 410-413, 3 600 mots, 7 fig. — Il est possible de réaliser des économies notables en modifiant convenablement les facteurs d'exploitation suivants : temps pendant lequel les voitures sont en service chaque jour, nombre d'arrêts par mile, durée des arrêts, taux d'accélération ou de ralentissement, poids des équipements. Dans son article, l'auteur examine l'importance de ces divers facteurs ; les figures montrent graphiquement comment varie la dépense d'énergie avec la variation de ces divers facteurs.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.143.1 : 669.113.3. — Le traitement thermique de l'acier à outils : H. BREARLEY. *Electrician*, 6 octobre 1916, p. 19, t. LXXVIII, 400 mots. Bibliographie.

669.1 : 669 03. — Résistance et structure interne de l'acier doux; W.-E. DALBY. *Engineering*, 6 avril 1917, t. CIII, p. 319, 3 000 mots, 22 fig. — Dans ces dernières années, l'étude de la structure interne des métaux est passée du domaine de la science pure dans celui de l'art de l'ingénieur. De nombreux renseignements ont été accumulés ; l'effet du traitement thermique a aussi fait l'objet de nombreux travaux, les alliages ont aussi été étudiés avec soin et le mode de solidification des métaux a été déterminé. L'auteur a l'intention de montrer dans son travail la structure interne des aciers ordinaires et l'influence de cette structure sur les qualités de ces mêmes aciers, en ce qui concerne leur résistance. La solidification des aciers n'est autre chose qu'une cristallisation, des photographies micrographiques à très grande échelle montrent clairement la forme et la disposition des cristaux pour différents aciers contenant des quantités de carbone de plus en plus grandes. Une de ces photographies montre une section d'acier à 0,29 pour 100 de carbone ; un bloc de perlite a été isolé, sa plus grande longueur est égale à 1/700 d'inch, les couches alternatives de fer et de cémentite sont d'une grande uniformité, l'épaisseur de ces couches est extrêmement petite, elle ne dépasse pas 1/60 000 d'inch. La formule chimique de la cémentite, $Fe^3 C$, montre que la cémentite contient 168 parties en poids de fer et 12 parties en poids de carbone, correspondant à une partie de carbone et 14 parties de fer pour 15 parties de cémentite, il en résulte que 0,9 partie de carbone combinée avec 12,6 parties de fer forme 13,5 parties de cémentite ; l'analyse de la perlite montre que les blocs contiennent 0,9 pour 100 de carbone, il s'ensuit donc qu'un bloc de perlite contient 13,5 pour 100 de cémentite et 85,5 pour 100 de fer. On en conclut que tout le carbone trouvé dans la perlite est employé pour former la cémentite et qu'aucune partie ne se trouve dans le fer. En admettant que tout le carbone dans la perlite se trouve dans les couches de cémentite, et en prenant 0,9 pour 100 pour la proportion de carbone dans toute la perlite, le pourcentage x de perlite dans un acier donné contenant c pour 100 de carbone est $x = 111\,c$, et le fer pur est égal à $100 - 111\,c$ pour 100. La qualité et la résistance de l'acier dépendent de la résistance du fer et de celle de la perlite. Si f_p est la résistance de la perlite, P le pourcentage de perlite dans l'acier, f_i la résistance du fer pur (ferrite) et I le pourcentage de fer, en appelant f_s la résistance de l'acier, on a :

$$100\, f_s = f_p\, P + f_i\, I \qquad (1)$$

mais on a $P = 111\,c$ et $I = 100 - 111\,c$, en substituant il vient

$$f_s = 111\,c\,(f_p - f_i) + f_i \qquad (2)$$

La valeur de f_p peut être déduite d'expériences sur des aciers contenant 0,9 pour 100 de carbone ; l'auteur a trouvé cette valeur égale à 62 t par inch carré (approximativement), des courbes montrent les valeurs des résistances

Digitized by Google

SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES D'ORNANS

ANCIENNEMENT OLIVIER ET Cie

à

ORNANS (Doubs)

REPRÉSENTANT GÉNÉRAL A PARIS : G. JARRE 17, RUE TRONCHET

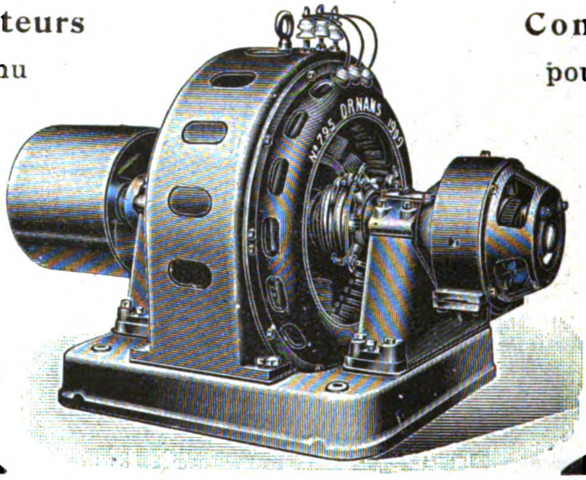
Dynamos et Moteurs
courant continu

—

Alternateurs et Moteurs
courant alternatif

—

Transformateurs
statiques.



Compresseurs d'Air
pour traction électrique

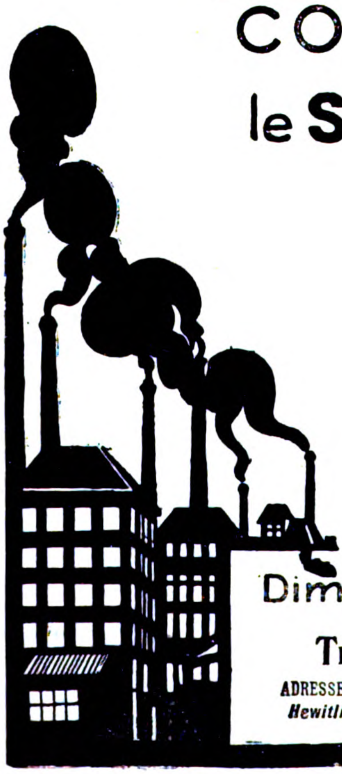
—

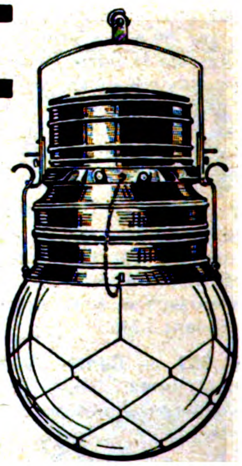
Pompes centrifuges
système de Laval.

—

Transformateurs
rotatifs.

La Lampe WESTINGHOUSE Cooper Hewitt est le Soleil de l'Usine





Elle éclaire sans Ombres

Augmente le Rendement

Diminue la Fatigue Visuelle

La Maison VICKERS Ltd dans ses usines de Barrow Sheffield et Erith et la maison ARMSTRONG ainsi que bien d'autres, emploient plus de 10.000 de ces lampes dans leurs chantiers et ateliers pour la Fabrication du matériel de guerre en Angleterre.

Demandez le Tarif 273

THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT C° L

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewitlight-Suresnes.*

USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE SURESNES, près PARIS 11, Rue du Pont.

TÉLÉPHONE WAGRAM 86.10

SEP

Digitized by Google

d'aciers à différentes teneurs de carbone permettant d'adopter pour f_i la valeur de 16 t par inch carré, dans ces conditions l'équation (2) devient

$$f_s = 111\,c\,(62 - 16) + 16 = 51\,c + 16; \qquad (3)$$

cette relation représente la tension de rupture de bon acier normal du commerce traité de telle manière que la perlite soit formée.

621.944.1 : 625.143 3. — L'influence du mode de laminage sur les fractures des rails; DUDLEY. *Génie civil*, t. LXIX, 14 octobre 1916, p. 260. D'après *Iron Age* du 17 août.

665.882. — Le thermalène comme substitut de l'acétylène pour la soudure; K.-H. WOLF. *Engineering*, 13 octobre 1916, p. 361, t. CII, 800 mots; *Sc. Abstracts* B., novembre 1916, t. XIX, p. 389, n° 818.

DIVERS

662.66. — L'oxydation des houilles; Georges CHARPY et Marcel GODCHOT. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 11 décembre 1916, t. CLXIII. — Les auteurs ont soumis de la houille à une température de 100°; au bout de trois heures l'évaporation de l'eau hygrométrique est complète et la houille ne diminue plus de poids, au contraire celui-ci augmente; au bout de 2 mois 1/2 à 3 mois de chauffage, l'augmentation de poids cesse. Cette augmentation est due à une oxydation de la houille. Si on élève la température au-dessus de 150°, il se produit un dégagement de CO^2 et une diminution de poids. Le pouvoir calorifique des houilles oxydées est réduit de 3 à 13 pour 100. La conclusion pratique de cette étude est qu'il est indispensable de déterminer directement les pouvoirs calorifiques des houilles et de ne pas les apprécier en se basant sur leur teneur en cendres et en matières volatiles, car le charbon conservé en tas s'oxyde, cette oxydation peut commencer dans la mine même.

666.76. — La production des matières réfractaires en Angleterre. *Engineering*, 10 et 17 novembre 1916, t. CII, p. 464 et 489, 8 000 mots. — Notre confrère anglais donne une analyse des mémoires relatifs à l'étude et à la fabrication des matières réfractaires présentés à la Faraday Society. Avant la guerre, presque toutes ces matières provenaient d'Allemagne; cependant, grâce à la création de commissions et de laboratoires de recherches, l'industrie anglaise a pu rapidement se mettre à fabriquer les matières réfractaires nécessaires. Notre confrère indique dans quel ordre d'idées ces travaux ont été conduits.

332.4 + 531.7. — Le système décimal de monnaies, de poids et de mesures. *Electrician*, 6 avril 1917, t. LXXVIII, p. 16-18, 3 700 mots. Résumé d'une communication de M. Harry ALLCOCK à l'*Institution of civil Engineers*, de Londres, le 27 mars. — Les systèmes monétaires des 103 pays reposent sur 32 bases différentes et les unités monétaires peuvent être classées de la manière suivante : 1° 20 pays ont une unité de l'ordre de la livre sterling; 2° 20, une unité de l'ordre du dollar-or = 50 d; 3° 8, une unité de l'ordre du dollar-argent = 28 d; 4° 12, une unité de l'ordre du florin = 18,25 d; 5° 9, une unité de l'ordre de la roupie = 16 d; 6° 8, une unité de l'ordre du mark ou de la couronne = 10,13 d; 7° 21, une unité de l'ordre du franc = 9,10 d. En dehors de l'Empire britannique, tous les autres pays utilisent pratiquement le système décimal, la plus petite monnaie étant le centième de l'unité monétaire, avec des monnaies divisionnaires valant 2, 5, 10, 20 ou 25 et 50 fois la plus petite monnaie. Un alliage de nickel et de bronze contenant 25 pour 100 de nickel et 75 pour 100 de cuivre est beaucoup plus utilisé que le nickel pur. Les transactions financières, comme le paiement d'intérêts, de dividendes, étant basées sur un taux calculé pour 100 et non pour 20 ou 240, il est évident que l'emploi du système décimal évite beaucoup de temps et de peine. — L'auteur rappelle les efforts faits dans son pays pour faire adopter le système décimal, parmi lesquels on peut citer ceux de lord Wrottesley en 1824, ceux de la Commission de revision des poids et mesures en 1841, ceux de la Commission parlementaire de 1853, ceux de la cité de Londres en 1855, ceux de M. Ashton Dilke en 1881 et ceux de lord Belhaven en 1904. Depuis 1907, plus de 400 résolutions ont été présentées par les Chambres de commerce, les autorités locales, les institutions professionnelles, etc., en faveur du système décimal, mais c'est la guerre qui a le mieux fait voir à la nation la nécessité de la réforme. L'auteur est d'avis qu'il serait bon de conserver, si possible, le *souverain*; le *florin* est 1/10 du souverain, et en divisant le florin en 100 *cents* au lieu de 96 *farthings*, la chaîne décimale serait complète. Il suggère que les monnaies pourraient être les suivantes : or — *souverain* et *demi — souverain*; argent — *florin*, *shilling*, *quarter* (= 6 *d*); nickel — 10 *cts* (= 2,4 *d*), 5 *cts* (= 1,2 *d*); bronze — 4 *cts* (= 0,96 *d*), 2 *cts* (= 0,48 *d*), 1 *ct* (= 0,24 *d*). La valeur des monnaies de bronze actuelles serait dépréciée de 4 pour 100, mais ce n'est pas une considération suffisante pour nous interdire de profiter des privilèges du système décimal. Si l'on voulait conserver la valeur actuelle du *penny*, des monnaies de 10 *d*, 100 *d*, etc. deviendraient nécessaires et la livre ne pourrait survivre. — Relativement aux poids et mesures, d'après sir Wm. Preece, on emploierait en Angleterre 154 mesures différentes de longueur et sir Hy Norman établissait, en 1907, qu'il y a plus de 200 poids et mesures différents utilisés dans le commerce anglais des grains. La *livre*, le *yard*, le *gallon*, etc., pourraient être conservés à la base du système décimal. Dans son rapport de juin 1916, M. Stratton, directeur du Bureau of Standards de Washington, établit que le système métrique est obligatoire dans 34 pays ayant une population de 437 330 000 habitants et facultatif dans 11 pays ayant une population de 727 233 000 habitants, tandis que 26 pays ont adhéré à la convention métrique internationale. Le dernier groupe réunit une population de 683 523 000 habitants. On a parfois préconisé la décimalisation des unités anglaises actuelles. D'après le « House of Commons Committee » de 1862, il y aurait presque autant de difficultés pour les Anglais à créer un système décimal qu'à adopter simplement le système métrique commun aux autres nations, et s'ils créaient un système propre, ils devraient probablement le changer à nouveau dans un petit nombre d'années, à mesure que s'accroîtra le commerce international. M. A.-J. Balfour disait en 1895 que, de l'avis du monde civilisé tout entier, le système métrique était le seul rationnel. Aucun pays n'a abandonné le système métrique après l'avoir adopté. — Le British Weights and Measures Act de 1878 autorise théoriquement, mais prohibe pratiquement l'emploi du système métrique, puisqu'il défend au commerçant d'avoir chez lui des poids et des mesures métriques. Une législation ultérieure permet l'emploi du système, mais ne le rend pas obligatoire. En janvier dernier, la British Engineers' Association a recueilli l'opinion de ses membres sur l'obligation : 90 pour 100 sont favorables au système monétaire décimal, 87 pour 100 ont voté pour les poids métriques, 86 pour 100 pour les mesures métriques des solides et des liquides, 83 pour 100 pour les mesures métriques de longueur. La Decimal Association, qui a sollicité l'opinion de 25000 maisons anglaises, a obtenu 3036 réponses : 2994 ont été favorables au système monétaire décimal et aux poids et mesures métriques. La crainte que l'adoption du système métrique n'entraînât le remplacement immédiat des gabarits, des outils, etc., n'est pas fondée car le nouveau bill préparé par l'Association des Chambres de commerce anglaises contient une clause stipulant que rien, dans le bill, n'affecterait la fabrication ou l'emploi de l'outillage constitué suivant des mesures n'appartenant pas au système métrique, en sorte que chaque industriel pourrait fixer la durée de sa période de transition. — L'auteur cite une opinion de lord Kelvin sur la perte de temps qu'entraîne l'emploi des poids et mesures actuels et pense, comme le professeur Aldred F. Barker, que le passage au système métrique serait aisé.

Digitized by Google

ENTREPRISES GÉNÉRALES
DE CONSTRUCTION D'USINES

BÉTON ARMÉ — MAÇONNERIE — TRAVAUX PUBLICS

Cheminées
“Monolithe”
S. G. D. G.

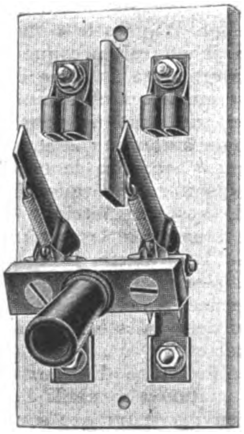
Sté D'APPLICATIONS DU BÉTON ARMÉ
S-A-B-A
11, RUE DE BELZUNCE PARIS

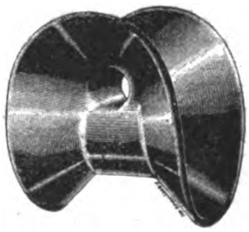
Poteaux
“Gallia”
S. G. D. G.

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.000.000 DE FRANCS

Adresse Télégraphique :
SABARMÉ-PARIS

Téléphone :
NORD 48-48
53-61



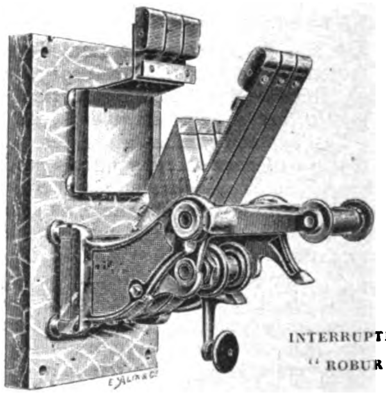


MAILLON VPC

TOUT MATÉRIEL D'APPAREILLAGE
POUR
INSTALLATIONS DE STATIONS CENTRALES
ET SOUS-STATIONS
HAUTE ET BASSE TENSION

Nombreux appareils en stock
pour installation de circuits de Lumière
et Force motrice.

SOCIÉTÉ ANONYME
DES ÉTABLISSEMENTS
VEDOVELLI & PRIESTLEY
Siège social, 14, rue Taitbout, PARIS
Usines à Paris et à Ivry.



INTERRUPTEUR
“ROBUR”

TÉLÉPHONE Bergère, 37-64
Saxe 61-70
08-96

35 522. — La mobilisation industrielle et l'après-guerre; P. Lanino. *Elettrotecnica*, 15 avril 1917, t. iv, p. 212, 1 100 mots, 2 fig. Conférence à l'Associazione Elettrotecnica Italiana à la section de Milan le 11 janvier 1917.

35.9. — Le développement de la flotte et des bases navales des États-Unis; L. Cathcart, *G. E. R.*, mars 1917, t. xx, p. 216-226, 5 600 mots, 3 fig. — Cet article, écrit avant l'entrée en guerre des États-Unis du côté des Alliés, expose la situation navale de cette grande puissance, l'état actuel de sa flotte et les dispositifs de défense contre une attaque par mer.

172.1. — Le Congrès du patriotisme réaliste (Constructive Patriotism); G.-L Alexander, *G. E. R.*, avril 1917, t. xx, p. 268, 100 mots, 1 fig., 1 tab. — Dans cet article, M. Alexander rend compte du Congrès du patriotisme réaliste, réuni à Washington en janvier 1917. Ce Congrès fut caractérisé et par l'esprit de fierté national de ses participants et le désir de rendre aussi productif que possible le travail des États-Unis dont furent animés tous les rapports. — Les États-Unis, à cette époque, étaient déjà en marche vers la guerre : il leur fallait, dit M Root, « non la paix sans victoire, mais la paix et la victoire ». Pour cela, il faut organiser chaque entreprise, et grouper toutes les industries, en ne regardant que l'intérêt national. Les autres vœux du Congrès furent les suivants : surveillance des naturalisations; développement de la flotte qui doit être la première dans le Pacifique et la deuxième dans l'Atlantique. Préparation militaire ou navale obligatoire et sérieuse pour tous. Rôle plus actif et plus efficace joué par le gouvernement.

378 : 331.86. — L'Université du travail de Charleroi et le problème de l'apprentissage; Dr Josepha Ioteyko. *Revue générale des Sciences*, 15 février 1917, t. xxviii, p 84-89, 5 400 mots. — Nul pays d'Europe n'avait une production industrielle aussi élevée que celle de la Belgique proportionnellement au nombre des habitants ; l'auteur examine dans son article comment étaient organisés l'éducation technique et l'apprentissage dans les grands centres belges, et étudie le fonctionnement de l'*Université du travail* de Charleroi, et de l'*Ecole primaire supérieure technique du quatrième degré* de Saint-Gilles, faubourg de Bruxelles. La région de Charleroi possède seize écoles industrielles communales ayant en tout environ 6 000 élèves. Ces écoles comprennent trois étages; à la base, les *Ecoles professionnelles du jour* et les cours professionnels du soir et du dimanche; le deuxième étage est constitué par l'*Ecole industrielle supérieure* et l'étage le plus élevé par les *Cours supérieurs de perfectionnement* ; tout homme intelligent et travaillant peut donc s'élever du niveau social le plus modeste au savoir technologique le plus élevé. La caractéristique des cours est qu'ils sont surtout expérimentaux et comportent de nombreuses manipulations et essais. Les onze écoles professionnelles du soir et du dimanche forment des ouvriers de onze métiers différents, parmi lesquels se trouvent des ajusteurs-électriciens. L'enseignement de l'Ecole d'électricité est expérimental, le cours se fait en auditoire dans le laboratoire même, et les élèves étudient sur les machines mêmes les applications de ce qu'on vient de leur enseigner. Le dessin technique joue un rôle important dans l'enseignement. Les écoles professionnelles du jour ont quatre années d'études et sont au nombre de quatre : Ecole d'électricité, Ecole de mécanique, Ecole de menuiserie et Ecole de modelage. La première année, les apprentis exécutent une série de travaux en bois et en fer, ils ne se spécialisent qu'à la fin de cette année. L'Ecole industrielle supérieure est d'un niveau plus élevé, les élèves doivent avoir dix-huit ans au moins et posséder une profession; les cours, d'une durée de neuf heures par semaine, sont répartis sur trois années consécutives ; l'école comprend neuf sections : 1° conducteurs et dessinateurs-mécaniciens ; 2° électriciens ; 3° constructions civiles ; 4° usines ; 5° industries chimiques ; 6° industries métallurgiques ; 7° arts industriels; 8° sciences comptables ; 9° correspondants. Enfin les *cours techniques de perfectionnement* forment les spécialistes pour la grande industrie Ils comportent deux cents heures de leçons et manipulations et sont sanctionnés par un diplôme de technicien. De plus, une école spéciale forme des professeurs pour les écoles techniques, la durée des études est de deux ans. Enfin un *musée technologique* possédant de superbes collections, une bibliothèque, plusieurs laboratoires est à la disposition entière des écoles professionnelles. L'Université du travail, fondée en 1903 avec 152 élèves, en réunissait, avant la guerre, près de 2 000. L'auteur examine ensuite le problème de l'apprentissage. Ce dernier subit actuellement une crise qui est due à la discordance entre l'ancienne formation de l'apprenti et les capacités techniques requises par l'industrie moderne. Dans l'industrie moderne, l'homme ne travaille plus uniquement comme un moteur humain, ses qualités psychiques entrent en jeu et il travaille comme un appareil psycho-physiologique. Il est incontestable que la valeur de la main-d'œuvre est et restera toujours l'élément décisif dans le développement de la capacité de production. Cependant, l'introduction de l'outillage automatique et semi-automatique et la fabrication en série ont modifié profondément les qualités requises par l'ouvrier. L'apprentissage a pour but d'entraîner l'ouvrier, c'est-à-dire de l'habituer à accomplir le travail maximum avec l'effort minimum en supprimant tout mouvement inutile, et réduisant au minimum la dépense nerveuse. L'auteur termine son intéressant article par quelques considérations d'ordre général sur la détermination des aptitudes et des inaptitudes des apprentis. Les aptitudes physiques peuvent se constater facilement, mais la question est plus délicate vis-à-vis des aptitudes intellectuelles. Il montre enfin quels seraient les avantages d'une société où chacun serait occupé suivant ses aptitudes et ses goûts et enfin le vœu de voir se développer la « Science des aptitudes ».

378 (072). — Les laboratoires de recherches. Aperçu historique sur les laboratoires de recherches scientifiques existant en France Mesures à prendre pour les mieux utiliser. Rapport de M. Le Chatelier sur les laboratoires nationaux de recherches scientifiques. *R G. E.*, 21 avril 1917, t. 1, p. 604-610, 6 300 mots. — L'article rappelle tout d'abord que, sur l'initiative de M. H. Le Chatelier, l'Académie des Sciences de Paris s'est préoccupée de la création d'un Laboratoire national de recherches, puis, qu'à son tour, la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, sur la proposition du général Sebert, a mis la même question à l'ordre du jour de ses travaux — A la suite de l'article sont reproduits un rapport du général Sebert sur les laboratoires de recherches existant actuellement en France et un rapport de M. Le Chatelier, sur l'organisation qu'il convient de donner à un laboratoire national.

5 + 621.3. — Quelques problèmes scientifiques à résoudre; H. Le Chatelier. *R. G. E*, 28 avril 1917, t. 1, p. 655-656, 1 300 mots. — Comme suite à une communication faite antérieurement à l'Académie des Sciences et signalée dans la « R. G. E. » du 17 mars, p. 401, M H. Le Chatelier indique, dans cet article, le rôle qui échoit aux industriels dans la réalisation de l'union étroite de la science et de l'industrie. Après avoir montré par deux exemples, l'un relatif à la fabrication des lampes à filament de carbone, l'autre à la fabrication électrolytique du fer, combien nous font défaut les données scientifiques cependant indispensables à ces deux branches de l'industrie électrique, il insiste sur la nécessité, pour l'ingénieur, de bien mettre en évidence les facteurs dont dépend le problème dont la solution doit être demandée au savant. En terminant, il signale que cette méthode de travail vient d'être appliquée aux États-Unis pour les questions intéressant la défense nationale.

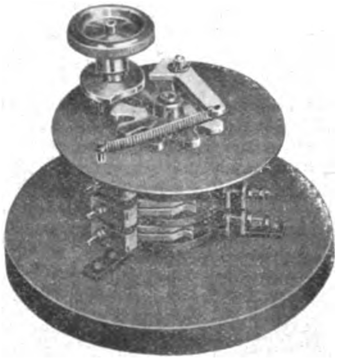
Digitized by Google

MOVO S. A. APPAREILLAGE-ÉLECTRIQUE VEVEY

Suisse

Interrupteurs blindés

EN COFFRETS EN FONTE OU EN TOLE EMBOUTIE



COMMUTATEURS-INVERSEURS

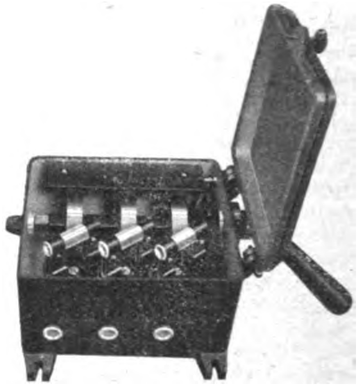
DISJONCTEURS-AUTOMATIQUES

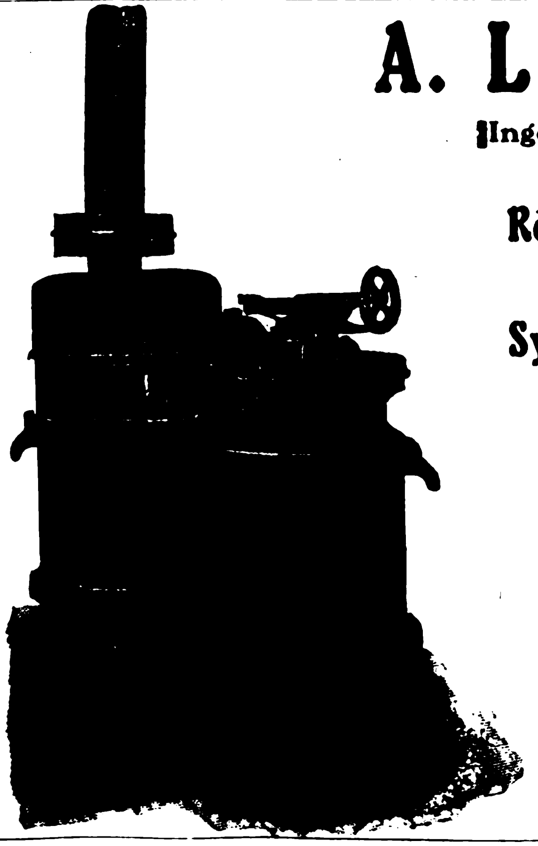
INTERRUPTEURS-ROTATIFS

COMMUTATEURS-ÉTOILE-TRIANGLE

POSTES DE DISTRIBUTION

LIMITEURS DE COURANT





A. LECOQ & MARTIN

Ingénieurs-Constructeurs. — GENÈVE

Régulateurs automatiques de tension pour courants alternatifs mono ou polyphasés.

Système à Voltmètre spécial (breveté) ne nécessitant la marche du moteur qu'au moment du réglage, fonctionnant donc sans autre surveillance que celle du graissage.

RÉFÉRENCES A DISPOSITION :

Service Électrique Municipal de Genève :
3 Appareils de 100 kilowatts biphasés.

Société Grenobloise de Force et Lumière, à Grenoble :
27 Appareils triphasés.

Service Électrique de Wynau, à Langenthal :
3 Appareils mono et triphasés.

Société des Gaz du Midi, à Lyon :
3 Appareils triphasés.

etc., etc.

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

51. — Note sur l'estimation des constantes des formules linéaires empiriques; M. Harry Roeser. *Phys. Rev.*, janvier 1917, t. IX, p. 80-82, 1 200 mots.

535.215. — Potentiels photo-électriques relatifs aux longueurs d'onde extrêmement courtes; P.-E. Sabine. *Physical Review*, 2 mars 1917, 2e série, t. IX, p. 210-219, 3 600 mots, 4 fig., 4 tab. — Le mémoire contient l'exposé d'expériences préliminaires en vue de déterminer le potentiel photo-électrique maximum produit par la lumière dans la région du spectre dite région de Schuman, en fonction de la fréquence. Les recherches de Millikan sur la forme de la relation entre la tension et la fréquence, pour les métaux alcalins, ont établi que la formule d'Einstein $V = \frac{h}{e}\nu - V_0$ est très approchée pour ces métaux. Les résultats de Kadesh et Hennings par la même méthode sur d'autres métaux a fourni pour h une valeur qui diffère de celle de Millikan d'une quantité considérablement supérieure à l'erreur limite indiquée par ce dernier. L'auteur s'est proposé d'étendre l'intervalle des fréquences qui peuvent être utilisées pour des mesures photo-électriques sur les autres métaux. — De plus, puisque l'intensité des courants photo-électriques augmente rapidement quand la longueur d'onde décroît, la région du spectre dite de Schuman offre un champ intéressant pour les recherches photo-électriques, en même temps que la cellule photo-électrique peut apporter une aide notable aux recherches spectroscopiques dans la région de Schuman. — Les résultats obtenus par l'auteur peuvent être résumés de la manière suivante : 1° il a construit et calibré un dispositif analogue au spectromètre à vide de Lyman, permettant d'isoler des radiations monochromatiques entre $\lambda = 2\,300$ et $\lambda = 1\,250$ angstroms; 2° il a effectué des mesures de tension et de fréquence sur un métal unique, le zinc, avec des radiations comprises entre $\lambda = 1\,800$ et $\lambda = 1\,250$ A; 3° il a montré que la pente de la ligne tension-fréquence est tout à fait indépendante de l'état et de la surface du métal, pourvu que ces conditions demeurent invariables pendant les mesures ; 4° l'étude directe de l'influence des radiations diffusées de courte longueur d'onde a montré que ces radiations diffusées constituent une cause d'erreur importante dans les mesures ; 5° il a déterminé la valeur des potentiels maxima acquis par des plateaux de zinc, de cadmium et de cuivre éclairés par des radiations de longueur d'onde $\lambda = 1\,250$ A. Ces mesures, jointes à celles d'autres expérimentateurs pour des longueurs d'onde plus considérables, fournissent pour le coefficient angulaire de la courbe des tensions en fonction des fréquences une valeur très voisine de $\frac{h}{e}$. — B.

538.62. — Le phénomène de Zeeman et les séries spectrales; T. Van Lohuizen. *Extrait des Archives du Mersé Feyler*, 3e série, t. II, 1 brochure in-8° de 33 p. ; *R. G. des Sciences*, 15 mars 1917, t. XXVIII, p. 153, 800 mots.

535.33 + 537.1. — Les spectres de lignes et les potentiels d'ionisation; E. Mc Lennan. *Engineering*, 6 octobre 1916, t. CII, p. 320, 800 mots. Extrait d'une communication à la section A de la British Association (science physique).

537.531. — Les spectres des rayons X des éléments; Sir Ernst Rutherford. *Engineering*, 6 octobre 1916, t. CII, p. 320, 1 400 mots. Extrait d'une communication à la section A de la British Association (science physique).

535.33. — Fréquences des lignes spectrales; W.-M. Hicks. *Engineering*, 6 octobre 1916, t. CII, p. 321, 700 mots. Extrait d'une communication à la section A de la British Association (mathématique et science physique).

537.311. — Mesure de la résistance électrique. *Ingegneria ferroviaria*, 28 février 1917, t. XIV, p. 45-46, 1 600 mots, 3 fig.

537.342. — Influence de la température sur les phénomènes électrocapillaires; L. Décombe. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 21 mai 1917, t. CLXIV, p. 808, 900 mots. — Si on applique aux phénomènes électrocapillaires le second principe de la thermodynamique et utilise les résultats numériques des expériences de W.-A. Wining et de M. Gouy, les conditions de réversibilité et l'absence d'électrolyse étant supposées remplies, nous représenterons la quantité élémentaire d'électricité mise en jeu par : $dm = XdS + YSdV + ZSdT$; la quantité élémentaire de chaleur mise en jeu par : $dQ = ldS + rdV + cdT$; et la variation élémentaire d'énergie de la surface capillaire par : $dU = JdQ + AdS + mdV$, où S est la surface du ménisque, V la différence de potentiel des électrodes et T la température de l'expérience. Les 3 fonctions Y, Z et A sont indépendantes de S. A représente la tension superficielle du ménisque. En appliquant les principes de la conservation de l'électricité, de l'équivalence et de l'entropie et en écrivant que dm, $\frac{dQ}{T}$ et dU sont les différentielles exactes des variables S, V, T, on a : $X = -\frac{\partial A}{\partial V}$; $Y = -\frac{\partial^2 A}{\partial V^2}$; $l = -\frac{T}{J}\frac{\partial A}{\partial T}$. Les deux premières formules sont les équations classiques de M. Lippmann, mais ici A et par suite X et Y peuvent être considérées comme des fonctions de la température T. — De ce qui précède, on conclut : 1° l, chaleur latente d'extension de la surface capillaire L, est toujours de signe contraire à celui de $\frac{\partial A}{\partial T}$; or, en général, la tension superficielle A décroît lorsque la température augmente ; *la chaleur latente d'extension du ménisque doit donc être considérée comme généralement positive.* — 2° La quantité $Y = -\frac{\partial^2 A}{\partial V^2}$ est, d'après les expériences de W.-A. Wining, indépendante de la tempéra-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité.* — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Société d'Électro-Métallurgie de Dives

Société Anonyme au capital de **20 millions de francs.**

CUIVRE

LAITON

NICKEL

ALUMINIUM

ÉTAIN

EN LINGOTS, BARRES, FILS, PLANCHES, FEUILLES, EMBOUTIS

Fils en cuivre de haute conductibilité, Fils pour Trolley, Fils bi-métal, Coins pour collecteurs, Étain en feuilles, Maillechort en fils et en lames.

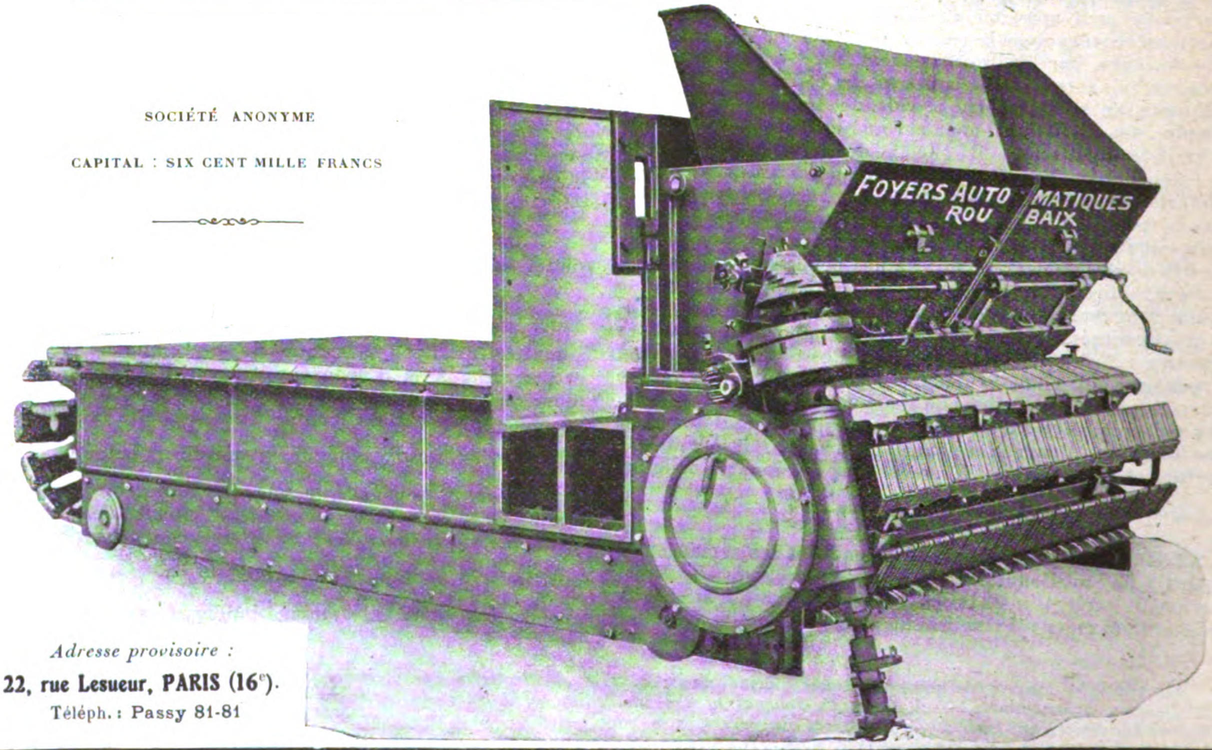
USINES à
DIVES-sur-MER (Calvados).

SIÈGE SOCIAL à PARIS
11 bis, Rue Roquépine.

FOYERS AUTOMATIQUES — ROUBAIX

SOCIÉTÉ ANONYME

CAPITAL : SIX CENT MILLE FRANCS



Adresse provisoire :
22, rue Lesueur, PARIS (16e).
Téléph. : Passy 81-81

Digitized by Google

ture. Or. au point de vue de Helmholtz, Y est la capacité, par unité de surface, de la couche double qui se forme à la surface du ménisque. *L'épaisseur de cette couche est donc, dans les mêmes conditions, indépendante de la température*; de même Y est indépendant de la différence de potentiel V pour toutes les valeurs de cette variable qui précèdent le maximum de la tension superficielle. Au delà du maximum, Y paraît constant mais avec une valeur moindre qui semblerait diminuer à mesure que V continue à croître. — Ce qui précède montre les relations étroites qui existent entre la thermodynamique et l'électrostatique. — H. C.

537.43. — Protection contre la grêle et les orages par les niagaras électriques. *Electrical Review*, 9 et 16 mars 1916, t. LXXX, p. 275 et 303-304, 1 200 mots, 1 400 mots, 1 fig.

537.53. — Couronnes dans l'hydrogène pour des courants continus et des courants alternatifs; John W. Davis. *Physical Review*, mars 1917, 2[e] série, t. IX, p. 255. — La décharge en couronnes entre des cylindres concentriques, quand on remplit l'espace entre les cylindres avec de l'hydrogène, présente quelques différences caractéristiques avec la décharge dans l'air : 1° la décharge dans l'hydrogène ne s'établit ni ne s'arrête pour la même valeur de la tension ; 2° le courant obtenu pour une tension donnée entre les cylindres varie suivant que cette valeur de la tension est obtenue par valeurs inférieures ou par valeurs supérieures ; 3° la décharge se produit à des voltages nettement plus faibles dans l'hydrogène que dans l'air ; 4° il y a une grande différence dans la valeur de l'intensité électrique critique du cylindre intérieur, suivant que ce cylindre est positif ou négatif ; 5° la forme des courbes caractéristiques représentant la tension en fonction du courant est totalement différente suivant que le cylindre intérieur est positif ou négatif ; 6° la décharge en couronnes dans l'hydrogène peut être utilisée pour redresser les courants alternatifs ; 7° les apparences de la couronne, de l'étincelle et de l'arc sont différentes dans l'air et l'hydrogène ; 8° les lueurs qu'on aperçoit autour des cylindres intérieurs et extérieurs indiquent l'existence de gradients de potentiel d'ionisation autour de ces surfaces. — B.

537.531.00.4. — L'avenir de l'industrie des rayons X en Grande-Bretagne; Geoffrey Pearce. *Electrical Review*, 13 avril 1917, t. LXXX, p. 418, 600 mots.

537.531.3. — L'émission des rayons X en fonction du potentiel cathodique; David L. Webster. *Physical Review*, mars 1917, 2[e] série, t. IX, p. 220-225, 2 000 mots, 1 fig. — L'auteur a publié antérieurement (*Physical Review*, juin 1916) le résultat d'expériences faites sur les rayons X de longueur d'onde définie qui sont émis par une anticathode de rhodium sous des potentiels déterminés. Un de ces résultats est qu'à mesure qu'on augmente le potentiel, le rayonnement d'une longueur d'onde quelconque apparaît lorsque le potentiel atteint la valeur qui donne à un électron cathodique isolé un quantum de cette longueur d'onde. Ce résultat est analogue à celui observé antérieurement par Duane et Hunt (*Physical Review*, août 1915) et Hull (*Physical Review*, janvier 1916) pour le tungstène. De plus, au-dessus de ce potentiel, l'intensité des rayons augmente, d'abord très rapidement, puis plus lentement, les graphiques devenant bientôt linéaires. — Il serait intéressant de trouver l'émission des atomes frappés par des électrons cathodiques d'une vitesse unique, en fonction de cette vitesse. Les données recueillies ne donnent pas cette émission directement, car quelques-uns des électrons pénètrent dans le métal et sont ralentis par des collisions peu importantes avant d'abandonner le quantum d'énergie qui semble nécessaire à la production des rayons X quelconques. La méthode idéale, pour obtenir l'émission véritable, consisterait dans l'emploi d'une anticathode extrêmement mince que pourraient traverser les électrons qui ne perdent pas de quanta, grâce à une légère perte de vitesse. Comme il y aurait des difficultés expérimentales considérables à avoir des rayons assez intenses pour les mesures spectroscopiques et qui ne fondraient pas l'anticathode, l'auteur s'est proposé d'obtenir quelques renseignements sur la question en utilisant des faits connus, comme la perte de vitesse des électrons dans un métal. — A partir de considérations théoriques, l'auteur établit les points suivants : 1° si le rayonnement prend naissance d'après la théorie des quanta, la probabilité de la production d'une fréquence déterminée dans un atome frappé par un électron cathodique croît de zéro à une valeur finie quand l'énergie de l'électron cathodique croît au delà du quantum ; 2° dans le cas, tout au moins du rhodium, la probabilité diminue par un nouvel accroissement de l'énergie de l'électron cathodique ; 3° les lois des collisions par quanta diffèrent radicalement de celles des collisions qui agissent simplement en produisant un ralentissement léger de l'électron sans produire de rayons X. — B.

537.531.4. — Effet d'un filtrage préalable sur les coefficients d'absorption de rayons X à haute fréquence; S.-J. Allen et L.-M. Alexander. *Physical Review*, mars 1917, 2[e] série, t. IX, p. 198-204, 2 250 mots, 4 fig., 2 tab. — On sait tout l'intérêt que présente le travail de Rutherford et Barnes sur l'absorption des rayons X à fréquence élevée émis par un tube Coolidge sous des tensions supérieures à 100 000 v. Dans ce travail la plus grande partie des rayons est arrêtée par un filtrage préalable ; on n'utilise que les « rayons restants » constitués presque entièrement par les composants les plus pénétrants du faisceau hétérogène émis par le tube. Rutherford et Barnes ont trouvé que les coefficients d'absorption minima (0,144 pour Al et 2,06 pour Pb) ne changent pas lorsque le voltage varie de 120 000 à 175 000 v. Ce résultat est en opposition avec la théorie habituellement admise sur la relation entre le potentiel et la fréquence. La méthode suivie pour la mesure des coefficients d'absorption des rayons restants est discutable, car les coefficients ainsi obtenus sont relatifs à une certaine moyenne et non aux constituants les plus durs. De plus, si la substance utilisée comme filtre excite un rayonnement caractéristique secondaire, les rayons émergents devront paraître plus mous, en moyenne, car au rayonnement primaire se superpose une proportion plus ou moins grande de rayonnement secondaire moins pénétrant. Il y a des raisons de croire que les éléments à poids atomique élevé donnent des radiations K dont la dureté est comparable à celle des rayons primaires à fréquence élevée utilisés par Barnes et Rutherford, et que leurs rayons restants contiennent, dans le cas d'un filtre en plomb, une grande proportion de rayonnement K caractéristique du plomb. Le travail des auteurs que nous résumons ici établit clairement ce point. — Le tube Coolidge utilisé pour les expériences est installé dans une cuve à huile ; les parois de la cuve sont recouvertes d'une lame de plomb de $\frac{1}{8}$ de pouce d'épaisseur. Les rayons primaires doivent traverser une épaisseur d'huile de 2 pouces et une épaisseur de verre de $\frac{1}{2}$ pouce avant d'atteindre le filtre qui arrêtera partiellement quelques-uns des composants les plus mous. Le tube est excité par une machine statique puissante, entraînée par un moteur électrique. Le courant dans les spirales est maintenu aussi constant que possible au moyen d'une résistance variable en charbon, commandée par un manche isolé. L'électroscope est constitué par un cylindre en fer dont l'axe est horizontal et parallèle au trajet des rayons. Les parois ont $\frac{3}{4}$ de pouce d'épaisseur et l'extrémité la plus voisine du tube 2 pouces d'épaisseur. Une ouverture destinée à laisser passer les rayons est recouverte d'une feuille d'aluminium de $\frac{1}{8}$ de pouce d'épaisseur. Les parois sont, en outre, recouvertes d'une épaisseur

Digitized by Google

SOCIÉTÉ

OERLIKON

9, rue Pillet-Will — PARIS — Téléph. : Central 20-54.

MOTEURS ÉLECTRIQUES — GÉNÉRATRICES — TRANSFORMATEURS

Perceuses. Riveuses hydroélectriques. Appareillage

APPAREILS DE LEVAGE — PONTS-ROULANTS

Électrolyseurs. Ventilateurs de Fonderie. Cribles à sable

MATÉRIEL DE TRACTION ÉLECTRIQUE

Locomotives. Tramways. Freinage. Aiguillage automatique

TURBINES A VAPEUR OERLIKON

Matériel des Ateliers de Construction Oerlikon (Suisse). — *Bureau à Marseille, 27, rue Pavillon*

FRÉDÉRIC AEBI

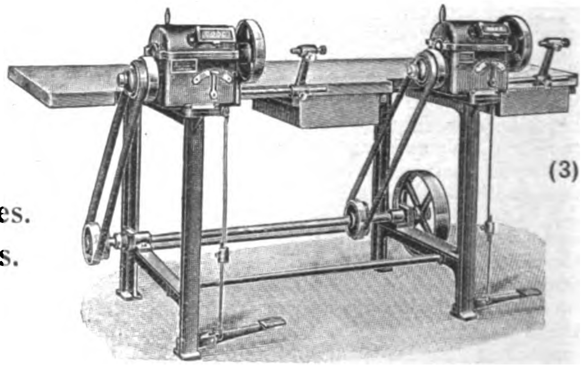
ZURICH-ALTSTETTEN (SUISSE)

Atelier de Construction

Installations de séchage et d'imprégnation dans le vide pour le traitement au vernis ou au compound.

Machines à bobiner pour tout but.
Machines à cintrer les barres et les bobines.
Machines et Presses à isoler les bobines.

Filtres et Appareils pour la régénération des huiles transformateurs, interrupteurs, etc.



(3)

MAISON EXCLUSIVEMENT SUISSE

Digitized by Google

de $\frac{1}{8}$ de pouce de plomb. Un écran de plomb disposé entre le tube et l'électroscope est percé d'une ouverture devant laquelle on place le filtre que l'on étudie. Les écrans absorbants sont disposés directement en face de l'ouverture de l'électroscope. Dans tous les cas, l'écran-filtre a une épaisseur suffisante pour amener l'ionisation initiale de l'électroscope à la même valeur I_0. Si I_d est l'ionisation après passage à travers une épaisseur d de la substance absorbante, le coefficient d'absorption est $\mu = \frac{\log_e I_0 - \log_e I_d}{d}$. Le coefficient d'absorption relatif à l'unité de masse est $\frac{\mu}{\rho}$, ρ représentant la densité. Les résultats obtenus avec divers filtres et des écrans absorbants variés ont été portés dans un tableau : deux séries de mesures ont été faites l'une avec un éclateur de 12 pouces d'étincelle (environ 120000 v), l'autre avec un éclateur de 9 pouces (environ 100000 v). Des graphiques représentent les logarithmes de la transmission en fonction de l'épaisseur pour Al, Fe, Ni, Pt, Au et Pb, filtrés à travers l'étain. Un autre graphique représente les valeurs de $\frac{\mu}{\rho}$ pour les rayons filtrés à travers le plomb et l'étain en fonction des nombres atomiques : les valeurs de $\frac{\mu}{\rho}$ pour les rayons filtrés dans l'étain sont, à l'exception du plomb et du bismuth, de beaucoup inférieurs à ceux filtrés dans le plomb. Les résultats relatifs aux autres filtres se divisent en deux catégories, ceux dont le poids atomique est moindre que l'étain se comportent comme l'étain et ceux dont le poids atomique est supérieur à celui du platine se comportent comme le plomb. En d'autres termes, après avoir été filtrés à travers Pt, Pb et Bi, les rayons sont plus mous que par filtrage à travers Al, Fe, Sn. — En comparant les résultats obtenus avec l'éclateur de 9 pouces à ceux fournis par l'éclateur de 12 pouces, on voit qu'avec un filtre de plomb les rayons ne deviennent pas sensiblement plus durs par un accroissement du potentiel; il y a, au contraire, un durcissement caractérisé avec un filtre d'étain — L'explication de ces particularités est très simple : les rayons primaires, en traversant les filtres, excitent les rayons K caractéristiques qui sont plus doux que les rayons primaires; par suite, le faisceau émergeant se composera en partie de rayons primaires rendus plus durs et en partie de rayons secondaires plus mous. A mesure qu'on accroît l'épaisseur du filtre, la proportion des rayons secondaires augmente dans le cas de substances à poids atomique élevé comme le plomb, mais elle va en décroissant dans le cas de substances à poids atomique plus faible comme l'étain. Pour des substances à faible poids atomique, comme le fer et l'aluminium, tout rayonnement K, s'il existe, doit être trop mou pour être sensible; par suite, les résultats obtenus par filtrage à travers l'étain doivent être plus près de la vérité que ceux fournis par filtrage dans Pt, Pb ou Bi. — Des expériences sur la diffusion des rayons X ont montré que ce sont les substances à faible poids atomique qui diffusent plus fortement les rayons.—B.

MESURES ET ESSAIS

535.24. — Un comparateur de luminescence; W.-S. Andrews. *Gen. Elect. Rev.*, octobre 1916, t. XIX, p. 892-893, 80 mots, 3 fig. Résumé dans *Electrical World*, t. LXVIII, 21 octobre 1916, p. 820, 400 mots, 1 fig.

535.35. — Essai pour déceler une variation des propriétés émissives du platine et du tungstène incandescents sous l'influence d'un changement dans la méthode de chauffage; A.-G. Worthing. *Physical Review*, mars 1917, 2e série, t. IX, p 226-227, 450 mots. — L'auteur a comparé les propriétés émissives des métaux suivant que l'incandescence est produite par des courants électriques ou par l'absorption d'un rayonnement. On pouvait s'attendre à ce qu'une différence possible dans les relations générales qui existent entre les électrons et les atomes suivant les deux procédés de chauffage entraine une modification des propriétés émissives. — La méthode générale suivie consiste à mesurer au moyen d'un pyromètre optique l'éclat dans le rouge et le bleu des rubans incandescents très minces pour les deux procédés de chauffage; les termes éclats dans le rouge et le bleu se rapportent aux valeurs obtenues par l'emploi, à l'oculaire du pyromètre, de certains écrans absorbants (les longueurs d'ondes efficaces de transmission de ces écrans sont approximativement 0,665 μ et 0,470 μ). On peut s'attendre à ce que les éclats bleus qui s'associent à un éclat rouge déterminé dans les deux méthodes d'échauffement soient différents ou identiques suivant que l'effet étudié est ou non réel. Si les expériences ne révèlent aucune différence, on ne saurait conclure d'une manière péremptoire que l'effet étudié n'existe pas, car il se pourrait que les pouvoirs émissifs du rouge et du bleu, quand on passe d'un procédé d'échauffement à l'autre, croissent ou diminuent simultanément de façon que pour le même éclat du rouge, qui se présenterait alors à des températures différentes, on obtienne le même éclat du bleu. — Dans l'essai final sur le platine, on a disposé une lame de bolomètre de 1 à 2 μ d'épaisseur en regard d'un épais ruban de la même substance. La lame mince pouvait être chauffée par l'une ou l'autre des deux méthodes. Dans le procédé électrique, les densités du courant sont de l'ordre de 500 A : mm². La température se maintient dans le voisinage de 1600° abs. — Dans l'essai final sur le tungstène, on dispose un cylindre creux constitué par une feuille de 0,002 mm d'épaisseur, autour d'une spirale d'un gros fil, dans une ampoule de lampe à incandescence où l'on a fait le vide. Dans le chauffage électrique, la densité du courant est l'ordre de 150 A : mm². La température est d'environ 1850° abs. — Les résultats ont été négatifs pour le tungstène aussi bien que pour le platine, la probabilité du résultat étant notablement plus grande pour le tungstène, par suite des conditions plus stables de fonctionnement relatives à ce métal. Dans le cas du tungstène les résultats indiquent que, pour un éclat donné du rouge, les éclats du bleu ne diffèrent pas de plus de 0,5 pour 100 suivant les méthodes d'échauffement. Dans le cas du platine la limite est de l'ordre de 1,5 pour 100. — B.

621.317.6. — Enregistreurs et indicateurs de consommation d'énergie. *Electrician*, 4 mai 1914, t. LXXVIII, p. 183, 300 mots, 2 fig. — Les renseignements suivants ont été communiqués par la British Thomson-Houston Co et les appareils qu'ils concernent sont actuellement construits par la General Electric Co de Schenectady. Ces dispositifs reposent sur le même principe général et peuvent être employés avec des compteurs à courant alternatif et des compteurs à courant continu. — Les deux parties essentielles sont l'organe enregistreur et le mécanisme de mesure du temps reliés et montés dans la même boîte. L'organe enregistreur est électriquement entrainé par le mécanisme du compteur sur lequel est monté un dispositif de contact constitué par une came formant contact, de substance isolante, et deux ressorts à boudin parallèles, munis de contacts en platine iridié. La rotation de la came par le compteur ferme le circuit à travers l'électro-aimant de l'indicateur et actionne le mécanisme enregistreur. — Quand le dispositif de contact ferme le circuit à travers les électro-aimants de l'appareil de mesure de la consommation d'énergie (fig. 1), l'armature de l'électro-aimant est attirée et se meut en avant, s'engrenant à son extrémité avec la roue dentée qu'elle entraine. Quand le dispositif de contact ouvre le circuit, un ressort ramène le levier de l'armature à sa position première. Le mouvement de la roue dentée est transmis par un engrenage à un style qu'il entraine à chaque fermeture du circuit jusqu'à ce que soit écoulé l'intervalle de temps. A ce moment, une came, entrainée par le dispositif de mesure du temps, a tourné de telle manière qu'un levier à fourche libère un pignon glissant de l'engrenage dans lequel il était pris, ouvrant ainsi le

Digitized by Google

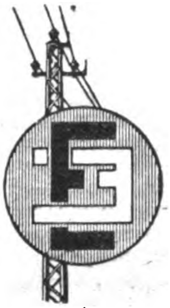
Anciens Services Électriques BAGUÈS FRÈRES

L'ELECTRO ENTREPRISE

46, RUE DU ROCHER, PARIS - Téléphone Wagram 61-56

ENTREPRISES GÉNÉRALES D'ÉLECTRICITÉ

ÉLECTROCHIMIE ÉLECTROMÉTALLURGIE



STATIONS CENTRALES HYDRAULIQUES ET A VAPEUR | GRANDS TRANSPORTS D'ÉNERGIE A HAUTE TENSION

SOUS-STATIONS — POSTES DE TRANSFORMATEURS

AMÉNAGEMENTS DE CHUTES D'EAU

Cie des CHARBONS FABIUS HENRION

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.500.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS VIIIe

Téléphone : Élysées 42-93.

USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE

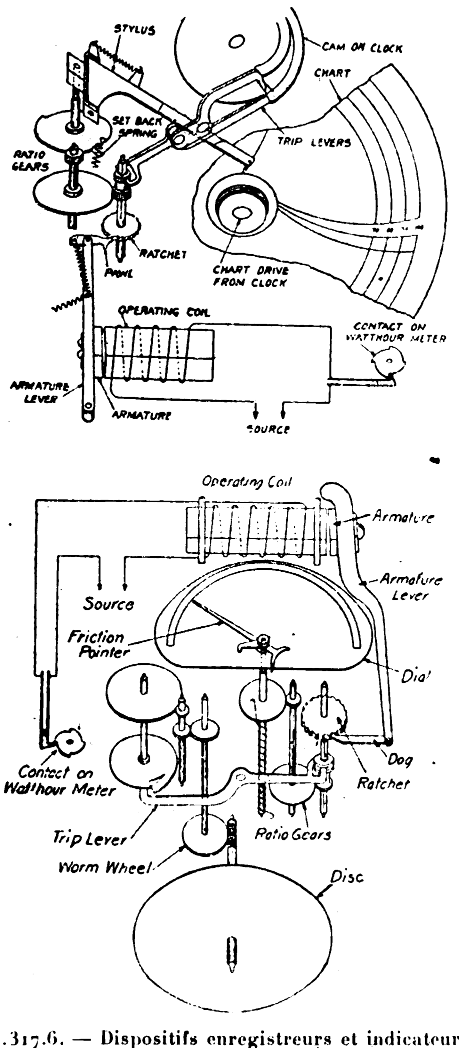
Adresse télégraphique Carbenrion-Paris.

LAMPE

FAUST

UNIS FRANCE

train de l'engrenage et permettant de ramener au zéro le mécanisme d'entraînement du style. Une rotation consécutive de la came ramène le pignon glissant à sa première position et rétablit le train de l'engrenage. Le mécanisme est maintenant en place pour mesurer la consommation d'énergie pendant l'intervalle de temps suivant. — Les appareils de mesure de la consommation du courant du type représenté sur la figure 2 sont prévus pour du courant continu et du courant alternatif. Le dispositif pour courant



621.317.6. — Dispositifs enregistreurs et indicateurs de consommation d'énergie de la British Thomson-Houston C°.

alternatif utilise un moteur à vitesse constante comme organe de mesure du temps et le dispositif pour courant continu un mouvement d'horlogerie marchant huit jours. Au point de vue du mécanisme du fonctionnement, l'appareil indicateur diffère de l'appareil enregistreur par le mécanisme de retour qui agit au bout de chaque intervalle. Avec le type indicateur il n'est pas nécessaire de mesurer le temps exactement et le mécanisme, simplifié pour cette cause, laisse un court intervalle de temps entre chaque mesure. — Dans le dispositif graphique, le mécanisme de mesure du temps ne nécessite l'attention que lorsque le papier est enlevé et qu'un disque enregistreur est réglé de manière à établir le synchronisme de la feuille avec le temps correct. Ces feuilles sont disposées de manière à couvrir une semaine et les divisions montrent la consommation de courant heure par heure et jour par jour pendant cette période. Le graphique prend la forme d'une courbe polaire dentelée, la distance des points extrêmes de la courbe à la ligne zéro indiquant la consommation en kilowatts. — B.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

627.1. — La houille blanche en Russie ; Charles Rabot. *La Nature*, 31 mars 1917, n° 2 270, t. XLV, p. 199-203, 2 700 mots, 5 fig.

627.82. — Barrage à arches multiples en béton armé sur la Sélune (Manche) ; Auguste Pawlowski. *Génie civil*, 12 mai 1917, t. LXX, p. 301-304, 3 200 mots, 13 fig. — La Société des Forces de la Sélune est en train d'établir à la Roche-qui-Boit, près de Ducey (Manche), une usine hydroélectrique sur la Sélune. Cette rivière qui a 60 km de long reçoit la Cance, l'Oir, l'Airon et le Beuvron et se jette dans la baie du Mont-Saint-Michel ; son débit varie entre 8 et 30 m³ avec une moyenne de 20 à 23 m³. Le barrage en construction créera une hauteur de chute de 12 m et un réservoir d'une superficie de 36 hectares. La puissance moyenne obtenue sera de 2 500 ch. L'auteur de l'article décrit le barrage qui présente la particularité d'être formé par une série de voûtes cylindriques chargées uniformément ; le plan de naissance des voûtes est incliné à 45°. La résultante générale est plus redressée que 45°, et vient rencontrer le sol dans le tiers amont de la semelle du contrefort, ce qui, contrairement à ce qui se passe habituellement, provoque sur le sol des fondations une pression bien plus forte à l'amont qu'à l'aval, la stabilité se trouve donc assurée. L'auteur termine en donnant une description sommaire des autres ouvrages de l'installation. — H. C.

621.165. — Turbines à vapeur pour usines ; H.-L. Guy. *Electrical Review*, 9 et 16 février 1917, t. LXXX, p. 146-147 et 171-173, 1 500 mots et 3 000 mots, 3 fig. et 4 fig.

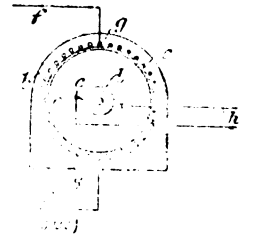
621.165. — Quelques détails sur les turbines Westinghouse à vapeur. *Electrician*, 20 avril 1917, t. LXXIX, p. 113-115, 1 800 mots, 10 fig. — Détails sur la construction des turbines, accompagnés de nombreux schémas.

621.187. — La conduite et l'entretien des chaufferies ; E.-G. Otley et Verney Pickles. *Electrical Review*, 9, 16 et 23 février 1917, t. LXXX, p. 147-149, 192-194, 206-207, 1 400 mots, 1 400 mots, 1 500 mots, 3 fig., 5 fig.

621.187.5. — Calcul du flux de vapeur à travers les conduites ; Frederick-N. Hatch. *Electrical World*, 9 décembre 1916, t. LXVIII, p. 1 143, 1 200 mots, 1 fig; *Sc. abst.* B, février 1917, t. XX, p. 43, n° 73.

621.311.23. — Installation mixte à vapeur et à gaz, la plus puissante centrale à courant continu ; Fred Allison. *Industrie électrique*, 25 octobre 1916, t. XXV, p. 591, 2 900 mots. D'après *Electrical World*.

621.311.72. — Relais ; W.-M. Mordey. *Brevet anglais n° 13 750*, 27 septembre 1915, 2 fig. Bibliographié dans *Engineering*, t. CIII, 13 avril 1917, p. 365, 1 fig. — Ce



621.311.72. — Relais type dynamo.

relais est du type dynamo, le fer de ce relais est très peu saturé, de telle manière qu'il travaille dans la zone pour

Digitized by Google

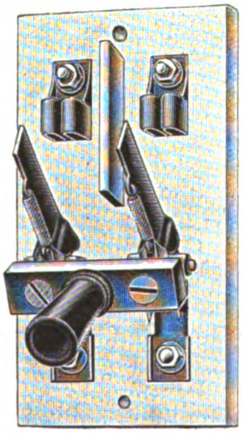
PROMÉTAL

Métal Réfractaire au feu et aux hautes températures.

Exécutons toutes pièces telles que Nez de décrasseurs, Tuyères, grilles automatiques de tous systèmes, barreaux de grilles contre-portes.

Usines { **Fonderies Havraises, Le Hâvre.**
Fonderies de Roncherolles-Bolbec (S.-I.)

Adresser correspondance à
Société de Produits Métallurgiques,
18, rue Boissière, Paris.
Service R. E. **Téléph. Passy 96-66.**

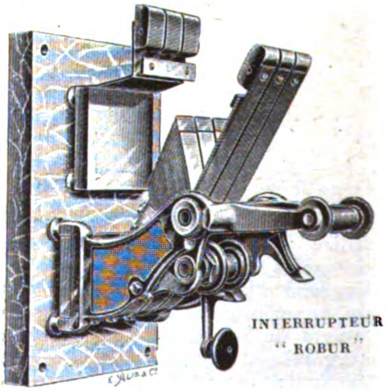


MAILLON VPC

SOCIÉTÉ ANONYME
DES ÉTABLISSEMENTS

VEDOVELLI & PRIESTLEY

Siège social, 14, rue Taitbout, PARIS
Usines à Paris et à Ivry.



INTERRUPTEUR
" ROBUR "

TOUT MATÉRIEL D'APPAREILLAGE
POUR
INSTALLATIONS DE STATIONS CENTRALES
ET SOUS-STATIONS
HAUTE ET BASSE TENSION

Nombreux appareils en stock pour installation de circuits de Lumière et Force motrice.

TÉLÉPHONE { Bergère, 37-64
Saxe { 61-70
08-96

Digitized by Google

laquelle l'hystérésis est faible ou nulle ; les conducteurs sont de très grande section par rapport au courant qu'ils ont à supporter, de manière que l'énergie consommée soit très faible. La figure montre la disposition de ce relais ; a est un enroulement inducteur distribué sur le circuit magnétique b, d est le collecteur de l'armature, c et e sont les balais. Les courants reçus de la ligne f traversent l'enroulement a entre les points g, g disposés à angle droit avec les balais e. L'armature c reliée au circuit de relais h est mue à une vitesse constante d'une manière quelconque, à l'aide d'un moteur électrique, par exemple. Dans ces conditions, l'armature emprunte de l'énergie au moteur et sous l'effet de l'excitation variable, fonction du courant principal, engendre un courant reproduisant les variations de celui de la ligne. Ce courant traverse le circuit de relais et lui fournit une énergie beaucoup plus considérable que l'énergie reçue. — A. B.

621.311.75. — Rhéostat de champ pour alternateur ; F.-L. Moon. *Electric Journal*, février 1917 ; *Electrical World*, 10 février 1917, t. LXIX, p. 280, 600 mots, 2 fig.

621.312. — Perfectionnements aux machines dynamo-électriques ; Société dite Neuland Patents Limited (États-Unis d'Amérique). *Brevet français n° 482 148*, demandé le 22 décembre 1915, délivré le 2 décembre 1916, publié le 22 février 1917, 4 200 mots, 7 fig. — Ces perfectionnements consistent à établir des machines du type à collecteur capables de convertir un courant alternatif à haute fréquence, monophasé ou polyphasé, en courant continu et vice versa ou de convertir un courant monophasé ou polyphasé de haute fréquence en courant monophasé ou polyphasé de basse fréquence et vice versa. La figure 1 est une coupe transversale d'une machine de ce type, la figure 2 en est une coupe longitudinale. Cette machine se compose essentiellement d'un rotor en deux parties 36 et 37 muni d'un enroulement d'induit. Un collecteur 48 tourne avec ce rotor, un système de bagues collectrices est également calé sur l'arbre de rotation 34. Le collecteur est divisé en un certain nombre de segments isolés disposés par groupes consécutifs. Il y a dans chaque segment du collecteur autant de lames qu'il y a de bagues collectrices, chaque lame d'un segment étant reliée à l'une des bagues collectrices. L'enroulement d'induit est muni d'un certain nombre de branchements reliés aux bagues collectrices. S'il s'agit d'un enroulement à circuit fermé, les branchements ou prises de courant sont faits en des points équidistants autour de l'enroulement ; s'il s'agit, par exemple, d'un enroulement triphasé à circuit ouvert, les branchements partent de bobines convenablement réparties sur le rotor, les bagues collectrices en étant, en fait, les prolongements. Le stator, en deux parties également 39 et 40, possède entre ces deux éléments un enroulement de magnétisation 42. L'enveloppe de la machine est constituée par une partie cylindrique 30 et des plaques latérales 31 et 32 dans lesquelles sont disposés les paliers 33 de l'arbre 34 du rotor. Le rotor, monté sur l'arbre 34, comprend un noyau de fer doux 35 qui sert de conducteur au flux magnétique, c'est autour de ce noyau 35 que viennent prendre place les deux éléments annulaires lamellés 36 et 37. Ces éléments de rotor sont munis sur la périphérie de dents semblables 38 à écartements égaux ; les deux éléments de stator sont également munis sur la périphérie de dents 41 à écartements égaux ; les dents courent sur toute la largeur de chaque élément rotorique ou statorique. Le nombre des dents ou saillies prévu sur les éléments du stator est différent de celui des saillies des éléments du rotor ; dans l'exemple représenté, le stator a 22 dents et le rotor 24. Les dents d'un élément du stator sont décalées circonférentiellement par rapport à celles de l'élément du rotor correspondant de la demi-largeur d'une dent ; de plus, les dents d'un élément du stator sont décalées par rapport à celles de l'autre élément également de la largeur d'une demi-dent. Avec cette disposition on a deux points d'alignement décalés de 180° entre les saillies du rotor et du stator de chaque côté de la machine et grâce au décalage relatif des saillies de l'un des éléments par rapport à l'autre, les points d'alignement d'un côté sont décalés de 90° par rapport à ceux de l'autre côté. Cela donne ainsi deux pôles positifs tournant d'un côté de la machine et deux pôles négatifs tournant de l'autre côté, ces pôles étant en quadrature. L'enroulement réparti 43 du rotor est disposé dans les rainures entre les dents 38, les bobines s'étendant aux deux éléments 36 et 37 du rotor. Afin de couper complètement le chemin magnétique entre le stator et le rotor aux points à angle droit, où l'écart entre les dents est maximum, et de réduire ainsi la fuite en charge, les éléments du stator et du rotor sont écartés l'un de l'autre d'une certaine quantité et, dans l'espace libre annulaire, sont disposées des barres magnétiques lamellées. Au rotor, sont fixées, par des plaques-supports 44 en matière non magnétique, une ou plusieurs séries de barres magnétiques lamellées 45, disposées en alignement radial avec les dents 38 du rotor et en nombre correspondant avec elles, un petit entrefilet sépare ces barres lamellées du rotor des dents 41 du stator ; aux éléments du stator sont fixées, par des plaques 46 en matière non magnétique, les barres de stator 47, alternées avec les barres du rotor et en alignement radial avec les saillies 41 du stator. Ces barres magnétiques sont alignées aux mêmes points que les saillies et elles forment aux points d'alignement un chemin magnétique complètement fermé entre les éléments du rotor et du stator, tandis qu'à leurs points de non-alignement, elles coupent effectivement le chemin magnétique et réduisent

Fig. 1.

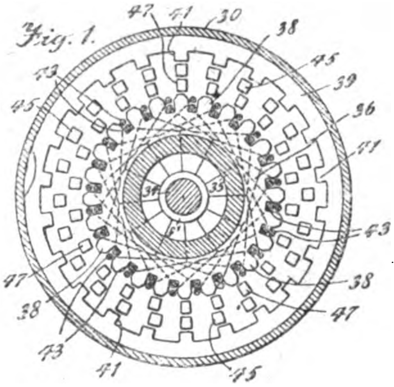
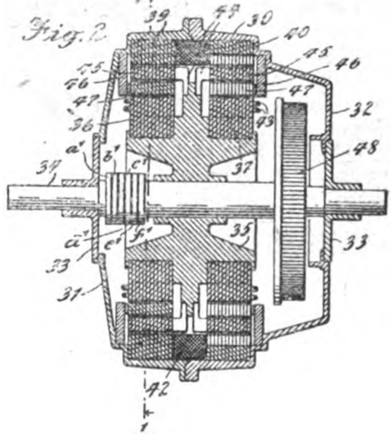


Fig. 2.



621.312. — Coupes transversale et longitudinale d'un convertisseur à collecteur à applications multiples.

STELLITE

EST UN FACTEUR DE PUISSANCE

SA VITESSE DE COUPE EST DOUBLE, SON FINI DE TRAVAIL EST PARFAIT
AVEC "STELLITE", NI FORCE, NI TREMPE, NI EAU, NI HUILE!!!

Tél. NORD 37.64 — 67.39 — 70.14

AGENTS EXCLUSIFS

SOCIÉTÉ ANONYME ALFRED HERBERT

47, boulevard Magenta, PARIS

Télégrammes HEXAGON PARIS

Adr. télégr. : Leclique-Paris.

" L'Éclairage Électrique "

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

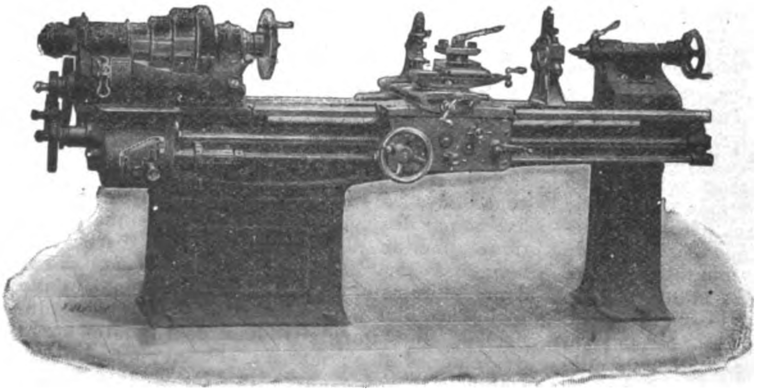
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone : Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

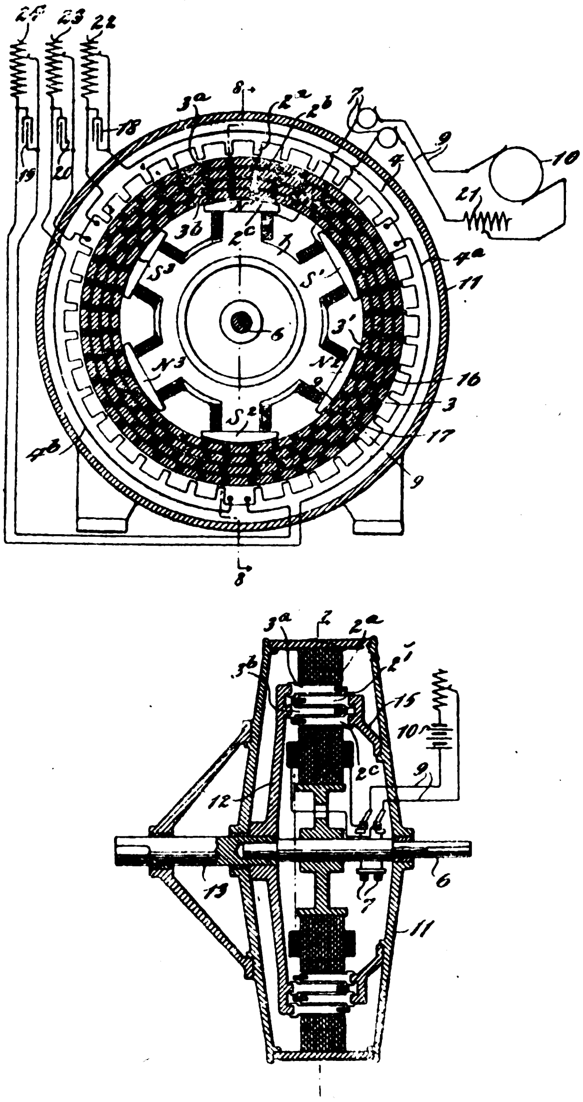
CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

Digitized by Google

pratiquement les fuites. Nous n'insisterons pas ici sur la description du fonctionnement de cet appareil qui du reste, est donnée dans le fascicule ; nous nous bornerons à indiquer les résultats pour l'exemple choisi. La rotation du rotor produit un champ magnétique tournant, ce champ fait douze tours complets à chaque tour du rotor. Chaque tour du champ magnétique induit deux cycles complets dans les enroulements. Il n'y a toutefois, au total, que 22 cycles complets de courant induit dans les enroulements à chaque tour du rotor. La fréquence du courant alternatif induit, à chaque tour du rotor, équivaut au nombre des dents du stator. Si le nombre des groupes de segments du collecteur est égal au nombre de cycles complets de courant induit, dans les bobines, à chaque tour du rotor, le courant aux balais sera du courant continu. Si maintenant on augmente ou diminue le nombre des segments du collecteur par rapport au nombre de ces cycles, il en résultera un courant alternant lentement entre les balais 49 et 50. — E. P.

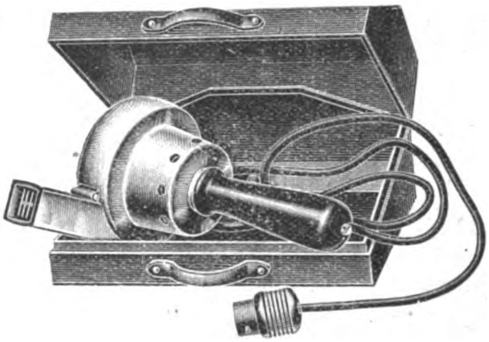
621.312. — Perfectionnement dans les machines dynamo-électriques; Société dite NEULAND PATENTS LIMITED (Etats-Unis d'Amérique). *Brevet français n° 482149*, demandé le 23 décembre 1915, délivré le 2 décembre 1916, publié le 22 février 1917, 4300 mots, 9 fig. — Le nouveau dispositif consiste dans la construction d'une machine à induction, capable d'effectuer les transformations principales suivantes ; étant donné un champ tournant, circulant dans un stator fixe; *a*) convertir le faible couple et la grande vitesse de rotation du champ entraîneur en un couple élevé et en une faible vitesse de l'arbre entraîné ; *b*) faire tourner cet arbre, une fois au synchronisme avec le champ entraîneur, à une vitesse plus faible que celle de ce champ ; *c*) modifier la vitesse de l'arbre entraîné sans modifier celle du champ entraîneur; *d*) faire tourner l'organe entraîné dans le même sens que le champ entraîneur ou dans un sens contraire. La machine est construite de la manière suivante : un organe ou élément rotatif entraîné présente plusieurs conducteurs magnétiques espacés ; un organe fixe, en relation étroite avec l'organe entraîné, porte également des conducteurs magnétiques espacés, formant une ou plusieurs sections, dans chacune desquelles les conducteurs sont alignés dans une partie et décalés dans une autre partie par rapport aux conducteurs magnétiques de l'organe entraîné; dans les parties autres que celles correspondant à l'alignement ou au décalage maximum, les barres magnétiques sont partiellement décalées dans un sens, d'un côté de la partie complètement alignée, et dans le sens contraire, de l'autre côté de cette partie. L'ensemble constitue une série de circuits magnétiques à réluctances variables. Les deux organes sont traversés par un champ magnétique tournant dans lequel les pôles de polarité contraire sont distants de la longueur qui sépare les parties alignées des parties complètement décalées. Un circuit induit est bobiné sur la partie fixe. Un courant est induit, dans cet enroulement, au fur et à mesure que le champ progresse d'une partie vers l'autre. Un couple se développe entre l'élément entraîné, qui porte les pôles alternés et l'élément induit; ce couple oblige les conducteurs magnétiques d'une partie partiellement alignée à s'aligner d'eux-mêmes, sans être gênés par l'action de l'autre portion des conducteurs magnétiques partiellement alignés. — Les figures 1 et 2 représentent schématiquement un mode d'exécution d'une telle machine. La partie entraînée ou rotor est constituée par un tambour ou noyau fixé sur l'arbre entraîneur 6. Sur ce tambour sont fixées trois paires de pôles lamellés nord et sud dont les enroulements magnétisants sont montés en série et réunis à une source de courant continu. Dans cet exemple, on utilise plusieurs séries de conducteurs de flux rotatifs et fixes. La partie fixe ou stator est munie de saillies 2^a; deux séries concentriques de barres lamellées 2^b et 2^c sont situées dans l'espace annulaire entre la partie fixe et la partie mobile ; ces deux couronnes de barres sont fixées au support 15 porté par le bâti 11. Les barres lamellées 2^b et 2^c sont en alignement radial avec les saillies 2^a du stator. Deux séries de barres lamellées mobiles 3^a et 3^b sont portées par le support 12 et disposées entre les barres lamellées 2^b et 2^c ; les systèmes de barres 3^a et 3^b sont alignés radialement entre eux, mais décalés par rapport aux saillies 2^a d'une demi-largeur de saillie. Chacun des enroulements d'induit encercle un pôle nord et un pôle sud. La direction du flux dans chaque enroulement dépend évidemment du pôle en regard des parties alignées. Si on est en présence d'un pôle nord, le flux sera un flux nord ; ce flux nord décroîtra au fur et à mesure du déplacement de l'élément de champ, tandis que



621.312. — Machine d'induction à circuits magnétiques variables permettant de modifier le couple, la vitesse, etc.

le flux sud croîtra jusqu'au moment où les pôles arrivent en regard de deux parties partiellement alignées et également décalées : à ce moment le flux nord traversant la bobine étant égal au flux sud, le flux actif sera nul ; cette variation de flux nord crée un champ dans l'espace entouré par la bobine, ce champ est de même sens que celui du pôle nord et se combine avec le champ nord du pôle situé sous une partie partiellement alignée : il renforce ce champ en cet endroit, tandis qu'il diminue le champ du pôle sud situé sous l'autre partie partiellement alignée, ceci réduit ou éli-

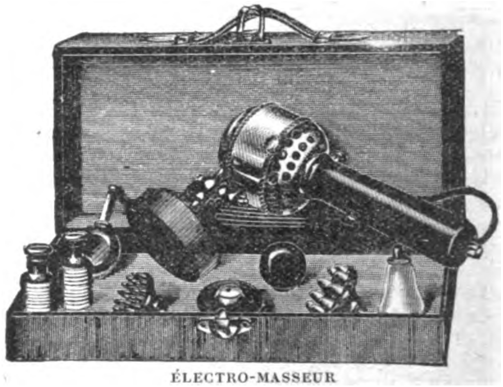
Digitized by Google



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE

SÈCHE-CHEVEUX



ÉLECTRO-MASSEUR

General Electric de France L^td

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

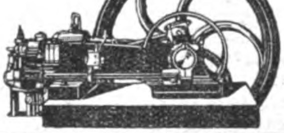
10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

Téléph. **Gutenberg 47-80.** *Télég.* **Cespir-Paris.**

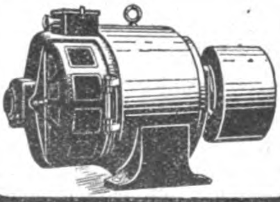
VOTRE FUMÉE C'EST DE L'ARGENT PERDU

MOTEURS A GAZ · GAZOGÈNES "NATIONAL"

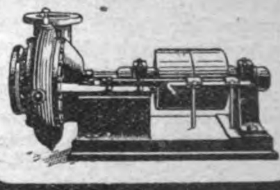
MOTEURS ÉLECTRIQUES. POMPES GROUPES ÉLECTROGÈNES



PLUS DE FUMÉE 75% D'ÉCONOMIE



Cie Fse "NATIONAL"
138 Bd Richard Lenoir
PARIS



PUBLICITÉ INDLLE ARTUS. PARIS

A.G.

Digitized by Google

mine la réaction en ce point qui tendrait à produire une rotation en sens inverse. Remarquons que le nombre des saillies du stator n'est pas égal au nombre de conducteurs lamellés du rotor. Dans l'exemple de la figure 1, le nombre des saillies du stator est de 36 et celui des barres lamellées du rotor est de 40. D'après ce qui précède, on voit que le courant induit agit dans le même sens que le champ tournant et oblige les conducteurs magnétiques à s'aligner d'eux-mêmes dans la partie où le champ est renforcé, sans réaction de la part de l'autre partie partiellement alignée. Il y a intérêt à avoir des entrefers aussi réduits que possible dans la partie alignée, mais il faut toutefois un nombre d'ampère-tours aussi grand que possible pour la production du champ. C'est dans le but de réaliser ces deux conditions contraires qu'on a utilisé plusieurs couronnes de conducteurs magnétiques. On peut aussi augmenter la puissance de l'appareil en faisant arriver par la ligne aux circuits induits un courant magnétisant. On peut réaliser ce dispositif en intercalant sur le circuit de ligne des condensateurs 18, 19 et 20. Pour faire varier le couple et la vitesse, il suffit de modifier l'intensité du champ de l'élément de champ, ce qu'on obtient soit en intercalant une résistance variable 21 dans le circuit magnétisant, soit en faisant varier la résistance des circuits induits à l'aide des résistances variables 22, 23, 24, ou encore en modifiant la valeur des courants magnétisants de ligne en agissant sur la capacité des condensateurs. Le fascicule comporte une description détaillée du fonctionnement de l'appareil ainsi que plusieurs dispositifs d'exécution, notamment celui permettant de faire tourner l'organe entraîné en sens inverse de l'organe entraîneur, par simple renversement du sens du décalage des parties intermédiaires partiellement alignées. — E.P.

621.312. — Perfectionnements dans les machines dynamo-électriques. Société dite Neuland Patents Limited (Etats-Unis d'Amérique). *Brevet français n° 482 352*, demandé le 28 décembre 1915, délivré le 18 décembre 1916, publié le 16 mars 1917, 4 800 mots, 8 fig. — Ces perfectionnements ont principalement pour objet la construction d'un alternateur approprié à la transmission de signaux par télégraphie sans fil. Une telle machine permet : d'engendrer, avec une vitesse angulaire et périphérique relativement faible des organes rotatifs, un courant de haute fréquence ; de produire des courants de différentes fréquences pour une vitesse constante de rotation des organes rotatifs et d'utiliser ces courants isolément ou simultanément, sans modifier la vitesse de rotation ; d'employer des organes rotatifs exempts de tout enroulement ; d'obtenir une grande puissance en polarisant à l'aide de condensateurs un champ à sens unique. Les figures 1 et 2 représentent respectivement une coupe verticale transversale et une coupe longitudinale faite par le centre d'une disposition de l'alternateur ainsi conçu. On utilise un stator 1 sur lequel est bobiné un enroulement induit de manière qu'un flux magnétique tournant le traverse et y induise une force électromotrice. Le flux magnétique tournant est produit de la façon suivante : une bobine 6 placée et fixée sur une nervure ou bride annulaire 7 est parcourue par un courant continu, le flux produit se divise en deux dérivations vers le haut et vers le bas à travers le noyau de fer lamellé 21 du rotor, les barres lamellées mobiles 10, 11, 12, 13, le stator lamellé 1, la carcasse 3. Les barres lamellées 10 et 11 qui tournent dans un sens sont fixées sur deux couronnes concentriques portées par la bride en matière non magnétique 8 ; les barres 12 et 13, qui tournent en sens inverse et sont alternées avec les précédentes, sont fixées sur deux couronnes concentriques portées par la bride en matière non magnétique 9. Le mouvement de rotation est imprimé à la bride 9 par le moteur 24 et l'arbre central 25 ; le mouvement de rotation est imprimé à la bride 8 par le moteur 23 au moyen du fourreau 26 entourant l'arbre 25 et reposant par son extrémité intérieure dans la partie renflée de la pièce 9 et par son autre extrémité dans le moyeu 3[1], sur des roulements à billes, comme l'indique la figure 2. Le principe du fonctionnement est le suivant : l'enroulement 6 étant excité par du courant continu, la rotation en sens contraire des deux éléments rotatifs produit un champ tournant à sens unique, ayant plusieurs fois la vitesse des éléments. Le champ magnétique tournant

Fig. 1.

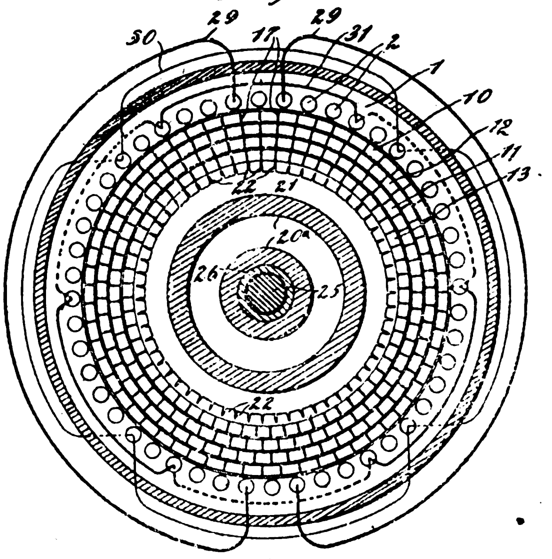
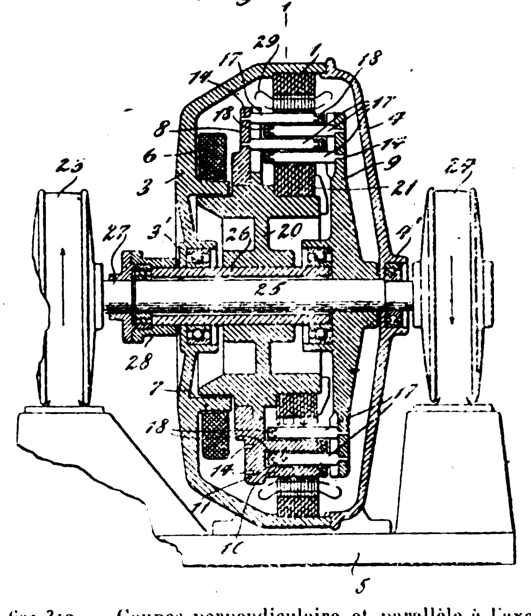


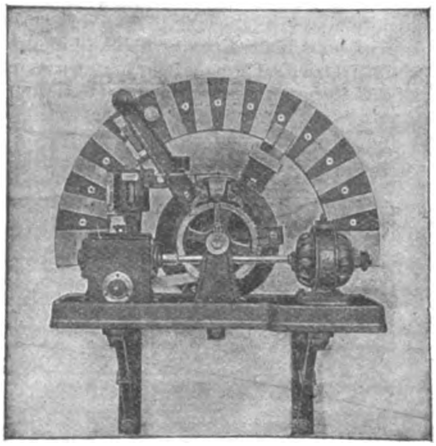
Fig. 2.



621.312. — Coupes perpendiculaire et parallèle à l'axe d'un alternateur pour télégraphie sans fil.

coupe les enroulements du stator et y induit un courant à haute fréquence. Les enroulements sont disposés par série de bobines, les bobines successives étant enroulées en sens contraire ; deux bobines successives formant une paire d'enroulements polaires. Dans l'exemple représenté par les figures 1 et 2, il y a 59 barres lamellées sur chacune des deux couronnes portées par la pièce 8 (dites séries extérieures) ; il y en a 60 sur chacune des deux couronnes portées par la pièce 9 (dites séries extérieures). Les conducteurs seront alignés en un point de la circonférence et seront progressivement de plus en plus décalés entre le

Digitized by Google



Réducteur double d'accumulateurs à décharge automatique 500 ampères.

Ateliers H. CUÉNOD

SOCIÉTÉ ANONYME

GENÈVE-CHATELAINE

MACHINES & APPAREILS MÉCANIQUES & ÉLECTRIQUES

SPÉCIALITÉS :

Régulateurs automatiques

SYSTÈME R. THURY

RÉGULATEURS AUTOMATIQUES EXTRA-RAPIDES

Nombreuses applications au réglage de tension, d'intensité, de puissance, de vitesse; Réducteurs automatiques d'accumulateurs; Survolteurs-dévolteurs de batteries à réglage automatique; Transformateurs survolteurs-dévolteurs automatiques; Appareils d'induction survolteurs-dévolteurs automatiques; Réglage automatique d'électrodes de fours; Réglage automatique du niveau de réservoirs; Réglage automatique de pression d'air ou de gaz; Réglage automatique de défibreurs.

Transformateurs à air libre et à bain d'huile. — Moteurs électriques industriels. — Moteurs électriques pour automobiles. Générateurs à haute tension pour courant continu. — Asservissements système R. Thury pour chemins de fer électriques.

Avec

Les Appareils WESTINGHOUSE Cooper Hewitt

n'importe qui tire des **BLEUS IMPECCABLES**

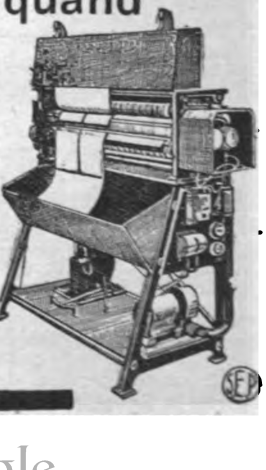
n'importe où

n'importe quand

Adoptés par les **Arsenaux de l'Etat** et la plupart des **Grandes Usines** déjà éclairées par le même système

Avec la plus grande RAPIDITÉ la plus grande FACILITÉ ÉCONOMIQUEMENT

Demander notre Tarif 249.



THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT C° L[TD]

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewitlight-Suresnes.*

USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE SURESNES, près PARIS 11, Rue du Pont.

TÉLÉPHONE WAGRAM 86.10

Digitized by Google

point de parfait alignement et le point où ils seront décalés au maximum. Le nombre de points d'alignement par tour est déterminé par le nombre de conducteurs dont les deux séries diffèrent : dans l'exemple choisi, les deux séries tournant en sens inverse, le flux magnétique tournant fait cent dix-neuf tours, pour un tour complet des deux séries de barres. La fréquence la plus basse du courant induit engendré dans l'enroulement du stator correspond à un nombre de paires d'enroulements polaires égal au nombre de conducteurs dont diffèrent les deux séries de barres. Lorsqu'on augmente le nombre de paires d'enroulements polaires, on augmente en conséquence la fréquence. On peut facilement réaliser, pour la télégraphie sans fil, une machine susceptible de produire des courants de fréquences différentes sans faire varier la vitesse de rotation de la machine, il suffit pour cela d'employer plusieurs enroulements d'induit indépendants, comportant chacun un nombre différent de paires d'enroulements polaires dans l'espace compris entre un point d'alignement complet et le point d'alignement complet successif suivant. On peut alors relier l'un ou l'autre des enroulements d'induit au circuit de distribution, au moyen d'interrupteurs. On ne peut toutefois pas augmenter le nombre de paires d'enroulements polaires au delà d'une certaine limite, pour les raisons suivantes : le flux qui traverse les enroulements polaires peut être divisé en deux composantes, l'une traversant les enroulements polaires disposés dans le sens des aiguilles d'une montre et l'autre traversant tous les enroulements polaires disposés dans le sens contraire. Lorsque le centre de la partie alignée arrive en regard du centre de l'enroulement polaire disposé dans le sens des aiguilles d'une montre, la composante de flux traversant tous les enroulements dans le sens des aiguilles d'une montre est plus grande que celle qui traverse les enroulements disposés en sens contraire ; cette dernière composante engendre un potentiel plus faible et en sens contraire de celui engendré par la première composante. Celle-ci est appelée « composante de flux prédominante », l'autre « composante de flux opposée ». Au fur et à mesure qu'on augmente le nombre des enroulements polaires entre les points successifs d'alignement, la prédominance du flux prédominant sur le flux opposé diminue ; le flux actif, qui est la différence des deux composantes est petit, la force électromotrice engendrée peu élevée. Pour remédier à cet inconvénient, on a imaginé un dispositif permettant de fournir aux enroulements d'induit un courant magnétisant pratiquement en phase avec le point d'alignement complet des conducteurs de flux et avec le flux. Cette source de courant magnétisant est constituée par un ou plusieurs condensateurs, montés en dérivation aux bornes de chaque enroulement d'induit. Nous n'insisterons pas sur le fonctionnement de ce dispositif, fonctionnement qui est, du reste, décrit complètement dans le fascicule. — E. P.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

621.344 : 725.862. — L'équipement électrique des garages. *Electrical Review*, 20 avril 1917, t. LXXX, p. 429-430, 1 500 mots. — Les garages publics ou privés de voitures à pétrole offrent un vaste champ à l'emploi de l'électricité. Pour le gonflement des pneus par exemple, une pompe à air comprimé actionnée par un moteur est d'un emploi commode. Des outils électriques portatifs, machines à percer, souffleries, machines à aiguiser, etc., seraient également très utiles pour effectuer rapidement des réparations. Le chauffage des garages paraît très bien pouvoir être effectué par des radiateurs électriques ; si un garage de moteurs est imparfaitement chauffé pendant l'hiver, l'eau des radiateurs et des cylindres peut se congeler ; avec les méthodes ordinaires de chauffage, il y a, par suite du pétrole, des risques considérables d'incendie, et c'est pour cette raison que le chauffage électrique serait avantageux. Enfin, quoique la plupart des auto-cars soient actuellement munis de dynamos qui permettent la charge des accumulateurs en route et que les batteries d'allumage séparées soient démodées, il faudrait prévoir dans le garage un dispositif pour la charge des accumulateurs. Quand on possède une distribution de courant continu, il suffit de disposer les cuves d'accumulateurs en série avec des lampes, mais dans beaucoup de garages on ne dispose pas de réseau à courant continu. Il faut donc prévoir l'installation d'un redresseur quelconque ou d'une commutatrice. Un redresseur à vapeur de mercure peut donner de bons résultats ; si cependant la charge des accumulateurs n'est pas appelée à prendre une grande extension et qu'on désire réduire le prix de l'installation, on pourra utiliser une soupape Nodon. Bien que ces redresseurs chimiques aient été remplacés en grande partie par des redresseurs à vapeur de mercure et des redresseurs mécaniques, ils reviennent à bon marché et peuvent être fabriqués par quiconque possède une légère habileté mécanique. Les redresseurs à vapeur de mercure et les redresseurs mécaniques ont cependant un fonctionnement plus satisfaisant et doivent être préférés si la charge des accumulateurs prend un certain développement. Le redresseur à argon à cathode incandescente d'invention récente pourrait aussi être employé ; les résultats obtenus avec cet appareil semblent pleins de promesses, mais jusqu'ici on ne l'a pas rencontré sur le marché anglais. — Il est probable que l'électricité est appelée à jouer un rôle important dans l'industrie des véhicules à pétrole. Pendant ces dernières années, l'éclairage électrique a réalisé des progrès remarquables qui sont surtout attribuables à l'avènement de la lampe à filament métallique. Le démarrage des auto-cars au moyen de l'électricité a été aussi adopté pendant ces récentes années, surtout sur les voitures américaines. Il n'y a pas longtemps que la seule partie du véhicule à pétrole qui eût quelque relation avec l'électricité était la bobine ou la magnéto d'allumage, et l'ingénieur mécanicien n'avait pas besoin de posséder une connaissance approfondie de cette science. Mais les temps approchent où chaque garage important nécessitera les services d'un électricien averti pour faire ou surveiller les réparations électriques. — B.

621.344 + 691.912. — La manutention électrique des matériaux de constructions à San Francisco : B.-P. LEGARE. *Electric Railway Journal*, 27 janvier 1917, t. XLIX, p. 155-156, 1 800 mots, 6 fig.

621.346. — Quelques notes sur l'électrification des ateliers et des usines : A.-T. BULLEN. *Electrical Review*, 30 mars 1917, t. LXXX, p. 339-340, 2 200 mots — Dans les grandes usines, l'emploi de l'électricité comme source de puissance donne généralement de bons résultats. Il n'en est pas toujours ainsi dans les petits ateliers par suite des tarifs élevés et des défectuosités de l'installation. Dans une grande usine, l'installation est généralement faite par un ingénieur éprouvé. Pour le petit atelier, on consulte rarement un expert, le travail étant exécuté par un entrepreneur local plus ou moins compétent. — Au moment de l'électrification, beaucoup remplacent simplement leur équipement à gaz ou à vapeur par un moteur puissant sans chercher à améliorer les pertes de la transmission mécanique par arbre de couche, courroies, cordes, etc. La méthode correcte est de subdiviser les travaux à exécuter en sections (il est rarement possible de fixer un moteur séparé sur chaque machine, quoique ce soit la limite théorique) et de pourvoir d'un moteur séparé chaque groupe de machines de manière à pouvoir les faire fonctionner isolément. Il est bon, dans tous les cas, de réduire les frottements au minimum par l'emploi de roulements à billes ; leur prix de revient plus élevé est largement compensé par l'économie d'électricité qu'ils permettent de réaliser. — Avant d'installer chaque moteur, il est bon de dresser un plan complet de l'atelier embrassant toutes les possibilités de l'installation électrique et de choisir une position centrale d'où rayonnera l'énergie. — B.

PARIS — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J.-B. NOUET.

Digitized by Google

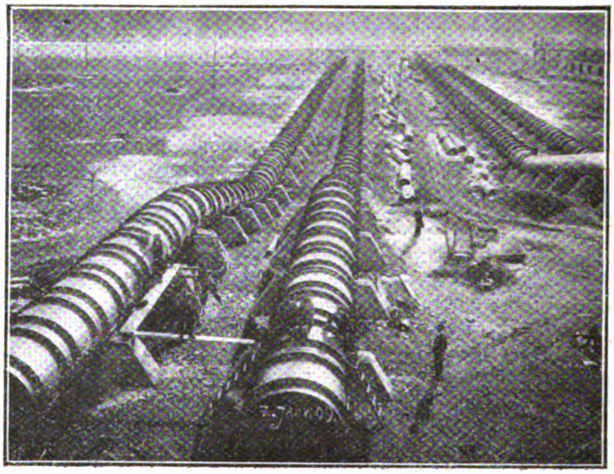
Ateliers BONNET SPAZIN

LYON — Sté Ame, Capital : 1.800.000 francs. — LYON

CHAUDRONNERIE — FER — CUIVRE — ALUMINIUM

Conduites forcées
POUR
Usines hydrauliques

APPAREILS
POUR
l'Industrie chimique



SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DE LA HAUTE DURANCE — USINE DE VENTAVON (HAUTES-ALPES)

Chaudières,
Gazomètres,

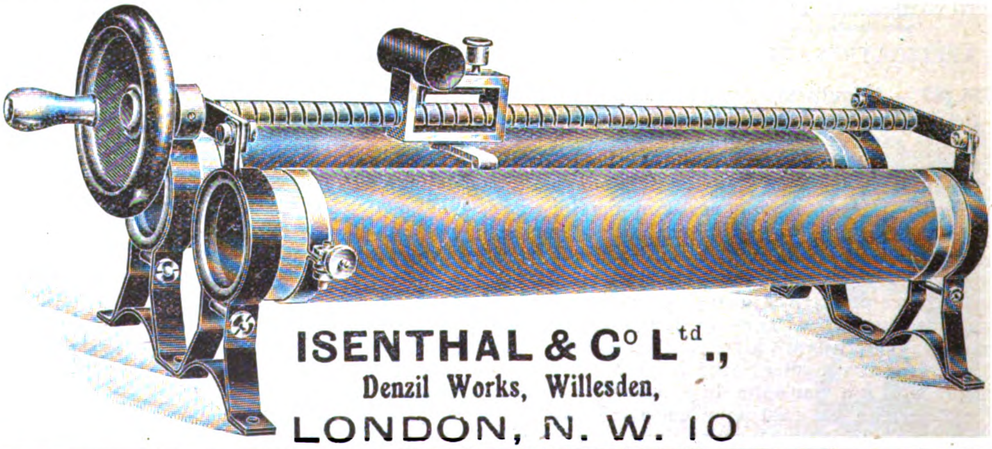
Réservoirs
pour Eau,
Pétrole,
Essence.

RÉSISTANCES

Pour Laboratoires et Écoles, pour Télégraphie et Télégraphie sans fil.
Parois pour le chargement des Accumulateurs dans les Mines, etc.

La construction de ces **Résistances** est une spécialité de notre Maison et nos Ateliers peuvent fournir une grande quantité de types variés.

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT, DE LA MARINE ANGLAISE & JAPONAISE, DE L'ARMÉE ANGLAISE, DU GOUVERNEMENT RUSSE, ETC.



ISENTHAL & Co Ltd.,
Denzil Works, Willesden,
LONDON, N. W. 10

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.7. — Les quantités mesurables de la physique: Richard C. Tolman. *Physical Review*, mars 1917, 2e série, t. IX, p. 237-253, 7 600 mots. — Comme grandeurs fondamentales l'auteur propose d'adopter la longueur, le temps, la masse, la quantité d'électricité et l'entropie. Les trois premières grandeurs sont celles que les physiciens ont choisies depuis longtemps. Pour les phénomènes électriques, l'auteur préfère la quantité d'électricité à la perméabilité magnétique (ou au pouvoir inducteur spécifique) non seulement parce qu'elle est une grandeur additive, mais aussi parce qu'elle est psychologiquement plus simple. Il est intéressant de noter que les recherches expérimentales de Millikan et d'autres ont établi que la quantité d'électricité fait partie des grandeurs discontinues. L'unité fondamentale de charge électrique est celle d'un électron, et la méthode la plus naturelle pour la mesure d'une charge serait de compter le nombre d'électrons qu'elle renferme. Une telle méthode présente naturellement des difficultés expérimentales et comme nous avons habituellement à envisager des charges comprenant un grand nombre d'électrons, nous pouvons considérer ces quantités comme continues et adopter une unité convenable. Pour les phénomènes thermodynamiques, l'auteur propose l'entropie comme grandeur fondamentale, bien qu'on ait préféré jusqu'ici la température. Peut-être le choix de l'entropie ne se justifie-t-il pas au point de vue de la simplicité du concept, la notion de température paraissant certainement plus simple à beaucoup de personnes. L'entropie, cependant, est en relation plus étroite avec le genre de considérations envisagées en thermodynamique puisqu'elle peut être regardée comme une mesure de l'état de dégradation d'un système. L'entropie est en outre une grandeur additive, l'entropie d'un système étant la somme des entropies des parties constituantes, alors que la température d'un système n'est certainement pas la somme des températures de ses parties. — Voici alors quelles seraient les dimensions des grandeurs électriques et des grandeurs thermodynamiques :

Grandeurs électriques :

Charge e	$[e]$
Potentiel	$[m l^2 t^{-2} e^{-1}]$
Capacité	$[m^{-1} l^{-2} t^2 e^2]$
Pouvoir inducteur K	$[m^{-1} l^{-3} t^2 e^2]$
Courant I	$[l t^{-1} e]$
Résistance R	$[m l t^{-1} e^{-2}]$
Champ électrique E	$[m l t^{-2} e^{-1}]$
Champ magnétique H	$[l^{-1} t^{-1} e]$
Quantité de magnétisme	$[m l^2 t^{-1} e^{-1}]$
Perméabilité μ	$[m l e^{-2}]$
Induction magnétique B	$[m t^{-1} e^{-1}]$.

Grandeurs thermodynamiques :

Entreprise S	$[S]$
Température T	$[m l^2 t^{-2} S^{-1}]$
Chaleur spécifique	$[m^{-1} S]$.

Quant au choix des grandeurs des unités fondamentales, il serait rationnel, d'après l'auteur, de prendre les trois unités de longueur, de temps et de masse de manière à satisfaire à ces trois conditions que la lumière se propage de l'unité de distance dans l'unité de temps, que deux électrons placés à l'unité de distance se repoussent avec une force égale à l'unité, et qu'il y ait l'unité d'énergie dans un quantum pour l'unité de fréquence; de prendre comme unité de quantité d'électricité la charge d'un électron, et de faire égal à l'unité l'accroissement d'entropie qui se produit par molécule quand un gaz parfait se dilate sans travail extérieur jusqu'à e fois son volume initial. Ce choix d'unités conduirait à donner une valeur numérique égale à l'unité à la vitesse c de la lumière, à la constante K de la loi de Coulomb pour la répulsion des charges électriques, à la constante h de la théorie des quanta et à la constante des gaz relative à une molécule $k = \frac{R}{N}$. Le fait d'avoir pour toutes ces constantes une valeur égale à l'unité entraînerait une simplification considérable dans les calculs numériques. Ce système d'unités diffère de celui de Planck (*Theories Warmestrahlung*, Leipzig, 1913) en ce que cet auteur prend aussi égale à l'unité la constante de la gravitation. Dans un tel système il n'est pas possible cependant de faire simultanément la charge de l'électron et la constante de la loi de Coulomb égales à l'unité et il paraît préférable de sacrifier la constante de la gravitation plutôt que celle de la loi de Coulomb. — A. B.

538.221. — Les propriétés magnétiques du Fe. du Ni et du Co au-dessus du point de Curie et la théorie d'aimantation de Keesom; Earle M. Terry. *Physical Review*, mars 1917, 2e série, t. IX, p. 255. 300 mots. — L'auteur a étudié les propriétés magnétiques du Fe, du Ni et du Co de la température pour laquelle disparaît le ferromagnétisme jusqu'au point de fusion. Les expériences ont été faites dans un bon vide, les températures élevées étant obtenues au moyen d'un four spécial à tungstène. Les résultats obtenus montrent que la loi de Curie,

$$\varkappa T = \text{const.}$$

où $\varkappa$ désigne la susceptibilité et T la température absolue, n'est valable que dans le cas du nickel et pour une région limitée. Pour le fer β, le cobalt β et le nickel β dans la région à plus basse température, les courbes exprimant $1/\varkappa$ en fonction de T présentent toutes une concavité très nette vers le haut, au lieu d'être des lignes droites, comme le veut la loi de Curie. Pour le fer γ, la susceptibilité ne varie que légèrement avec la température, mais la concavité de la courbe représentant $\varkappa$ en fonction de T est tournée vers le bas au lieu d'être dirigée vers le haut comme le voudrait la loi. Au point de transformation $\gamma — \delta$ survient un accroissement de $\varkappa$ de 50 pour 100 environ au-dessus duquel la courbe représentant $\varkappa$ en fonction de T est une ligne droite avec un coefficient angulaire négatif élevé. — En traversant le point de fusion, la susceptibilité pour le fer diminue

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotecnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Téléphone Nord 01-87 01-88

ÉTABLISSEMENTS VICTOR MENG

78 et 80, rue Bolivar, PARIS

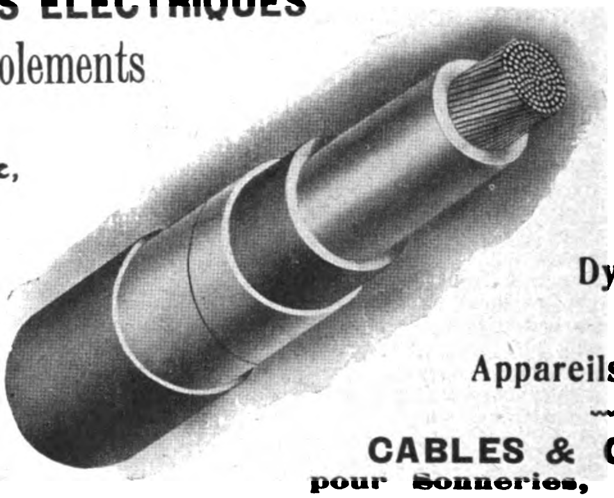
Adresse Télégraphique ELECTRICABLE PARIS

FILS & CABLES ÉLECTRIQUES

de tous isolements

POUR

Transport de force,
Téléphonie,
Sonnerie,
Moteurs,
Lumière,
etc.



FILS CUIVRE ET MAILLECHORT sous soie ou coton

POUR

**Dynamos, Résistances
Lampes à arc,
Appareils de mesures, etc.**

UNIS FRANCE

CABLES & CORDONS
pour Sonneries, Téléphones, etc.

"L'Eclairage Electrique", CAPITAL : 25.000.000 de francs. Siège social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

SOCIÉTÉ

OERLIKON

9, rue Pillet-Will — PARIS — Téléph. : Central 20-54.

MOTEURS ÉLECTRIQUES — GÉNÉRATRICES — TRANSFORMATEURS

Perceuses. Riveuses hydroélectriques. Appareillage

APPAREILS DE LEVAGE — PONTS-ROULANTS

Électrolyseurs. Ventilateurs de Fonderie. Cribles à sable

MATÉRIEL DE TRACTION ÉLECTRIQUE

Locomotives. Tramways. Freinage. Aiguillage automatique

TURBINES A VAPEUR OERLIKON

Matériel des Ateliers de Construction Oerlikon (Suisse). — *Bureau à Marseille, 27, rue Pavillon*

Digitized by Google

rapidement; pour le nickel, il n'y a aucune modification; pour le cobalt, la courbe représentant χ en fonction de T présente une légère dépression. Ces résultats sont nettement en désaccord avec ceux de Weiss et Foëx qui trouvent que la loi de Curie s'applique dans tous les cas. La théorie d'aimantation établie par Keesom, d'après l'hypothèse des quanta et qui admet l'existence d'une énergie au point zéro, donne des courbes représentant χ en fonction de T, qui ont le même caractère général que celles obtenues par l'auteur, mais qui s'écartent de l'asymptote moins rapidement que ne l'indique l'expérience. L'auteur a essayé d'obtenir un accord meilleur en modifiant la théorie par l'hypothèse d'une énergie plus grande au point zéro, mais même en prenant cette dernière vingt fois plus grande que ne le veut la théorie, l'accord avec l'expérience laisse encore à désirer. — A. B.

538.56. — Sur les vibrations libres d'un système de Lecher. IV; F.-C. Blake et Charles Sheard. *Physical Review*, mars 1917, 2e série, t. IX, p. 177-192, 4 950 mots, 15 fig., 1 tab. — Depuis leur dernier mémoire, les auteurs ont étudié l'effet de la présence de supports en bois pour les plateaux sur les phases et les longueurs d'onde relatives des diverses oscillations; le résultat de ces recherches paraitra prochainement dans l'*Ohio Journal of Science*. Ils ont également étudié l'influence du genre de bobine d'induction, de l'intensité du courant, ainsi que de la distance entre les plateaux, sur le système d'ondes; le mémoire actuel contient les résultats de ces recherches. — Voici les conclusions du travail: 1° la netteté des maxima d'onde d'un système Lecher dépend beaucoup de la bobine d'induction utilisée comme source de puissance, les meilleurs effets étant obtenus avec une bobine donnant une étincelle uniforme; 2° la valeur du maximum est directement proportionnelle à l'intensité du courant; 3° l'intensité de la vibration dépend de la distance aux extrémités entre les plateaux de capacité, et il y a pour chaque vibration donnée une distance optimum; 4° la loi logarithmique relative à la capacité par unité de longueur de deux fils parallèles convient également pour la variation de la capacité d'un condensateur qui se produit quand on fait varier la distance aux bords entre ce condensateur et un condensateur identique. — A. B.

538.73. — L'orage magnétique du 22 août 1916; C. Chree. — Dans une communication à la Société royale de Londres du 15 février 1917, l'auteur décrit l'orage magnétique, accompagné d'une aurore boréale en Ecosse, survenu le 22 août 1916. En comparant les courbes magnétiques des observatoires de Kew et d'Eskdalemnir on constate une perturbation plus prononcée à la dernière station. Pendant la période la plus troublée, les deux stations présentent, toutefois, un exemple bien net du type d'orage où la direction du vecteur de perturbation montre une rotation rapide. Dans le plan horizontal, cette rotation est en sens inverse des aiguilles d'une montre; une révolution presque complète a été effectuée dans l'espace d'une heure.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.314.5. — Dispositif destiné aux pôles auxiliaires des commutatrices; Société Brown, Boveri et Co (Suisse). *Brevet français n° 481 112*, demandé le 3 mars 1916, délivré le 8 août 1916, publié le 31 octobre 1916. — Dans les commutatrices munies de pôles auxiliaires, lorsqu'il se produit un brusque court-circuit sur le réseau alimenté, un coup de feu éclate facilement entre les balais du collecteur, on dit que la commutatrice a un flash. Ce phénomène est dû au fait que les ampères-tour des pôles auxiliaires produits ne sont plus compensés en majeure partie par les ampères-tour de l'induit qui, en charge normale, existent du côté à courant alternatif. Il se crée donc un champ d'induit résultant d'une intensité élevée qui rend la commutation tellement mauvaise que le flash se produit. Pour obvier à cet inconvénient, on compense ce champ d'induit résultant du court-circuit par des pôles auxiliaires excités par le courant de l'induit, le nombre d'ampères-tour du pôle auxiliaire étant égal ou supérieur à celui des ampères-tour à courant continu de l'induit. Avec un champ auxiliaire de cette importance, la commutation à la charge normale ne serait pas possible; il faut donc réduire considérablement, pour cette charge, l'intensité de ce champ; on sait, en effet, que dans une commutatrice en fonctionnement normal, le champ de réaction est pratiquement nul. On obtient ce résultat de la manière suivante: la résistance magnétique du circuit du pôle auxiliaire est augmentée à un tel point que le champ engendré, malgré le grand nombre d'ampères-tour, est suffisamment faible pour ne pas gêner la commutation pendant la marche normale. Pour cela, on insère dans le circuit du pôle auxiliaire un corps non magnétique, tel que l'air. Il y a intérêt à insérer le corps non magnétique dans le pôle auxiliaire à proximité de la surface de l'induit, pour réduire au minimum la dispersion des lignes de force. — E. P.

621.431.414. — Températures d'inflammation spontanée des combustibles liquides pour les moteurs à combustion interne; H. Moore. Communication à la Société anglaise de chimie industrielle à Manchester, le 1er décembre 1916. — L'auteur appelle température d'inflammation spontanée celle à laquelle une substance entourée d'oxygène ou d'air à la même température s'enflamme sans faire intervenir l'action d'une étincelle ou d'une autre température locale élevée. Cette température a un grand intérêt pour les chimistes comme mesure de la stabilité relative des corps vis-à-vis de la chaleur; elle n'en a pas moins pour le technicien au point de vue de l'emploi des combustibles liquides dans les moteurs à combustion interne, soit ordinaires, soit du type Diesel. L'auteur a construit un appareil spécial pour la mesure de cette température; voici, entre bien d'autres, quelques-uns des résultats qu'il a obtenus:

Substance.	Densité.	Inflammation spontanée dans l'oxygène	dans l'air.
Pétrole mexicain	0,718	279°C	361°C
Huile de paraffine	0,807	251	
Pétrolite kérosène	0,814	251,5	432
Pétrole brut (Egypte)	0,851	260	
» (Texas)	0,895	256	387
» (Mexique)	0,948	258	425
Xylène commercial	0,860	484	
Toluène 90 pour 100	0,863	516	
Benzène 100 pour 100	0,875	566	
Goudron	1,114	445	
Alcool	0,817	395	518
Térébenthine	0,843	272	275
Ether	0,730	190	347

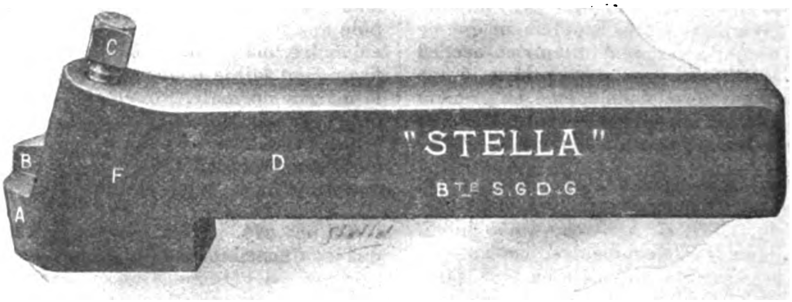
En général, les composés à molécules simples ont des points d'inflammation plus élevés que les composés analogues à molécules plus complexes. Les points d'inflammation des composés aromatiques sont beaucoup plus élevés que ceux des composés aliphatiques. Les hydrocarbures non saturés ont des points d'inflammation inférieurs à ceux des composés saturés correspondants. Les points d'inflammation dans l'air sont plus élevés que dans l'oxygène.

621.315.6 : 621.355. — Isolants pour batterie d'accumulateurs; Société India Rubber Company (Etats-Unis d'Amérique). *Brevet français n° 481 955*, demandé le 5 juin 1916, délivré le 11 novembre 1916, publié le 6 février 1917, 600 mots, 3 fig. — Les séparateurs d'électrodes de batteries secondaires, tels qu'on les construit couramment, consistent en une plaque mince de caoutchouc durci perforée et pourvue de nervures longitudinales superposées. Généralement, la plaque mince est tout d'abord vulcanisée partiellement, puis perforée et coupée aux dimensions voulues. Elle est ensuite renforcée par des nervures appliquées qui sont réunies par un ciment. La pièce entière ainsi construite est alors terminée au moyen d'une seconde vulcanisation finale. Les bords supérieur et inférieur des plaques ainsi construites sont peu épais, ne sont pas protégés et se rompent

Digitized by Google

STELLITE

EST UN FACTEUR DE PUISSANCE

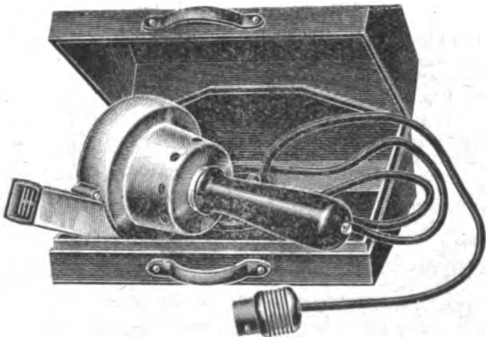


SA VITESSE DE COUPE EST DOUBLE, SON FINI DE TRAVAIL EST PARFAIT
AVEC "STELLITE", NI FORCE, NI TREMPE, NI EAU, NI HUILE!!!

Tél. { NORD 37.64 / — 67.39 / — 70.14

AGENTS EXCLUSIFS
SOCIÉTÉ ANONYME ALFRED HERBERT
47, boulevard Magenta, PARIS

Télégrammes HEXAGON PARIS



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS

pour MASSAGE VIBRATOIRE

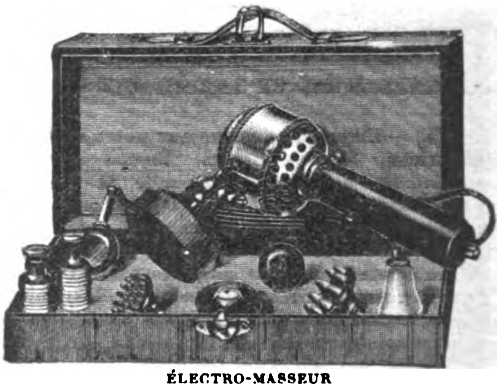
SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

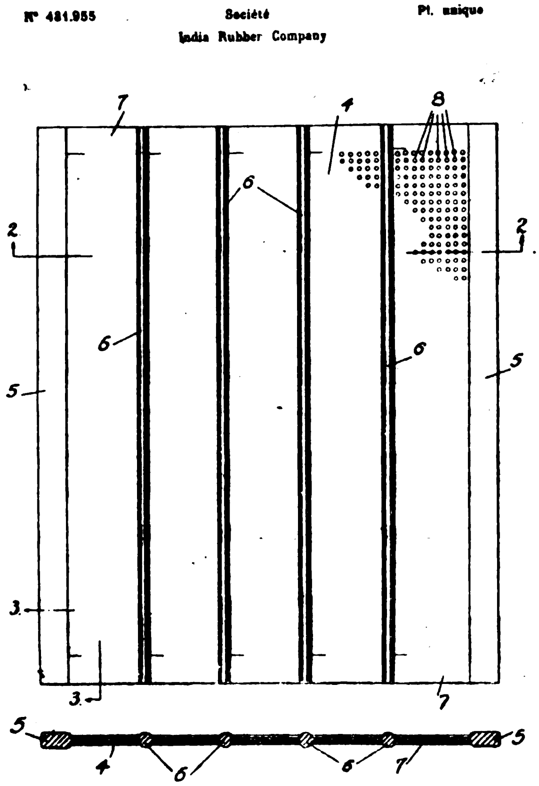
Téléph. **Gutenberg 47-80.** *Télég.* **Cespir-Paris.**



ÉLECTRO-MASSEUR

Digitized by Google

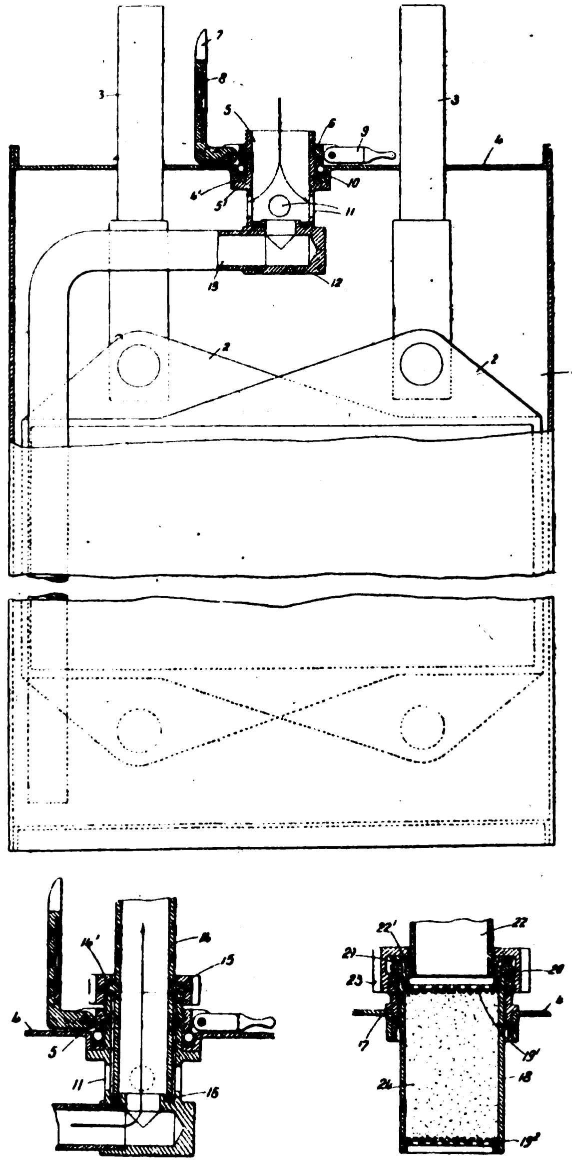
sous la moindre flexion. La disposition nouvelle élimine ces inconvénients. La figure 1 représente une vue en plan du nouveau séparateur conçu ; la figure 2, une coupe transversale de ce même isolant. 4 représente une plaque perforée mince, en ébonite, dont les arêtes longitudinales sont pourvues de nervures parallèles 5, disposées intégralement et symétriquement des deux côtés de la plaque. Entre les nervures 5, dans le sens de la longueur de la plaque, sont disposées des nervures supplémentaires 6 et de plus petites dimensions sur l'un ou les deux côtés de la plaque et uniformément espacées. Les bords transversaux de la plaque 4 présentent des épaississements obtenus dans le moulage, quand la plaque est établie ; ils sont toutefois d'épaisseur moindre que les nervures 5 et 6. La plaque ainsi construite est un séparateur isolant, résistant à la flexion à laquelle ces pièces sont généralement soumises. Sa présence ne pro-



621.315.6 : 621.355. — Plaque isolante servant à la séparation des électrodes d'accumulateurs.

duit aucune modification dans la circulation de l'électrolyte ou dans le passage du courant d'une plaque à l'autre dans le bac de la batterie. Cette plaque ne présente ni coins ni rebords tendant à arrêter le sédiment, qui peut facilement atteindre l' « espace à boue » au fond du bac, ce qui élimine la possibilité d'un court-circuit entre les plaques positives et négatives. La plaque et ses renforcements formant un tout peuvent être obtenus par un moulage en une seule opération. — E. P.

621.355 035.1. — Couvercle pour bacs d'accumulateurs alcalins ; Société industrielle de l'accumulateur alcalin. *Brevet français n° 468 369*, demandé le 12 février 1914, délivré le 22 avril 1914, publié le 4 juillet 1914, 148 lignes, 3 fig. — Ce couvercle, étudié particulièrement pour les accumulateurs alcalins de sous-marins, comporte, en outre des trous de passage des bornes de prise de courant, deux orifices spéciaux : l'un, pour l'échappement des gaz, est pourvu d'un dispositif évitant tout retour de flamme à l'intérieur du bac lors d'une explosion ; l'autre pour le remplissage et la vidange de l'élément. Le dispositif de remplissage comprend le tube 5 (fig. 1) fileté à sa partie supérieure et maintenu en place par un collier 6, vissé de manière à serrer fortement l'épaulement 5^1 contre la butée annulaire 4^1 de l'orifice du couvercle. Une garniture 10 assure l'étanchéité. Un couvercle 7 garni d'une rondelle élastique 8 est articulé sur le collier 6 et permet la fermeture hermétique du tube lorsque l'agrafe 9 est rabattue sur



621.355.035.1. — Coupes diverses d'un couvercle pour bacs d'accumulateurs.

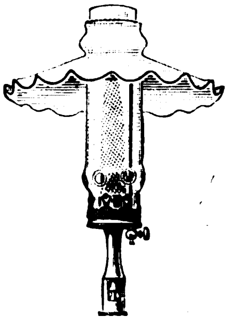
le nez du couvercle 7. Le tube 5, percé à sa partie inférieure de trous 11, est raccordé à une boite 12 à laquelle est fixé le tuyau coudé 13 débouchant au fond du bac. Pour remplir le bac, on ouvre le couvercle 7 et on fait couler le liquide qui se distribue par les trous 11 et par le tube 13. Pour vider le liquide (fig. 2), on introduit dans le tube 5 un tube 14 formant obturateur pour les ouvertures 11 et s'appliquant sur la rondelle 16 formant joint étanche. On maintient en place en serrant l'épaulement 14^1 sur la partie

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

Magasins et Bureaux ; 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D. G.

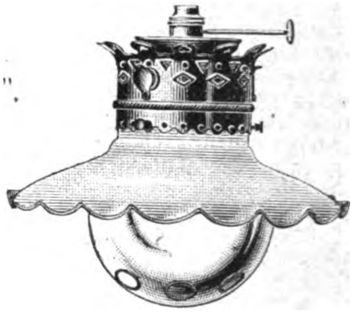
Fabrique de Manchons.

Soie et Ramie.

Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré.

Verrerie " Baccarat ".

Cristallerie.



Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

LYON 1914 : Membre du Jury. Hors concours. — SAN FRANCISCO 1915 : Hors concours.

TÉLÉGR. : **VISSEAUX-LYON** — CATALOGUES SUR DEMANDE — **EXPORTATION**

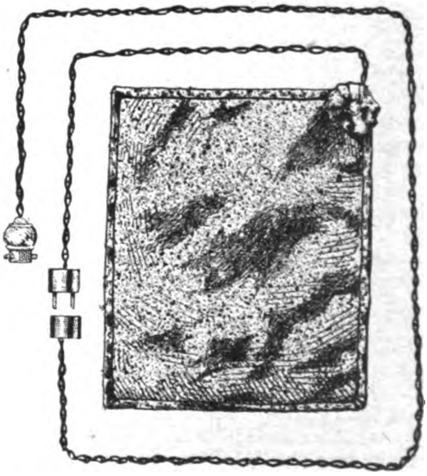
FABRIQUE D'APPAREILS DE CHAUFFAGE PAR L'ÉLECTRICITÉ

GEORGE FOX, Ingénieur-Électricien breveté, **24, rue Victor-Hugo, LYON**

Cataplasme Électrique

Appareil souple et léger. **Recommandé par les sommités Médicales** pour le traitement des : **Rhumatismes, Lumbago, Sciatique, Crampes, Indigestions, Congestions, Rhumes, Douleurs intercostales, Maux de dents, etc., etc.**

Il se livre avec taie en flanelle lavable.



DIMENSIONS :	CONSOMMATION :	PRIX :
10 × 25 c/m	20 watts	frs 24
15 × 15 c/m	20 —	— 22
25 × 32 c/m	40 —	— 36
30 × 40 c/m	50 —	— 48
40 × 20 c/m	70 —	— 46
20 × 70 c/m (ceinture)	50 —	— 64

TOUTE AUTRE DIMENSION SUR DEMANDE

Indiquer le voltage désiré. — Remise aux Électriciens et Revendeurs.

Digitized by Google

supérieure de 5 à l'aide du collier 15 qui se visse sur 5. Avec l'aide d'une pompe, on peut ainsi aspirer tout le liquide de l'élément. La seconde ouverture du couvercle porte la soupape (fig. 3). Sur la bague 17, soudée au bord de l'orifice, repose par l'intermédiaire du joint 20 la boite cylindrique 18 dont les deux fonds sont les tamis amovibles 19^1 et 19^2. L'intérieur du cylindre est rempli de granules d'un métal inattaquable (nickel). Le tube de dégagement 22 repose par un épaulement 22^1 sur le cylindre 18 par l'intermédiaire d'une couronne 21 formant joint. Le tout est serré par le collier 23 vissé sur la partie extérieure de la couronne 17. Avec ce dispositif, les gaz s'échappent par le tube 22, après avoir passé à travers les granules métalliques. Mais lorsque ces gaz s'enflamment pour une cause extérieure accidentelle, tout retour de flamme vers l'intérieur du bac est empêché. — L. J.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

621.311.72. — Recherches sur les fusibles enfermés; E.-B. Rosa, H.-B. Brooks, Burton Mc Collum, W.-J. Canada et F.-W. Glading. *Technologic Papers of Bureau of Standards*, 1er décembre 1916, n° 74, 199 pages et 11 planches d'oscillogrammes. — La genèse de ce volumineux mémoire est assez intéressante à connaître. D'après un arrangement conclu entre les Underwriters' Laboratories, de Chicago, et le Bureau of Standards, tous les litiges surgissant entre les susdits Underwriters'Laboratories et les fabricants qui soumettent à leur contrôle des dispositifs de leur construction, doivent être, du consentement des deux parties, proposé à l'arbitrage du Bureau of Standards. Conformément à cet arrangement les Underwriters' Laboratories et la Economy Fuse and Manufacturing C°, de Chicago, ont conjointement fait appel à la décision du Bureau of Standards pour trancher la question suivante : a-t-il été démontré que l'emploi des fusibles fabriqués par la Economy Fuse and Manufacturing C° cause moins d'incendies ou d'accidents que l'emploi de tous les autres fusibles enfermés qui sont catalogués comme appareils standards par les Underwriters' Laboratories? On voit, tout de suite, les nombreux essais, les nombreuses démarches, les nombreuses statistiques qu'il a fallu opposer à l'accumulation de preuves apportées par la Compagnie requérante. Il y a donc là une documentation instructive pour les directeurs de réseaux. Nous donnerons la teneur du verdict rendu par le Bureau of Standards: 1° il n'a pas été démontré que l'emploi des fusibles fabriqués par la Economy Fuse and Manufacturing C° cause moins d'incendies et d'accidents que les fusibles enfermés catalogués actuellement comme appareils Standards par les Underwriters' Laboratories; 2° d'autre part, les preuves apportées dans cette affaire ne démontrent pas que l'emploi des fusibles Economy, dans leur ensemble causent plus d'incendies et d'accidents que ceux qu'entraine l'emploi des fusibles Standards enfermés; 3° ces fusibles Economy possèdent certaines particularités qui tendent à accroître les risques inhérents à l'emploi des fusibles et d'autres particularités qui tendent à diminuer ces risques; l'importance relative de ces particularités ne peut être déterminée que par des expériences répétées dans les conditions de service; 4° il est, par conséquent, conseillé de ne pas généraliser pour le moment l'emploi des fusibles Economy sur les mêmes bases que les fusibles Standards des Underwriters' Laboratories, mais de continuer et d'étendre leur emploi sur les réseaux soumis aux inspections municipales jusqu'à ce que l'on ait acquis une expérience suffisante de leur attitude en service pour justifier leur acceptation ou leur rejet. — B. C.

621.311.72. — Caractéristiques des coupe-circuits; Hewett. *Electrician*, 23 février 1917, t. LXXVIII, p. 633, 1 000 mots.

621.315. — Installation rapide des poteaux de lignes aériennes. *Electrical World*, 7 avril 1917, t. LXIX, p. 657, 1 fig. — En utilisant un appareil exécuté en partie dans ses ateliers, la San Diego Consolidated Gaz and Electric Company a été capable de mettre en place les poteaux de trois de ses lignes aériennes à raison de douze minutes environ par poteau. Une des lignes consistait en un branchement de 29 km de ligne à 66 000 v, les deux autres avaient respectivement 19 et 25 km de circuit à 11 000 v. La plupart des poteaux avaient une hauteur totale de 15 m, le diamètre au sommet n'était pas inférieur à 22 cm et leur poids voisin de 730 kg; en certains endroits, des poteaux de 17 et 18 m doivent être mis en place. Toutes les lignes doivent être installées dans un pays rude et couvert de buissons. L'équipement utilisé consistait en une grue mobile Matthews, l'article est accompagné d'une vue de cet appareil qu'il fut d'ailleurs nécessaire d'allonger pour la mise en place des poteaux de 18 m; il fallut de même augmenter le poids du chariot, car ce dernier ne peut pas toujours être placé parfaitement de niveau. La flèche fut d'abord allongée avec un fer profilé, mais par la suite, ce fer fléchit et fut remplacé par des pièces de bois de fort équarrissage ayant environ 3 m de longueur. L'expérience montre qu'il était avantageux d'employer un attelage de chevaux pour la traction du chariot et d'actionner le treuil de levage à l'aide d'un moteur à pétrole placé sur un truck automobile. Dans un terrain peu solide, le chariot doit être fixé solidement de telle manière que les pieds de la grue restent immobiles sous la charge. Dès le début, cet appareil donna d'excellents résultats; le temps total employé pour passer d'un poteau au suivant ne dépassa pas trente minutes, la distance entre poteaux étant en moyenne égale à 100 m environ. — B.

621.315.22. — Les pertes dans les câbles à armure en ruban d'acier; W.-J. Middleton et E.-D. Davis. *Electrical World*, 18 novembre 1916, t. LXVIII, p. 1003-6, 2 500 mots, 4 fig., 1 tab., *Science Abst.* B, janvier 1917, n° 26, t. XX, p. 15.

621.315. — Les lignes à haute tension : appareillage et protection; Paul Bergeon. *Publications de l'Institut polytechnique de l'Université de Grenoble*, juillet, août, septembre 1916, 8 pages, 7 fig.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.434.00.14. — Essais d'un moteur Diesel; Trevor F. Wilkins. *Engineering*, t. CII, 27 octobre 1916, p. 399-402 et 422-425, 2 200 mots, et 6600 mots, 11 fig. et 5 fig. 8 tab ; 24 novembre 1916, p. 515, 300 mots, (lettre) *Sc. Abst.* B, janvier 1917, n° 8, t. XX, p. 6. — Communication et discussion à l'Institution of Mechanical Engineers.

621.311.71. — Régulateur de vitesse pour moteurs électriques; Marconi's Wireless Telegraph Cy. *Brevet anglais n° 14 423*, 12 octobre 1915, 2 fig. Bibliographié dans *Engineering*, 9 mars 1917, t. CIII, p. 238, 1 fig.

621.313.25. — Moteur d'induction polyphasé à vitesse réglable; F. Creedy. *Electrician*, 2 février 1917, t. LXXVIII, p. 544-549, 3 700 mots, 13 fig.

621.313.23-25. — L'enroulement des moteurs polyphasés; Justin Lebovici. *Electrical and Review Western Electrician*, t. LXIX, 7, 14 et 21 octobre 1916, p. 640-644, 685-689, 724-726, 2 100 mots, 2 800 mots, 2 100 mots, 24 fig. 17 fig., 18 fig.

621.344. — Les électro aimants de levage; J. Vichniak. *Génie civil*, 21 avril 1917, t. LXX, p. 253-256, 3 000 mots, 14 fig. — L'auteur de cet article montre les avantages que présentent les électro-aimants pour le levage des pièces qu'il est difficile d'élinguer aux crochets des grues et des ponts roulants; il étudie le prix de revient de la manutention par électro-aimants, prix qui dépend de la nature magnétique et de la forme des objets manutentionnés. Il termine en examinant quelques types d'électro-aimants industriels.

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Dynamos, Phares, etc. --- Installations électriques sur voitures et canots automobiles.

Société d'Électro-Métallurgie de Dives

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 20 millions de francs.

CUIVRE

LAITON

NICKEL

ALUMINIUM

ÉTAIN

EN LINGOTS, BARRES, FILS, PLANCHES, FEUILLES, EMBOUTIS

Fils en cuivre de haute conductibilité, Fils pour Trolley, Fils bi-métal, Coins pour collecteurs, Étain en feuilles, Maillechort en fils et en lames.

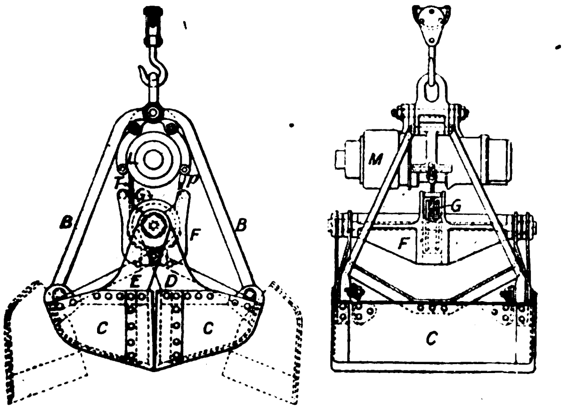
USINES à
DIVES-sur-MER (Calvados).

SIÈGE SOCIAL à PARIS
11 bis, Rue Roquépine.

Digitized by Google

621.344 : 627.32. — Equipement du « King George Dock » à Hull. *Electrical Review*, 30 mars et 6 avril 1917, t. LXXX, p. 341-342, 388-389, 1 500 mots, 4 fig — A une récente réunion de la « Liverpool Engineering Society » et de la section de Manchester de l'Institution of Electrical Engineers », M. LEIGTON a lu un travail contenant des détails intéressants sur l'équipement électrique du King George Dock à Hull. — L'électricité a été adoptée comme puissance motrice pour les diverses applications sauf pour quelques machines qui sont actionnées par la force hydraulique, l'eau de pression étant fournie par des pompes alimentées électriquement. — Du courant triphasé à 6 000 v alimente une sous-station spéciale construite dans le dock : l'équipement comprend des groupes convertisseurs de 500 kw qui donnent du courant continu à 440 — 460 v. — Les quais sont pourvus de grues électriques à travail rapide dont le mémoire donne la description. — L'installation hydraulique comprend quatre séries de pompes fournissant chacune 250 gallons d'eau par minute sous une pression de 850 livres par pouce carré; cette eau actionne des appareils de levage capables d'entrainer des wagons d'un poids de 35 t. — Tout l'ensemble des docks est éclairé par des lampes à incandescence et des arcs à flamme de 7 A. Les lampes à arc au nombre de 132 sont disposées à l'aide de poteaux de fer à 30 pieds au-dessus du sol. — A. B.

621.344. — Monte-charge électrique. *Electrician*, 30 mars 1917, t. LXXVIII, p. 764-765, 800 mots, 4 fig. — Les deux sections du monte-charge s'ouvrent et se ferment par un câble enroulé sur un tambour actionné par un moteur dont la commande est à distance. Comme on peut le voir sur la figure 1, les sections CC pivotent par l'intermédiaire des montants B et sont reliées par des bras D,E, à une pièce F munie d'une poulie G. La corde d'ouverture et de fermeture T est attachée à un point fixe p et passe autour



621.344. — Monte-charge électrique Haywards.

de la poulie G sur un tambour O fixé dans une monture L qui porte le moteur M. — Un dispositif de commande simple permet d'ouvrir et de fermer le monte-charge ; quand celui-ci fonctionne avec une grue électrique, le tableau de commande est habituellement disposé dans la cage de l'opérateur, mais on peut le loger dans toute position convenable. — Ce modèle de monte-charge, proposé il y a quelque temps par Haywards et Cie de New-York, est aujourd'hui d'usage courant dans les fonderies, aciéries, installations industrielles, docks et chemins de fer. — A. B.

621.349 : 621.5. — Les compresseurs d'air à haute pression ; M.-Joseph FORD, *Engineering*, 20 octobre, 3 novembre, 10 novembre et 17 novembre 1916, t. CII, p. 393-395, 448-450, 471-472, 480-481, 4 400 mots, 3 500 mots, 3 400 mots, 3 000 mots, 11 fig., 6 fig., 11 fig., 3 fig., 1 tab.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.1 (064). — L'exposition de la fabrique de locomotives et de machines à Winterthur ; J. COCHAND. *Bulletin technique de la Suisse romande*, t. XLII, 25 octobre 1916, p. 205-208, 1 8000 mots, 6 fig ; 25 novembre 1916, p. 225-230, 2 700 mots, 8 fig.

621 33. — La relation vitale entre la commande des trains et la valeur des propriétés des chemins de fer à vapeur et électriques ; Walter TURNER. *Journal of Franklin Institute*, t. CLXXXII, octobre 1916, p. 419-462, 13 200 mots, 11 fig., 1 tab ; *Science Abstracts* B., février 1917, t. XX, p. 73, n° 140. — Communication à la Mechanical and Engineering section, 27 avril 1916.

621.33(063). — Compte rendu de la quinzième réunion annuelle de la Municipal Tramways Association à Londres, les 21 et 22 octobre 1916; P. FISHER, Mac ELROY, HOLFORD et CLOUGH. *Tramway and Railway World*, 12 octobre 1916, t. LX, p. 259-279, 20 200 mots; *Electrical World*, 4 novembre 1916, t. LXVIII, p. 918, 400 mots ; *Electrician*, 29 septembre 1916, t. LXXVIII, p. 939, 2000 mots, 5 fig ; *Electrical Review*, 29 septembre 1916, t. LXXIX, p. 340-343, 4300 mots, 8 fig. — Cet article résume ou reproduit in extenso : 1° l'adresse présidentielle ; 2° la communication de Mac Elroy sur le transport des passagers dans les grandes villes; 3° l'utilisation des tramways pour le transport des marchandises par G.-W. Holford et W. Clough.

621.335. — Perfectionnements aux locomotives électriques groupes E 550 des chemins de fer de l'Etat italien ; A. CAMINATI et A. SAVOJA. *Rivista tecnica delle ferrovie italiane*, mars-avril 1917, t. XI, p. 129-134, 2 400 mots, 6 fig.

621.337. — Les systèmes de commande de moteurs de traction. *Electrical Review*, 29 décembre 1916, t. LXXIX, p. 724, 3 100 mots, 6 fig. D'après *Electric Railway Journal*.

621.33 + 656.2. — L'étude du transport des ouvriers à Chicago. *Electric Railway Journal*, t XLIX, 31 mars 1917, p. 588-590, 2 400 mots, 2 fig. — La Chicago Traction and Subway Commission a fait une étude complète pour déterminer les lieux de résidence et les lignes empruntées par la majorité des ouvriers de la ville afin de déterminer quelles pouvaient être les améliorations à apporter à l'exploitation. Cette étude montre que 591 établissements industriels employaient 350 000 ouvriers et que sur ce nombre, 24 pour 100 habitaient à une distance d'environ un mile de leur lieu de travail ; 18,6 pour 100 habitaient à une distance variant entre un et deux miles et 12,7 pour 100 entre trois et quatre miles ; le total de 44 pour 100 des ouvriers habitant à une distance inférieure à quatre miles était classé comme voyageurs de surface (avec les piétons, ce total montait à 68 pour 100). Le reste, soit 32 pour 100, de la population ouvrière habitait à une distance supérieure à quatre miles et utilisait les services express. Aux heures de fort trafic, le matin et le soir, le nombre de voyageurs transportés atteint 1 200 000, l'exploitation se trouve alors mise à une rude épreuve. Grâce à ces études, il fut possible à la Commission de déterminer non seulement la qualité du service dans le système de transports, mais en outre d'obtenir une idée parfaitement définie sur la manière dont il devait être modifié et comment les nouvelles voies de traction devaient être installées pour obtenir le meilleur résultat pratique ; il devint possible de déterminer les avantages relatifs offerts par deux rues différentes proposées pour une ligne express, l'article donne la méthode employée pour cette sélection. L'étude permit encore de tracer sur le plan de la ville une ligne de résidence médiane dans un sens et une ligne semblable placée sensiblement à angle droit; ce sont ces lignes qu'il importe le plus de desservir rapidement. — B.

621.335. — Automotrice pétroléo-électrique du Dublin and Blessington Tramway. *Locom. Magaz.*, 15 février 1917, t. XXIII, p. 20-21, 300 mots, 1 fig. — L'équipement (système

Digitized by Google

EMPLACEMENT RÉSERVÉ

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS (XIVe)**

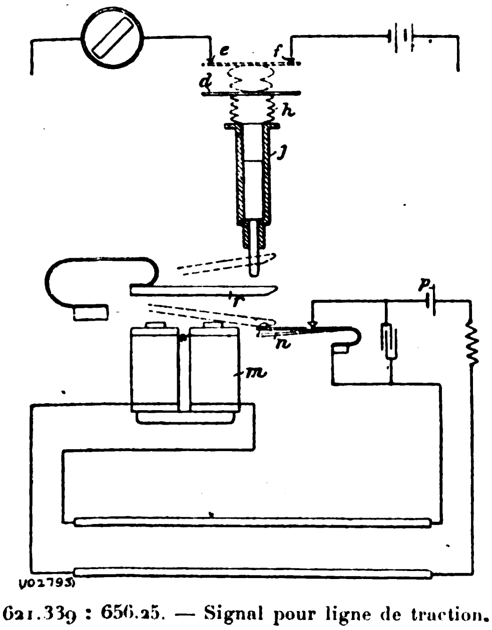
Digitized by Google

Westinghouse) comprend un moteur vertical Aster à 6 cylindres, une dynamo de 65 kw et deux moteurs de 65 ch, ainsi qu'une batterie d'accumulateurs pour le lancé du moteur à explosion et l'éclairage quand celui-ci est arrêté.

621.337. — Contrôle de freins; C.-H. Woodward. *Brevet anglais n° 101 873*, 21 octobre 1916, 1 fig. Bibliographié dans *Engineering*, 13 avril 1917, t. CIII, p. 365. — La valve d'un frein à air est commandée par un relais à courant continu et à courant alternatif, le courant continu agissant en cas de danger, le courant alternatif agissant tant que la vitesse du train n'excède pas une certaine vitesse. La valve a est actionnée par un électro à deux enroulements d et e, le premier à courant continu, le second alimenté par un alternateur i, à tension constante actionné par l'essieu. Dans le cas de danger, le circuit d est actionné par la manœuvre de g, la valve a serait alors ouverte si l'enroulement e n'était alimenté par l'alternateur, mais si la vitesse est grande, le courant en e est petit et la valve fonctionne pour être refermée par e lorsque la vitesse est tombée à une valeur prédéterminée qui est alors maintenue. — B.

621.337. — Le système de commande des trains sur le Great Indian Peninsula Railway; Major Hepper. *Electrical Review*, 9 mars 1917, t. LXXX, p. 257, 700 mots. D'après *Railway Gazette*.

621.339 : 656.25. — Signaux; W.-R. Sykes Interlocking Signal Co and R.-W. Tarrant. *Brevet anglais n° 102 793*, 27 juin 1916, 1 fig. Bibliographié dans *Engineering*, t CIII, 13 avril 1917, p. 365. — Le système consiste en un relais m, une source de courant continu p et un interrupteur à ressort n (fig.), le tout mis en série dans le circuit de traction; une pompe j agit sur un fluide comprimé dans un accumulateur h ayant une partie mobile d, fermant un interrupteur e à une certaine partie de sa course. Une armature r supportée par un ressort occupe, au repos, une position telle,



621.339 : 656.25. — Signal pour ligne de traction.

par rapport à l'interrupteur de relais et la partie mobile de l'accumulateur, que, s'il oscille au delà de certaines limites, il ouvre ledit interrupteur et actionne l'élément mobile. Tant que le courant de traction est normal, l'armature sera attirée alternativement de telle manière que le circuit sera ouvert pour être refermé sous l'action de l'accumulateur. Ces oscillations alternatives ont une fréquence bien déterminée correspondant au fonctionnement normal du circuit de traction; si les conditions de ce dernier venaient à changer, la fréquence serait modifiée et la pompe ne pourrait plus fournir la pression nécessaire : le circuit resterait ouvert. — B.

625.143.3 + 625.621 433. — Un enregistreur de l'usure des rails. *Tramway and Railway World*, 8 février 1917, t. LXI, p. 96, 130 mots, 1 fig.

621.32 : 625.233. — Le froid et l'éclairage électrique des trains. *Locomotive Magazine*, 15 mars 1917, t. XXIII, p. 49, 620 mots. — Le froid rigoureux de l'hiver dernier a beaucoup gêné les ouvriers chargés de l'entretien des appareils d'éclairage électrique des trains, ainsi que des signaux et du télégraphe. Là où les paliers des dynamos n'étaient pas lubrifiés au moyen de graisse à bas point de fusion, des accidents se sont produits inévitablement. De même, il fallait une huile à bas point de congélation pour le graissage par bagues ou par mèches. L'addition d'huile de paraffine n'a pas toujours réussi. On a observé que les tempêtes de neige avaient une influence sur le rendement de la dynamo (l'intensité du courant produit a ainsi pu baisser brusquement de 30-40 A à 5 A). On a cherché à y remédier par l'emploi de poulies de plus grand diamètre. Si le courant du générateur manque ou baisse, la batterie assure le débit. Son rendement diminue également avec la température, mais faiblement. L'acide des accumulateurs ne gèle que si sa densité est inférieure à 1,1. Les pièces d'ébonite deviennent plus fragiles. Il faut éviter d'effectuer des démontages en plein air, au froid. D'une manière générale, une température basse a moins d'influence qu'une élevée sur les installations d'éclairage électrique des trains. — L. P.

621.32 : 625 233. — Notes sur l'éclairage des trains. *Locomotive Magaz.*, 15 janvier et 16 avril 1917, t. XXIII, p. 15 et p. 71-72, 800 mots. — Il existe en Amérique plus de 20 000 voitures à voyageurs éclairées à l'électricité. Mais le nombre de voitures éclairées au gaz et à l'huile est bien supérieur. 3 245 voitures sont pourvues d'accumulateurs Straight, 7 196 sont munies d'une dynamo entraînée par un des essieux, 830 reçoivent le courant d'une source d'énergie installée à une extrémité du train. Le voltage des lampes est variable : 24, 30 et 60 v (le plus répandu est celui de 30 v). La dépense, tous frais compris, pour 1 000 km par voiture s'élève en moyenne à 7 fr et varie de 5,30 fr à 12,15 fr. Le parcours kilométrique moyen atteint 40 000 km, et est réellement compris entre 12 000 et 120 000 km. Les générateurs munis de paliers à billes sont ceux qui se sont le mieux comportés en service. Dans les accumulateurs, les Compagnies préfèrent l'eau distillée à l'eau filtrée. Le Royaume-Uni possède plus de 14 340 voitures éclairées à l'électricité sur un effectif de 47 956 voitures à voyageurs. Aux Indes, on en compte 6 891 sur 20 019. On pense que l'éclairage électrique des trains prendra un rapide développement après la guerre. Le moment ne semble pas venu de normaliser l'éclairage électrique des trains, car de nouveaux systèmes sont depuis peu en fonctionnement. — L. P.

629.113.6. — Stations publiques de charge pour véhicules électriques, en Grande-Bretagne. *Electrical Review*, 6 avril 1917, t. LXXX, p. 368-370, 700 mots, 1 carte. — L'article renferme une carte sur laquelle sont reportées les localités où il est possible de procéder aisément à la charge de batteries pour véhicules électriques.

621.348 : 623.82. — Objections à la commande électrique des futurs croiseurs de bataille américains. *Génie civil*, 12 mai 1917, t. LXX, p. 313, 500 mots.

629.113.6. — Véhicules électriques; C.-G. Conradi. *Electrician*, 27 avril 1917, t. LXXVIII, p. 140-142, 2 500 mots, 2 fig. — Les véhicules électriques bien qu'en nombre croissant (en Angleterre) ne sont pas encore très répandus. Il en est autrement aux Etats-Unis où il y a déjà plus de 35 000 véhicules électriques en service. Dans New-York, il

Digitized by Google

MESURES ÉLECTRIQUES

Enregistreurs et appareils de tableaux.

AMPÈREMÈTRES, VOLTMÈTRES, WATTMÈTRES

COURANTS CONTINUS ET COURANTS ALTERNATIFS

Modèle électro-magnétique à apériodicité réglable (Brev. S. G. D. G.), **sans** aimant permanent.

Modèle apériodique de précision à cadre mobile.

Modèle thermique à consommation réduite (Brev. S. G. D. G.).

Boîtes de contrôle — Ohmmètres — Compteurs horaires, etc.

Nouveaux modèles complètement apériodiques BREVETÉS S. G. D. G.

Appareils à cadrans combinés et enregistreurs
pour traction électrique : tramways, chemins de fer, électromobiles, etc.

ENREGISTREURS pour tout contrôle industriel
Manomètres — Cinémomètres — Dynamomètres — Thermomètres — Pyromètres
Anémomètres — Baromètres — Hygromètres, etc., etc.

A la même maison : le **Vérascope**, le **Glyphoscope**, le **Taxiphote**, appareils photographiques pour la prise et l'examen des vues stéréoscopiques 45/107mm.

Envoi franco du catalogue.

GRANDS PRIX
PARIS 1889, 1900
SAINT-LOUIS, 1904
HORS CONCOURS
LIÈGE, 1905
Membre du Jury

JULES RICHARD, **fondateur et successeur de la maison RICHARD frères,**
25, rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS**

EXPOSITION & VENTE : 10, rue Halévy (près l'Opéra).

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES

ARMAND D. RIVIÈRE ET C^ie^

SOCIÉTÉ EN COMMANDITE PAR ACTIONS AU CAPITAL DE 2.000.000 DE FRANCS

11 et 13, rue de Belzunce, PARIS (X^e^)

Entreprises Générales d'Électricité

TRANSPORT DE FORCE A HAUTE TENSION

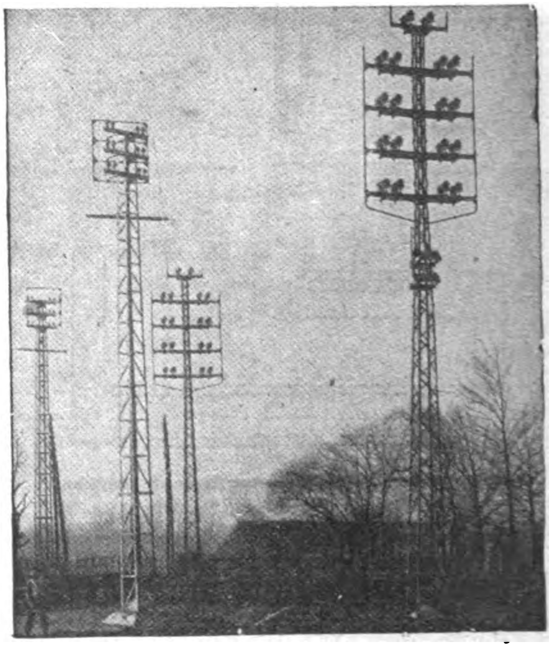
STATIONS CENTRALES

RÉSEAUX COMPLETS DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE

TRACTION ÉLECTRIQUE

CATENAIRE SYSTÈME B^té^ S.G.D.G.

Téléphone : Nord 48.48, Nord 53.61
Télégramme : Carpenrive, Paris



Digitized by Google

y a plus de 2 500 voitures de commerce électriques, soit environ 43 pour 100 du nombre total de véhicules utilisés pour les besoins commerciaux. — Un obstacle à la généralisation de l'emploi des véhicules électriques à personnes est sans nul doute leur prix de revient élevé. Ces prix iront certainement en diminuant au fur et à mesure que se développera la production, mais il est douteux que le prix de 100 livres sterling prévu par le Dr Steinmetz soit jamais réalisé, bien qu'on ait récemment annoncé qu'une maison de New-York est en train de lancer une voiture de 200 livres. Malgré le prix élevé et probablement à cause des conditions anormales dans lesquelles se trouve actuellement la voiture à pétrole, le nombre des voitures électriques a augmenté dans l'espace de deux années de 75 à plus de 1 000. — On reproche également à la voiture électrique sa vitesse relativement faible et le poids élevé de la batterie. En ce qui concerne la vitesse, ce que nécessite un service urbain, c'est le maintien d'une vitesse moyenne aussi élevée que cela est possible économiquement. L'auteur attire l'attention sur les données suivantes qui résument une série d'essais comparatifs effectués entre un camion électrique et un camion à pétrole construits respectivement pour des vitesses de 12 à 18 miles à l'heure. Le trajet est triangulaire et les routes bonnes; la durée des arrêts dans l'essai (*a*) est de deux minutes, elle est d'une minute dans l'essai (*b*) ; la distance entre deux arrêts est de 0,42 mile.

	Vitesses moyennes	
	électrique	à pétrole
a) Côté 1, horizontal.....	10,76	9,41
Côté 2, ascendant......	7,08	8,85
Côté 3, descendant.....	11,12	7,2
Moyenne..............	9,65	8,48
b) Côté 1, horizontal......	11,4	10,08
Côté 2, ascendant......	6,9	7,83
Côté 3, descendant....	11,8	10,56
Moyenne..............	10,03	9,48
Moyenne générale......	9,84	8,98

La vitesse moyenne est d'environ 10 pour 100 plus élevée pour la voiture électrique cependant équipée en vue d'une vitesse de 30 pour 100 plus faible. La batterie envisagée isolément est certainement une lourde pièce d'appareil, mais quand on considère le poids total des différents types de voitures on constate que la voiture électrique n'est que de quelques centièmes plus lourde, et aux faibles vitesses maxima utilisées, ceci n'est pas un gros inconvénient. — L'auteur donne ensuite quelques détails sur le châssis de différents modèles de voitures électriques pour le détail desquels nous renverrons au mémoire original. Suivant une remarque très judicieuse, il n'y a pas sur le marché deux modèles exactement semblables, chaque constructeur ayant en vue d'obtenir un rendement mécanique aussi élevé que possible : ceci est essentiel au point de vue électrique, car un mauvais rendement affecte sérieusement la batterie, et, par suite, la vitesse et le parcours efficace du véhicule. Deux types de batterie sont actuellement en usage : l'accumulateur au plomb et l'accumulateur fer-nickel. Afin d'augmenter la légèreté, l'épaisseur des plaques de plomb a été réduite jusqu'à n'être plus que de 1/8 de pouce; des plaques de cette épaisseur ne peuvent pas supporter des vibrations excessives quoiqu'elles soient maintenues par des séparations et il faut les enlever à de fréquents intervalles — par exemple, après une course de 4 000 à 5 000 miles et les laver hors de leurs cuves. L'écartement des plaques est réduit au minimum tandis que le poids spécifique de l'électrolyte est maintenu élevé, souvent de l'ordre de 1,300. Les séparations sont habituellement en bois côtelé d'un côté et uni de l'autre, la partie unie étant placée au voisinage de la plaque positive, avec, entre les deux, une mince feuille perforée d'ébonite; le celluloïd ne peut pas être utilisé pour les séparations, car l'acide fort l'attaque. — La batterie Edison semble avoir été l'objet de beaucoup de soin dans les détails et elle paraît propre, mécaniquement, à supporter les à-coups que présente son emploi sur les voitures. Son prix élevé est compensé par une durée de service plus grande, et un moindre entretien. La tension est faible, 1,2 v par élément, mais chaque élément est léger, en sorte que le plus grand nombre d'éléments nécessaires n'entraîne pas un accroissement du poids total. Les deux sortes de batteries ont des caractéristiques différentes et par suite ne conviennent pas également pour tous les services. Ainsi la batterie à plaques de plomb convient particulièrement pour des travaux peu importants, où souvent il est intéressant de réduire le prix d'achat et où de fortes décharges ne sont pas nécessaires. La batterie alcaline et, plus particulièrement, la batterie Edison est sans doute le plus utile lorsque le temps de charge est limité ; comme son rendement est moindre, elle devient moins avantageuse si le prix de l'énergie électrique est élevé. Quant aux moteurs, ils doivent être légers et d'aussi bon rendement que possible, sans rien sacrifier au point de vue de la sûreté du fonctionnement ; ils devraient être prévus pour pouvoir supporter une surcharge de 300 pour 100 sans étincelle. — Les véhicules électriques devraient être étudiés le mieux possible par les ingénieurs des stations centrales, car ils permettraient un emploi rémunérateur de l'énergie électrique en dehors des heures de fortes demandes. — A. B.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.2. — Etude sur l'exploitation de la télégraphie mécanique : H.-W. Pendry, *The Telegraph and Telephone Journal*, décembre 1916, et *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1917, t. vi, p. 44-59, 5 000 mots. — L'auteur n'examine pas tous les systèmes de télégraphie mécanique, mais seulement quelques-uns, le « Murray », le « Creed », le « Baudot », les « Siemens » et le « Western Electric ». Cet ordre correspondant à peu près exactement à l'extension qu'ils ont prise en Angleterre. — *Le système Murray*. Chaque poste d'installation complète comportait quatre organes principaux : 1° un clavier perforateur; 2° un transmetteur; 3° un récepteur perforant; 4° un imprimeur-traducteur. Primitivement, la bande avait des trous des deux côtés de la ligne médiane; dans la suite elle était percée de cinq signaux élémentaires disposés sur une seule rangée de trous. La bande était introduite dans le transmetteur qui transformait ces signaux en signaux Baudot. Le transmetteur était animé d'une vitesse remarquablement uniforme par un moteur à roue phonique actionné par une tige vibrante. A l'arrivée un relais polarisé ordinaire recevait ces signaux, et, par l'intermédiaire de relais locaux, le récepteur à poinçons reproduisait une bande perforée qu'on pouvait, soit utiliser pour une réexpédition, soit introduire dans un traducteur qui traduisait ces perforations en caractères romains. Mais bientôt cet appareil devint insuffisant. Murray porta ses recherches sur le système multiple et parvint à simplifier les opérations à l'arrivée, les signaux de la ligne opérant eux-mêmes la traduction et l'impression du message sans l'intermédiaire de la bande perforée. On essaya également à l'aide d'un « clavier à cadence » de supprimer la bande perforée au départ, mais les résultats obtenus ne furent pas suffisamment satisfaisants. Nous parlerons dans la suite du système multiplex, donnons-en un rapide aperçu : soit un groupe d'opérateurs, 4 par exemple (A, B, C et D), sont, aux extrémités d'une ligne télégraphique, en communication les uns avec les autres par l'intermédiaire de distributeurs synchronisés qu'on peut se représenter comme deux horloges dont les aiguilles qui tournent rapidement sont maintenues en accord constant de vitesse et de position, de telle sorte que les secteurs analogues des cadrans se correspondent exactement. Donc, en pratique, A travaille avec A, B avec B, etc. L'allure de la rotation est déterminée par la rapidité de manipulation de l'opérateur. En duplexant les imprimeurs multiples on double le rendement de la ligne et A, B, C et

Digitized by Google

Adr. télégr. :
Leolique-Paris.

" L'Éclairage Électrique "

Société Anonyme au capital de 25.000.000 francs

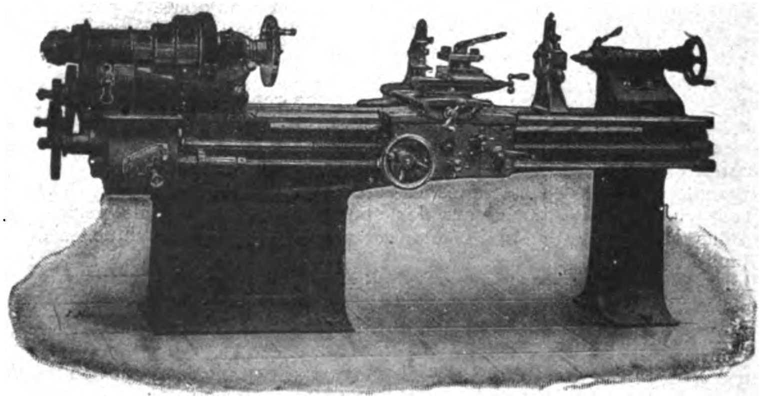
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone :
Elysées 42-90 42-91 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

LANDIS & GYR

Bureaux et Laboratoire :

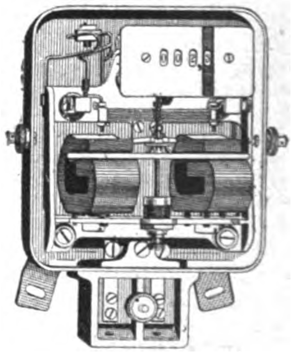
12, RUE LAPEYRÈRE, PARIS

ATELIERS : 4, rue des Cloys.

Téléph. : Marcadet 11-03. — Adr. télégr. : Divisor-Paris.

Compteurs d'Electricité

Wattmètres Ferraris
Interrupteurs horaires
Limiteurs de courant



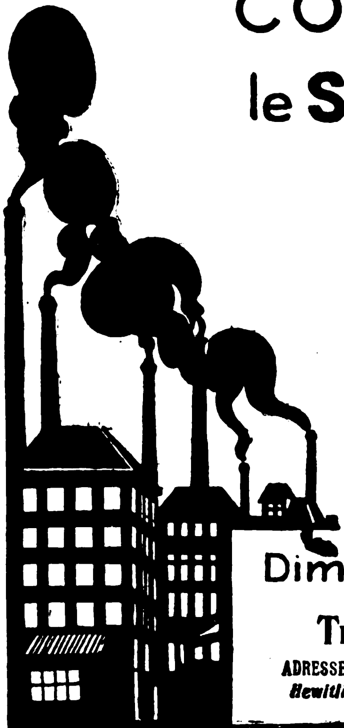
Compteur courant continu.

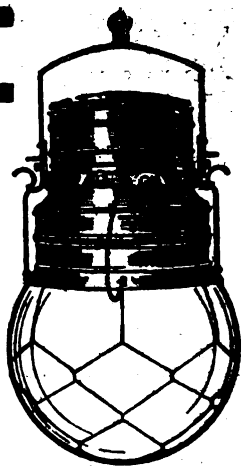
Digitized by Google

D ont chacun un correspondant qui reçoit pendant qu'ils transmettent. Dans le multiple Murray l'agent manipulant a le contrôle de toutes les actions du traducteur à l'arrivée. Mais il est regrettable que Murray, en adoptant le code Baudot, n'ait pas conservé la même désignation des combinaisons. — *Le système Creed.* Le système Creed est un auxiliaire précieux du Wheatstone, il consiste en un imprimeur automatique à grande vitesse traduisant les signaux Morse. Voici, d'ailleurs, le principe du système Creed : au poste de départ on introduit une bande Wheatstone préparée dans un transmetteur ordinaire. Le récepteur Creed reproduit cette bande à l'arrivée. Cette nouvelle bande, comme la bande Murray, peut être utilisée à une réexpédition ou introduite dans un traducteur qui l'imprime en caractères typographiques sur une nouvelle bande. A côté du traducteur Creed sont placés une planche à coller et un « dextrineur » et la bande, gommée au verso, est collée sur les formules; des employés exercés peuvent coller 200 à 300 messages à l'heure. Une vitesse de transmission de 120 mots à la minute parait être le maximum pour une utilisation satisfaisante des circuits. — *Le système Baudot.* Ce système, dû à l'ingénieur français Baudot, s'est montré le meilleur et le plus avantageux de tous les systèmes utilisés actuellement. On utilise toujours le Baudot en duplex sur les lignes terrestres, le trafic est assuré par l'ouverture et la fermeture des secteurs dans un sens ou dans l autre. On dispose toujours de deux à huit voies et le rendement est de 100 à 400 messages à l'heure. Le manipulant opère la transmission par les 32 combinaisons correspondant aux 32 signes à transmettre, de 5 touches. Le mouvement de ces combinaisons est donné par un frappeur de cadence à la vitesse maximum de 30 mots à la minute. Le message est enregistré sur une bande, au départ, pour permettre le contrôle. Les signaux sont presque simultanément enregistrés sur une bande gommée au poste d'arrivée ; le réceptionnaire fait passer cette bande sur un rouleau qui tourne dans un vase rempli d'eau, on a ainsi un adhésif propre et économique. L'organe essentiel est naturellement le distributeur qui assure la relation entre les divers organes, les secteurs sont organisés de façon à assurer à chacun la disposition de la ligne pendant des temps déterminés. Le fonctionnement du Baudot est parfait; et, servis par du personnel compétent, les appareils peuvent marcher plusieurs semaines avec seulement 1 ou 2 arrêts de 2 à 3 minutes du distributeur pour le réglage de la vitesse. Le système Baudot est très avantageux; outre son fonctionnement excellent, son prix de revient et son prix d'entretien sont presque moitié de ceux des autres systèmes. Le traducteur est d'un mécanisme simple et robuste; on cite le cas de traducteurs en service depuis près de 20 ans et marchant aussi bien qu'au premier jour. Un d'eux, entre autres, fonctionne depuis plusieurs mois à la vitesse de 42 à 43 mots à la minute et sans le moindre incident, on pourrait donc songer à augmenter le rendement, mais les dépenses et la difficulté d'entretien augmenteraient, et on serait forcé d'avoir recours à un personnel plus nombreux pour pouvoir assurer le service : on a donc intérêt à conserver la vitesse maximum actuelle de 30 mots à la minute. — *Le système Siemens.* C'est un système analogue à celui du Wheatstone-Creed dont il diffère par l'emploi de cinq signaux élémentaires et de distributeurs synchrones. La vitesse est de 140 à 150 mots à la minute et l'impression est effectuée sur la bande à l'aide d'un électro-aimant imprimeur qu'actionne la décharge instantanée d'un condensateur. On est arrivé à transmettre jusqu'à 634 messages en une heure. Mais ce système a tous les inconvénients des automatiques et l'impression est bien inférieure à celle du Baudot. — *Le multiple Western electric.* La distribution est celle du Baudot, l'alphabet a cinq éléments de signaux, les claviers perforateurs, les transmetteurs munis de dispositifs de contrôle automatique et les traducteurs. Le moteur distributeur est à roue phonique réglée par un diapason mû électriquement, la vitesse est de 40 mots à la minute. Le synchronisme est assuré par les signaux transmis et la régularisation de la vitesse est donnée par une tige dont l'extrémité en caoutchouc vient frapper le diapason à sa partie inférieure. Le perforateur possède un clavier semblable au clavier universel de la machine à écrire. Des signaux spéciaux permettent les autres opérations du récepteur : disposition en lignes, en colonnes ou en page. Comme dans le Baudot l'imprimeur ne reproduit que les courants de travail; cependant un dispositif spécial relie les secteurs alternativement au positif et au négatif, ce qui permet de conserver le synchronisme quand les opérateurs ne transmettent pas. Devant chaque récepteur se trouvent les relais chercheurs qui déterminent l'arrêt de la roue des types, en actionnant des électro-aimants placés dans la cage du traducteur, et assurent ainsi l'impression typographique du signal reçu. Dès que la roue des types est arrêtée la bande est projetée contre ce caractère, puis le papier progresse pour le suivant. Le rendement du multiple Western electric est très élevé et le rendement individuel des opérateurs surpasse tout ce qui a été obtenu jusqu'ici. Malheureusement l'impression laisse souvent beaucoup à désirer et les traducteurs exigent beaucoup d'attention, ce qui restreint le rendement. — *Conclusion.* Il est assez difficile de comparer exactement les systèmes précédents, le rendement dépendant beaucoup du personnel. On peut cependant remarquer que les dérangements insignifiants dans les circuits exploités au Morse deviennent très sérieux avec les télégraphes imprimeurs. Le clavier Baudot semble plus avantageux que le clavier machine à écrire surtout pour la transmission de messages chiffrés, car il permet le contrôle. Les avantages des multiples sur les automatiques sont résumés ci-dessous : *Multiple.* Assure l'écoulement régulier du travail, ce qui aide la circulation et le transit. — *Automatique.* Il se produit des encombrements inévitables et, en conséquence des retards aux postes desservis. — *Multiple.* Un dérangement de l'appareil récepteur n'entraine qu'un arrêt partiel dans le trafic de cette direction. — *Automatique.* Un dérangement du récepteur interrompt tout travail. — *Roues des types et caractères de machines à écrire.* La fréquence plus grande de certaines lettres entraine une usure plus rapide, et il est plus économique de remplacer un levier de machine à écrire que la roue des types ; de plus l'impression est moins bonne avec les roues des types. — *Code Morse ou code à cinq signaux.* Le code à cinq signaux est le plus avantageux ; il permet de doubler la vitesse, et l'appareil traducteur est plus simple, moins coûteux et plus durable. Pour terminer, signalons que le multiple présente sur l'automatique cet avantage considérable qu'on peut le fractionner pour obtenir le transit entre trois, quatre ou cinq centres. — H. C.

Digitized by Google

La Lampe **WESTINGHOUSE**
Cooper Hewitt
est
le **Soleil** de l'**Usine**





Elle éclaire
sans
Ombres

Augmente
le
Rendement

Diminue la Fatigue Visuelle

La Maison VICKERS Ltd dans ses usines de Barrow Sheffield et Erith et la maison ARMSTRONG ainsi que bien d'autres, emploient plus de 10.000 de ces lampes dans leurs chantiers et ateliers pour la Fabrication du matériel de guerre en Angleterre.

THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT C° L

Demandez le Tarif 273

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewitlight-Suresnes.*
USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE SURESNES, près PARIS 11, Rue du Pont.
TÉLÉPHONE WAGRAM 88.10

SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES D'ORNANS

ANCIENNEMENT OLIVIER ET Cie
à
ORNANS (Doubs)

REPRÉSENTANT GÉNÉRAL A PARIS : G. JARRE, 17, RUE TRONCHET

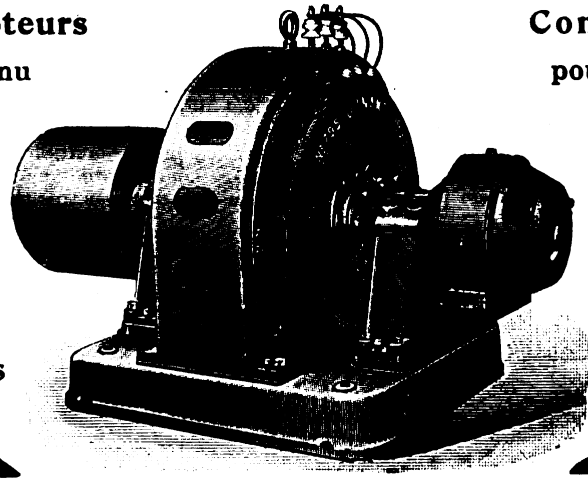
Dynamos et Moteurs
courant continu

—

Alternateurs et Moteurs
courant alternatif.

—

Transformateurs
statiques.



Compresseurs d'Air
pour traction électrique

—

Pompes centrifuges
système de Laval.

—

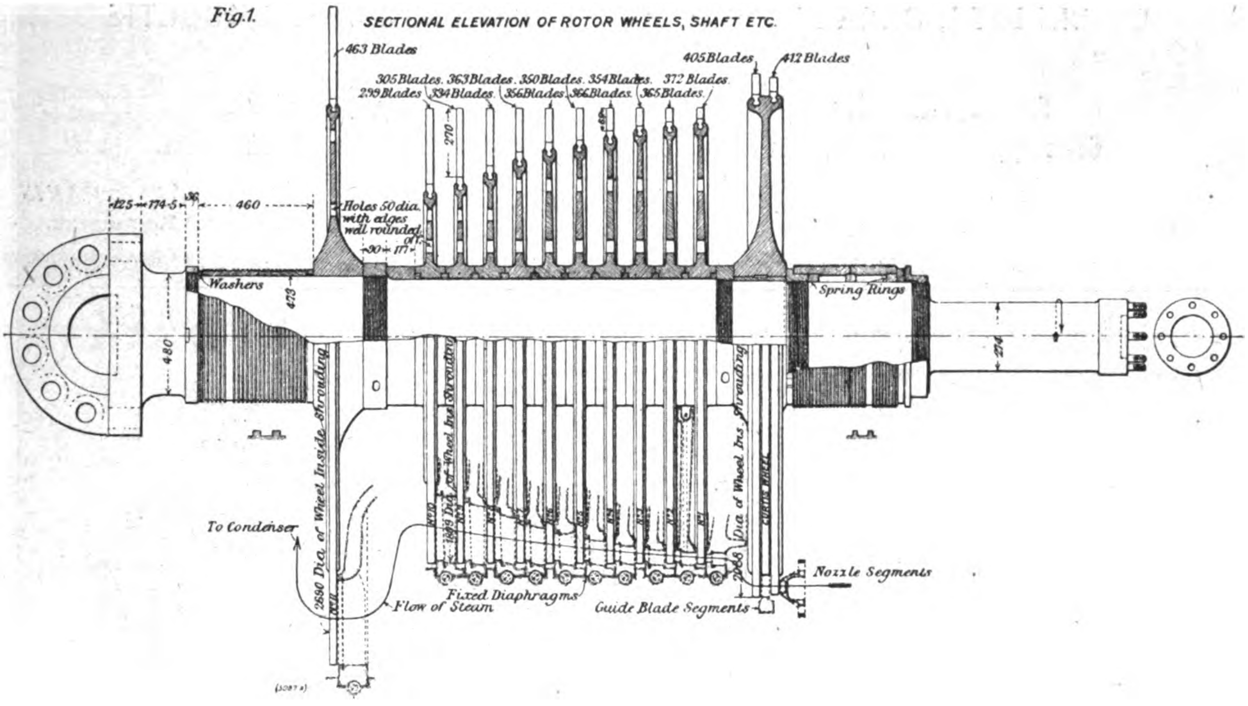
Transformateurs
rotatifs.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.165.00.46. — La destruction des aubes des turbines à vapeur. *Engineering*, 4 et 11 mai 1917, t. CIII, p. 419-423, 5000 mots, 17 fig. et p. 461-462, 3600 mots, 8 fig. — L'article reproduit en grande partie une communication importante faite par A. Fenwick, devant la South African Institution of Engineers et relative aux mésaventures nombreuses des turbines des Sociétés de distribution du Rand, dont les puissances varient de 3000 à 1200 kw et qui ont toutes été fournies par l'A. E. G. Dans la discussion, l'ingénieur en chef des usines a certifié que les accidents successifs furent la cause de dépenses considérables. Il est cependant utile de remarquer que ces accidents ne sont pas dus au choix du type de turbine (à impulsion), mais sont plutôt le résultat d'un mauvais choix de matière ou d'une étude imparfaite. Les turbines installées appartiennent toutes au type Curtis Rateau et la figure 1 donne une coupe



621.165.00.46. — Coupe d'une turbine Curtis Rateau montrant le rotor et les diaphragmes de distribution.

du rotor et des diaphragmes de distribution. Des tableaux donnent les pressions de la vapeur à l'admission, les températures à l'admission et à l'échappement, les vitesses moyennes des aubes ainsi que la composition du métal de ces aubes, acier au nickel, acier au carbone, bronzes d'aluminium, laiton, etc. Des photographies des aubes fixes ou mobiles montrent les détériorations subies après un certain temps de fonctionnement qui ne dépasse pas 3000 heures pour une turbine de 9600 kw installée à Rosherville et dont la boîte de vapeur montre des craquelures dangereuses ; ces craquelures ne produisaient pas cependant une augmentation notable de la consommation de vapeur. Les aubes fixes aussi bien que les aubes mobiles subirent des détériorations importantes après une durée de fonctionnement souvent inférieure à 1000 heures. L'auteur a recherché les causes diverses de détérioration parmi lesquelles nous pouvons signaler les efforts mécaniques provoqués par les variations brusques de température des aubes ; en effet, ces dernières, très légères, suivent beaucoup plus rapidement les variations de température que les anneaux massifs entre lesquels elles sont fixées, il en résulte des efforts de traction ou de compression souvent considérables, spécialement lors des mises en marche ou des arrêts. Il faut ajouter à cette cause de détérioration celle due aux vibra-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

Société d'Électro-Métallurgie de Dives

Société Anonyme au capital de 20 millions de francs.

CUIVRE

LAITON

NICKEL

ALUMINIUM

ÉTAIN

EN LINGOTS, BARRES, FILS, PLANCHES, FEUILLES, EMBOUTIS

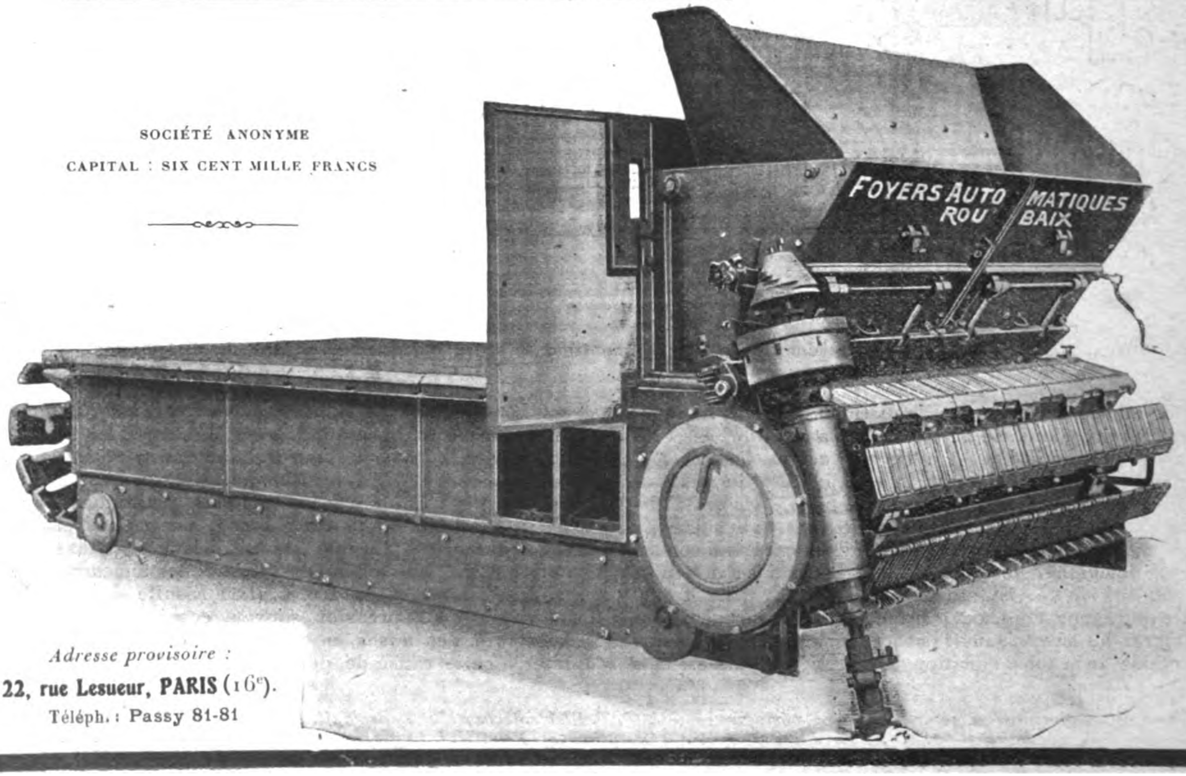
Fils en cuivre de haute conductibilité, Fils pour Trolley, Fils bi-métal,
Coins pour collecteurs, Étain en feuilles, Maillechort en fils et en lames.

USINES à
DIVES-sur-MER (Calvados).

SIÈGE SOCIAL à PARIS
11 bis, Rue Roquépine.

FOYERS AUTOMATIQUES — ROUBAIX

Société Anonyme
Capital : six cent mille francs



Adresse provisoire :
22, rue Lesueur, PARIS (16e).
Téléph. : Passy 81-81

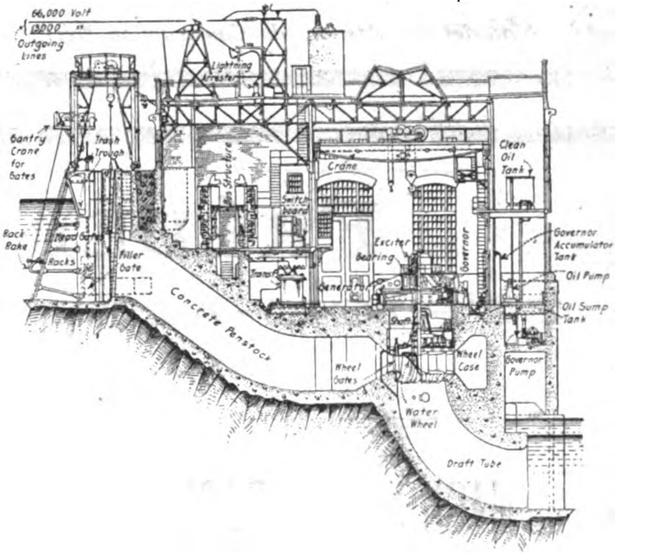
Digitized by Google

tions provoquées par le passage de la vapeur sur les aubes, ce passage pouvant, dans certains cas, être de forme pulsatoire. Les impuretés contenues dans la vapeur ont aussi un effet destructif notable. Comme conclusion, l'auteur montre qu'il n'y a aucune difficulté dans le choix du métal utilisé pour les aubes mobiles ; ce métal doit cependant être différent dans les différents étages ou groupes d'étages de la turbine. L'acier à 5 pour 100 de nickel, le laiton et le bronze d'aluminium utilisés suivant les étages donnent d'excellents résultats et permettent d'espérer une durée de marche sans incident atteignant 50 000 heures, ce qui permet un fonctionnement de six à huit années sans réfection des aubes. Si la vie normale d'une turbine est évaluée à quinze ou vingt ans, le métal idéal pour ces aubes serait celui qui assurerait le fonctionnement pendant toute cette période, mais, si un tel métal était trop coûteux, il conviendrait de rechercher dans quelle mesure il est plus avantageux de consentir à la réfection des aubes dans cette période ; il faut tenir compte aussi des perfectionnements possibles rendant avantageuse la transformation d'une usine dans cet intervalle de quinze à vingt ans. Les boîtes de vapeur en fonte avec des parties relativement peu épaisses ont été la cause d'ennuis assez nombreux ; il est avantageux de les remplacer par l'acier doux.

621.184 6. — Manutention du charbon et des cendres dans les grandes stations génératrices. *Electric Railway Journal*, 14 avril 1917, t. XLIX, p. 678-680, 1 800 mots, 9 fig. — La réception, l'emmagasinage, la distribution du charbon et l'enlèvement des cendres sont des problèmes d'un intérêt extrême pour les usines à vapeur. Il n'y a pas de méthode générale pour l'établissement de cette manutention, car les circonstances locales influent fortement sur les dispositions à prendre ; l'article donne une description assez complète de l'installation réalisée à l'usine alimentant le Norfolk and Western Railway et quelques autres lignes. Les wagons venant de la mine déchargent le charbon dans un silo situé à un niveau inférieur, de là il est pris par un élévateur capable d'élever 60 t : h à une hauteur de 20 m environ, à laquelle il est repris par un convoyeur horizontal qui le distribue uniformément dans un silo ; de là, le charbon est distribué aux foyers de chaudières à l'aide de manches en acier. Les cendres sont enlevées mécaniquement de la manière suivante : une voie étroite est installée sous chaque rangée de trous de décrassage des chaudières ; des plates-formes d'acier portant chacune deux caisses d'environ 1 m^3 sont amenées sous les foyers et y reçoivent les cendres ; les plates-formes sont ensuite déchargées à l'aide d'un pont roulant. L'article donne également une description sommaire des installations accessoires de la Margaret Street Station.

621.311 : 621.312.2. — Usines génératrices avec alternateurs asynchrones ; J.-H. Siegfried. *Electrical World*, 28 avril 1917, t. LXIX, p. 793-795, 2 700 mots, 3 fig. — Cette installation appartient à la Pacific Power Co et est en service depuis deux ans sans avoir donné lieu à aucun incident. L'usine consiste en une construction métallique enduite de plâtre à l'intérieur et de stuc à l'extérieur, ses dimensions sont 9 m sur 8 m, les machines peuvent être déplacées à l'aide d'une grue derrick installée à l'extérieur. Une chute de 152 m actionne une roue Pelton de 1 900 ch tournant à 200 t : m et actionnant un alternateur asynchrone de 1 400 kv-A, triphasé 2 300 v, de la General Electric ; ce dernier était prévu pour ventilation forcée avec ventilateur ; il a été inutile de recourir à ce mode de refroidissemant et le ventilateur a été enlevé. Le panneau de commande est équipé avec un voltmètre, un ampèremètre et un wattmètre à lecture directe et enregistreur. La turbine ne possède pas de régulateur, sa vanne de commande est actionnée par une roue à main et des engrenages. Un réservoir à huile de 1 500 litres est installé sous la toiture et fournit le lubrifiant aux paliers des machines, un signal d'alarme est mis en action si le niveau de l'huile atteint un certain niveau dans le réservoir. Trois transformateurs monophasés montés en étoile reçoivent le courant à 2 300 v et l'élèvent à 66 000 v, tension de la ligne de distribution. L'usine fonctionne sans surveillant, la charge de l'alternateur est réglée à la main par ouverture ou fermeture de la vanne de la roue Pelton par l'homme surveillant le canal qui passe à l'usine matin et soir ; il règle la charge à la valeur désirée par le directeur du réseau qui lui donne ses instructions par téléphone ; tout le reste du temps, le groupe fonctionne sans aucune surveillance. Le groupe est en marche dans ces conditions depuis deux ans et a débité pendant ce temps 11 700 000 kw-h. Pour mettre le groupe en service, la vanne est ouverte graduellement jusqu'à ce que le nombre de tours normal soit atteint approximativement, les interrupteurs sont seulement fermés lorsque le synchronisme est à peu près parfait, ce qui est vérifié par une méthode stroboscopique à l'aide d'une lampe à courant alternatif éclairant un disque à secteurs en nombre égal à celui des pôles.

621.311 21. — Usine hydro-électrique de Montagne City (Nouvelle-Angleterre). *Electrical World*, 21 avril 1917, t. LXIX, p. 740-744, 4000 mots, 9 fig. — La nouvelle usine génératrice de 36 000 kw de la Turners Falls Co est la plus grande station hydro-électrique de la Nouvelle-Angleterre ; elle a nécessité une dépense de 4 000 000 de dollars et fournit le courant à la ville de Springfield sous une tension de 66 000 v. Bien que seulement quatre des six alternateurs prévus soient installés, les anciennes stations à vapeur ont été arrêtées et gardées comme réserve. L'eau empruntée à



621.311.21. — Coupe par l'axe d'une turbine de l'usine hydro-électrique de Montagne-City.

la rivière Connecticut est conduite à l'usine par un canal terminé par un réservoir de 180 m de largeur et de 900 m de longueur ; la station génératrice est alimentée par ce réservoir à l'aide d'un canal de 45 m de largeur et de 7,60 m de profondeur, un dispositif de vidange du canal a été prévu et consiste en dix portes en bois montées entre des piliers en maçonnerie ; ces portes sont mises en mouvement par des moteurs de 50 ch commandés de la salle des machines. Cette salle des machines a une longueur de 71 m et une largeur de 25 m, elle fait un angle de 20° avec l'axe du canal. La figure ci-jointe montre cette usine en coupe par l'axe d'une turbine, l'eau entre dans la turbine par vingt ouvertures réparties sur la circonférence, chacune de ces ouvertures est sous le contrôle du régulateur ; la hauteur de chute est égale à 16,80 m, l'axe des turbines est vertical et la puissance développée par chaque turbine est de 9700 ch.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ

OERLIKON

9, rue Pillet-Will — PARIS — Téléph. : Central 20-54.

MOTEURS ÉLECTRIQUES — GÉNÉRATRICES — TRANSFORMATEURS

Perceuses. Riveuses hydroélectriques. Appareillage

APPAREILS DE LEVAGE — PONTS-ROULANTS

Électrolyseurs. Ventilateurs de Fonderie. Cribles à sable

MATÉRIEL DE TRACTION ÉLECTRIQUE

Locomotives. Tramways. Freinage. Aiguillage automatique

TURBINES A VAPEUR OERLIKON

Matériel des Ateliers de Construction Oerlikon (Suisse). — *Bureau à Marseille, 27, rue Pavillon*

FRÉDÉRIC AEBI

ZURICH-ALTSTETTEN (SUISSE)

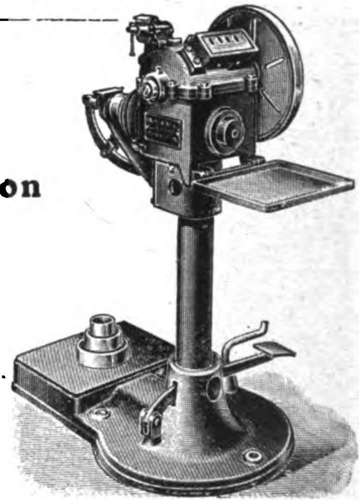
Atelier de Construction.

MACHINES A BOBINER POUR TOUT BUT

Installations de séchage et d'imprégnation dans le vide pour le traitement au vernis ou au compound.

FILTRES ET APPAREILS POUR LA REGÉNÉRATION DES HUILES TRANSFORMATEURS, INTERRUPTEURS, ETC

Maison exclusivement suisse. ◇ *Références à disposition*



Digitized by Google

Les alternateurs de la General Electric Co peuvent fournir 7500 kv-A en courants triphasés, 6600 v, 60 p : sec en tournant à 97,3 t : min, et chacun d'eux possède son excitatrice montée en bout d'arbre et pouvant fournir 95 kw sous 250 v ; une excitatrice de secours de 100 kw est installée dans un local séparé ; la dépense par cheval installé ne dépasse pas 65 dollars et peut être considérée comme très faible. Chacun des alternateurs peut être excité du tableau par sa propre excitatrice ou à l'aide du groupe moteur générateur ; l'air de refroidissement ayant circulé dans les alternateurs peut être évacué à volonté dans la salle des machines ou à l'extérieur ; la tension de 6600 v a été choisie de préférence à celle de 13200 v en raison du meilleur rendement dû à une diminution de l'épaisseur des isolants et de la perte par corona. — Les transformateurs sont installés dans des cellules incombustibles, ils transforment le courant de l'usine en courants à 66000 v pour le transport à longue distance et à 13200 v pour la distribution locale, les puissances de ces transformateurs sont de 4500, 10500 et 15000 kv-A ; les transformateurs sont montés sur galets, ils peuvent être ainsi amenés facilement sous le pont roulant de 55 t qui en permet la manutention. L'huile des transformateurs est filtrée et déshydratée en marche par une installation comprenant une pompe, un four de séchage et un réservoir. — Tous les interrupteurs à huile possèdent un bac à huile assez élevé pour pouvoir être manœuvré par un treuil installé d'une manière permanente sur chacun de ces appareils ; les interrupteurs sont commandés par solénoïdes. Tous les conducteurs à 66000 v sont constitués par des tubes de cuivre ; les transformateurs de mesures sur les circuits à 66000 v sont isolés à l'air, ceux sur les circuits à 13200 v sont isolés à l'huile. La batterie fournissant le courant de commande des appareils consiste en 60 éléments chargés par un groupe moteur générateur de 3,5 kw. Les parafoudres sont du type électrolytique et montés dans des compartiments incombustibles disposés sur la toiture. Parmi les systèmes de signaux d'alarme, il convient de signaler des dispositifs indicateurs de la température des transformateurs, de la circulation de l'eau de refroidissement, de la température de l'huile de refroidissement des paliers, etc. Un atelier de réparation avec machines-outils à moteurs indépendants est annexé à l'usine.

621.311.21. — Station génératrice devant alimenter une ligne de 950 km. *Electrical World*, 14 avril 1917, t. LXIX, p. 703-704, 1500 mots, 4 fig. — Cette station, érigée dans l'extrême sud des Etats-Unis, fonctionne en parallèle avec plusieurs autres parmi lesquelles une est située à la latitude de San Francisco, à 950 km au Nord. Toutes les lignes reliées ensemble distribuent des courants triphasés sous la tension de 55000 v. La nouvelle usine, installée près de la frontière du Mexique, utilise une chute de 500 m, elle contient actuellement un alternateur de 5000 kw, mais elle recevra sous peu un deuxième alternateur de même puissance. Cette installation est, en outre, intéressante en ce sens que la station génératrice est située à une très grande distance de toute ligne de chemin de fer, plus de 95 km ; pour le transport à pied-d'œuvre de tout le matériel nécessaire (4500 t), il a fallu construire une route qui a coûté environ 40000 dollars ; le baril de ciment revenait à 7,6 dollars au lieu d'emploi, le mètre cube de maçonnerie revenait à 34,7 dollars. De nombreuses difficultés durent être surmontées pour la mise en place de tout le matériel, spécialement de la conduite métallique constituée par des tuyaux soudés de 75 cm de diamètre environ et d'épaisseur variant entre 6 et 24 mm ; l'inclinaison maximum de cette conduite est d'environ 60 pour 100. La machine motrice est une roue Pelton ayant un jet de 180 mm de diamètre avec réglage par aiguille commandée par un régulateur à huile. L'alternateur triphasé, 60 périodes par seconde, est bobiné pour 2300 v ; deux groupes d'excitation sont installés, le premier peut être actionné par un moteur triphasé ou par une turbine, le deuxième est actionné par turbine seulement, leur puissance est de 60 kw sous 125 v. Le tableau, le régulateur de tension et les parafoudres à 87000 v sont de types normaux ; les trois transformateurs élèvent la tension de 2300 v à 55000 v, leur puissance est de 3000 kw, ils sont à refroidissement par l'eau et installés en plein air ; l'article donne une photographie de cette installation des transformateurs.

621.312.16. — Influence de la largeur des balais sur la commutation des machines à courant continu; C.-G. Lewis. *Electrician*, 9 février 1917, t. LXXVIII, p. 578-579, 1850 mots, 2 fig. D'après *Electric Journal*. — L'auteur déduit de l'examen des formules établissant la largeur de la zone de commutation sur l'induit, d'une part, et, d'autre part, de la valeur de la tension induite dans les spires en court-circuit par le flux émis par les dents que, lorsqu'on augmente la largeur des balais, on diminue cette tension induite, mais on augmente la zone de commutation. En général, une bonne commutation ne peut être obtenue si la tension engendrée dans les spires en court-circuit par les balais est supérieure à 4 ou 5 v par spire. Si on augmente la largeur des balais, cette tension diminue. Cette diminution peut être suffisante pour ramener, dans certains cas, la valeur de la tension engendrée dans les spires en court-circuit à une valeur admissible. Lorsqu'on augmente la largeur des balais, on augmente la zone de commutation et on ne peut aller dans ce sens au delà d'une certaine limite, puisqu'on arriverait finalement à englober dans la zone de commutation toutes les spires comprises dans un espace interpolaire, ce qui serait tout à fait incompatible avec une bonne commutation. Quand il s'agit de machines munies de pôles de commutation, la largeur des balais ne peut pas être augmentée non plus au delà d'une certaine limite. La largeur des pôles de commutation est en général approximativement la même que celle de la zone de commutation ; si donc on augmente la largeur des balais, on augmente la zone de commutation, et, par conséquent, l'action des pôles auxiliaires ne sera plus suffisante aux deux extrémités de la nouvelle zone de commutation, ce qui occasionnera des étincelles aux balais et un échauffement des bobines de l'armature. Lorsqu'on augmente l'épaisseur des balais, il faut diminuer le nombre des lames du collecteur, de telle façon que les nouveaux balais couvrent le même nombre de lames. Par contre, si on augmente le nombre de lames au collecteur, il est généralement nécessaire de prévoir une largeur de balais plus grande que ne l'exigerait l'augmentation du nombre de lames, dans le but de conserver la même largeur à la zone de commutation. La différence de potentiel entre les bords extrêmes d'un balai ne peut pas dépasser une valeur donnée. Lorsque cette différence de potentiel ne dépasse pas 2 v, on a une bonne commutation. Si cette différence de potentiel atteint 8 v, sans pôles auxiliaires, on peut admettre un écart de 25 pour 100 par rapport à une compensation exacte. Si, toutefois, cette différence de potentiel atteint 16 v, l'écart admissible ne pourra plus être que de 12,5 pour 100 par rapport à la compensation normale. C'est pourquoi il faut être sûr que la différence de potentiel entre les bords extrêmes des balais ne peut jamais atteindre une trop grande valeur. Lorsqu'on change la largeur des balais, il faut également changer leur position, c'est-à-dire la position de l'axe neutre. La quantité dont il faut déplacer les balais pour retrouver le nouvel axe neutre est égale à la moitié de la variation de largeur des balais.

621.312.27. — Enroulements à pas fractionnaire; Theo Schou. *Electrical World*, 21 avril 1917, t. LXIX, p. 751-752, 1200 mots, 6 fig. — La première partie de cette étude a paru dans le numéro du 17 mars : elle montre que l'emploi de l'enroulement à pas fractionnaire a pour but de réduire à un minimum les harmoniques de la courbe de force électromotrice Ce type d'enroulement est plus recommandable pour les machines ayant un grand arc polaire que pour les machines à petite vitesse et à arc polaire étroit. Ceci est évident, puisque un tel enroulement ayant le même

Digitized by Google

Cie des CHARBONS FABIUS HENRION

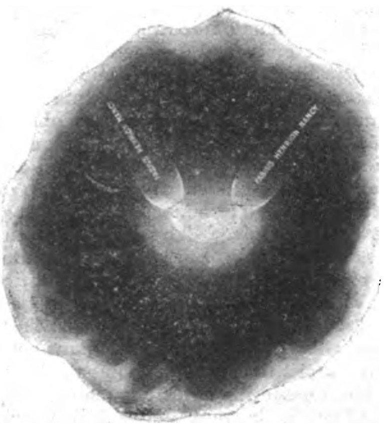
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2 500 000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 56, Rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS (VIIIe)

Téléphone : Élysées 42-93.

USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE

Adresse télégraphique : Carbenrion-Paris



CHARBONS

pour lampes à arc ;
pour lampes-flamme ;
pour projecteurs, phares, cinématographes.

UNIS FRANCE

Anciens Services Électriques BAGUÈS *FRÈRES*

L'ELECTRO ENTREPRISE

46, RUE DU ROCHER, PARIS - Téléphone Wagram 61-56

ENTREPRISES GÉNÉRALES D'ÉLECTRICITÉ

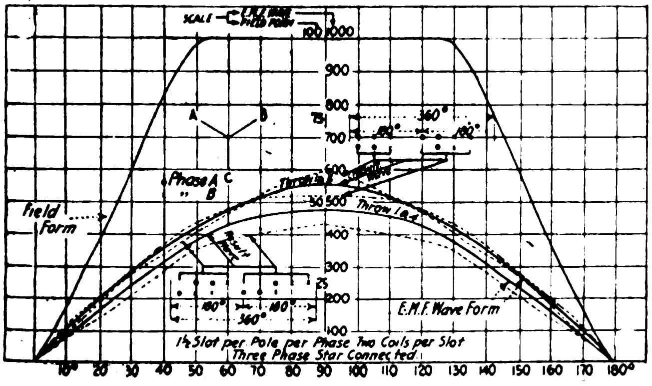
ÉLECTROCHIMIE — ÉLECTROMÉTALLURGIE

STATIONS CENTRALES HYDRAULIQUES ET A VAPEUR	GRANDS TRANSPORTS D'ÉNERGIE A HAUTE TENSION

SOUS-STATIONS — POSTES DE TRANSFORMATEURS

AMÉNAGEMENTS DE CHUTES D'EAU

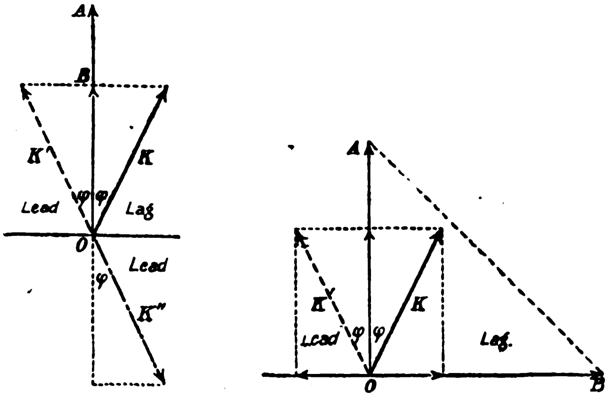
nombre de spires qu'un enroulement ordinaire donne une force électromotrice plus petite. Une nouvelle méthode d'établissement de ces enroulements était donnée ainsi qu'un ensemble de diagrammes pour différents types d'enroulements. — La deuxième partie complète les indications de la première. la figure ci-jointe montre les courbes de force électromotrice d'un enroulement triphasé accouplé en étoile et ayant une encoche et demie par pôle et par phase, le pas de l'enroulement étant 1 à 4 ou 1 à 5. Une autre figure donne les courbes de force électromotrice d'un enroulement triphasé accouplé en étoile et ayant une encoche un quart par pôle et par phase; la courbe résultante diffère seulement de la sinusoïde équivalente de 0,74 pour 100; elle a approximativement les mêmes caractéristiques que la force électromotrice produite par un enroulement triphasé accouplé en étoile et comportant cinq encoches par pôle et par



621.312.27. — Courbes du champ et de la force électromotrice d'un enroulement triphasé à pas fractionnaire monté en étoile.

phase et un pas d'enroulement égal à 12. D'autres diagrammes montrent les formes de courbes de force électromotrice d'enroulements ayant seulement 1,2 encoche par pôle et par phase, soit pour courants triphasés ou diphasés. Comme le nombre d'encoches minimum pour un enroulement triphasé est égal à 3 et pour un enroulement diphasé, égal à 4 par paire de pôles, il en résulte que la fraction *nombre total d'encoches : nombre de pôles*, réduite à sa plus simple expression, doit être divisible par le nombre de phases pour donner un enroulement équilibré; le nombre de pôles et de phases permettant l'emploi de l'enroulement à pas fractionnaire et nombre fractionnaire d'encoches est donc limité; dans tous les cas, ce type d'enroulement est surtout avantageux pour les machines à grand nombre de pôles.

621.312.2. — Appareil pour déterminer la polarité de courants alternatifs; A. Bruckmann. *Electrician*, 9 février 1917, t. LXXVIII, p. 572, 1 850 mots, 5 fig.; *E. T. Z.* 1916, n° 17. — En courant alternatif, les tensions et les courants s'ajoutent généralement géométriquement; la méthode algébrique ne pouvant être employée que lorsque les grandeurs à additionner ou à soustraire sont en concordance de phase ou en opposition. Depuis longtemps déjà, la multiplication vectorielle s'effectue par des appareils appropriés, construits sur le principe dynamométrique. De tels instruments donnent la résultante géométrique ou le produit de deux vecteurs, tels les wattmètres, les ampèremètres et les voltmètres. Le problème qu'on a le plus généralement à résoudre est la détermination de la position d'un vecteur de courant par rapport à un ou plusieurs vecteurs de tension Dans les voltmètres et les ampèremètres les indications des appareils sont proportionnelles au carré d'un courant ou au carré d'une tension. On trouve plus rarement des appareils mesurant $E_1 E_2 \cos\varphi$ ou $I_1 I_2 \cos\varphi$, c'est-à-dire déterminant la position d'un vecteur de tension par rapport à un autre vecteur de tension ou d'un vecteur de courant par rapport à un autre vecteur de courant. On peut évidemment utiliser, pour de telles mesures, des appareils avec une bobine fixe et une bobine mobile, quand il s'agit de déterminer le déphasage entre deux tensions données. Quand il s'agit de deux courants, on peut utiliser un wattmètre, en choisissant un vecteur de tension donné, comme une sorte de ligne de repère. Lorsqu'on utilise un appareil avec une bobine fixe et une bobine mobile, il y a généralement une ambiguïté sur le sens des angles de déphasage. Cette difficulté est facilement résolue, en tenant compte de la remarque suivante : supposons que, dans un tel instrument, l'équipage mobile puisse dévier dans les deux sens à partir du zéro. Appliquons à la bobine fixe une tension alternative *A* et à la bobine mobile une tension en retard sur la précédente d'un angle φ (fig. 1). La déviation produite est proportionnelle à OB et se fait dans le sens positif; d'autre part, une tension de même valeur, mais en retard de $180° - \varphi$, donnera une déviation de même grandeur, mais dans le sens négatif La tension résultante se trouve donc sans aucun doute au-dessus de l'horizontale. Quel est, par contre, le vecteur en avance et le vecteur en retard ? Une tension de même valeur, mais en avance d'un angle φ, donnera en effet une déviation d'amplitude OB dans le sens positif. On peut, pour déterminer le sens du dépha-



621.312.2. — Schémas des constructions vectorielles à réaliser, d'après les indications d'appareils à bobines, pour déterminer les positions relatives de deux vecteurs de tension : *a*) ambiguïté dans la position des vecteurs; *b*) détermination exacte de la position des vecteurs.

sage, faire une seconde mesure ou combiner un appareil capable de donner lui-même ces deux mesures. Supposons un appareil avec deux bobines de tension fixes et appliquons-leur (fig. 2) deux tensions égales OA et OB, qui peuvent être considérées comme les composantes de la tension AB. La position du vecteur K est alors clairement définie. L'instrument donne non seulement une déviation de chaque côté du zéro, mais dans les quatre quadrants. K donne avec OA et OB une déviation positive au-dessus de l'horizontale; K' donne avec OA une déviation positive et avec OB une déviation négative; K'' (fig. 1) donnerait avec OA une déviation négative et avec OB une déviation positive. Un tel instrument peut servir à déterminer facilement la polarité de deux transformateurs qu'on veut mettre en parallèle. L'auteur donne ensuite plusieurs diagrammes d'un régulateur d'induction en liaison avec le secondaire d'un transformateur, diagrammes qu'il serait facile de relever à l'aide d'un appareil semblable à celui décrit. Jusqu'ici, des appareils de ce type ont été peu utilisés, seul le synchroscope de la Weston Company appartient à cette catégorie; il mesure le vecteur rotatif résultant de deux vecteurs rotatifs ayant des vitesses de rotation différentes. Cet instrument devient semblable à celui décrit ci-dessus, en supposant que les vitesses de

Digitized by Google

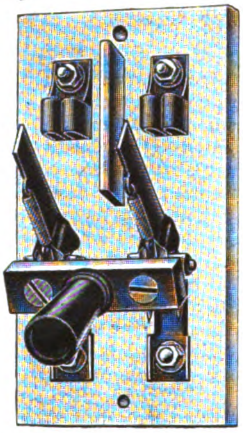
SOCIÉTÉ ANONYME

DES ÉTABLISSEMENTS

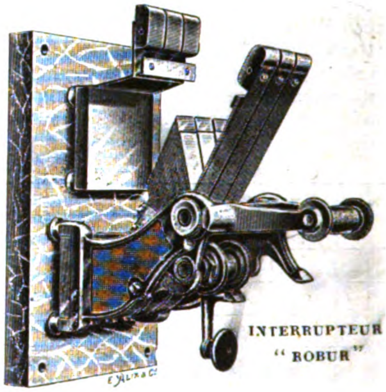
VEDOVELLI & PRIESTLEY

Siège social, 14, rue Taitbout, PARIS

Usines à Paris et à Ivry.



MAILLON VPC



INTERRUPTEUR "ROBUR"

TOUT MATÉRIEL D'APPAREILLAGE

POUR

INSTALLATIONS DE STATIONS CENTRALES

ET SOUS-STATIONS

HAUTE ET BASSE TENSION

Nombreux appareils en stock pour installation de circuits de Lumière et Force motrice.

TÉLÉPHONE { Bergère. 37-64 / Saxe { 61-70 / 08-96

EMPLACEMENT RÉSERVÉ

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

MACHINES-OUTILS

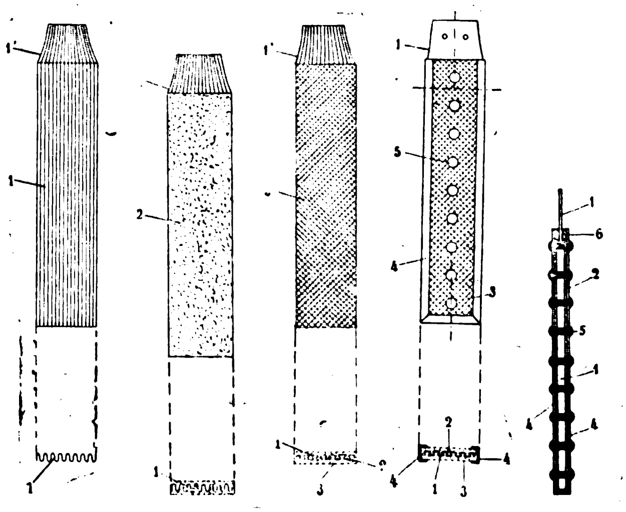
Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIVe)

Digitized by Google

rotation des vecteurs soient égales et qu'on le munisse d'une échelle graduée convenablement établie.

621.355.035.1. — Perfectionnements dans la fabrication des bacs d'accumulateurs; William-L. Walker (États-Unis d'Amérique). *Brevet français n° 482 214*, demandé le 17 mars 1916, délivré le 8 décembre 1916, publié le 6 mars 1917, 4 500 mots, 22 fig. — Ces perfectionnements se rapportent surtout à la fabrication des bacs d'accumulateurs destinées à constituer des batteries pour sous-marins ou autres navires auxiliaires, pour automotrices électriques ou wagons de chemins de fer. Ces bacs conviennent également aux locomotives minières et autres, à l'éclairage et à la force motrice de yachts, à l'éclairage des wagons et aux besoins des stations centrales. Les batteries d'accumulateurs, telles qu'elles sont actuellement construites, pour les emplois ci-dessus, présentent un certain nombre d'inconvénients. Tout d'abord, les bacs des éléments sont en caoutchouc durci vulcanisé et ne présentent qu'une faible résistance mécanique ; de plus, le bac doit être très épais, ce qui augmente son poids et son prix; ensuite, les bacs sont serrés les uns contre les autres sans qu'il y ait de dispositif permettant l'évacuation de la chaleur produite, ce qui oblige souvent à interrompre la charge pour éviter une élévation excessive de la température des bacs. Avec les nouveaux dispositifs on remédie à ces inconvénients de la façon suivante. Nous ne donnerons ici que le principe de la construction, renvoyant le lecteur pour les détails au fascicule où le procédé est expliqué tout au long. Chaque élément est constitué essentiellement par un bac extérieur en un métal inattaquable à l'acide et ayant la résistance mécanique voulue, de préférence un alliage de plomb et d'antimoine. A l'intérieur du bac en métal est disposé, de façon à le remplir sans jeu, un bac intérieur fait d'une matière non conductrice et inattaquable à l'acide, telle que de l'ébonite, du caoutchouc vulcanisé, de la fibre vulcanisée, etc. Le bac est muni d'un dispositif de fermeture assurant l'étanchéité absolue du couvercle grâce à un mode de serrage approprié. Entre les éléments d'une batterie d'accumulateurs sont insérés des isolateurs ondulés amovibles placés verticalement de place en place sur toute la hauteur des bacs, de manière à créer des espaces pour la circulation de l'air entre les bacs; de plus, des séparateurs ondulés sont insérés entre le bac intérieur et le bac extérieur dans le but de créer entre eux également des passages pour l'air. Des dispositifs spéciaux permettent, d'autre part, de faire communiquer entre eux les rainures de circulation d'air intérieures et extérieures des bacs. Les bacs extérieurs sont renforcés par des étriers appliqués extérieurement et placés horizontalement et d'équerre par rapport au sens de la matière du bac. Le fond du bac extérieur est pourvu de parties saillantes recouvertes de matelas amortisseurs en matière élastique, sur lesquelles le bac intérieur peut venir se poser, dans le but de compenser les inégalités éventuelles des parties saillantes ou du fond du bac intérieur. Des cadres viennent s'adapter aux bords supérieurs des bacs métalliques extérieurs et au moyen de pattes appropriées pénètrent dans les canaux entre le bac en ébonite et le bac métallique ; on peut ainsi faire passer, au moyen d'un ventilateur, un courant d'air entre les fonds et les parois latérales des bacs en ébonite d'une part, et les bacs métalliques, d'autre part. L'ensemble est facilement démontable, chaque élément pouvant aisément être séparé et isolé de l'ensemble constituant la batterie; la résistance mécanique est beaucoup plus grande, le refroidissement des éléments est assuré d'une manière efficace et énergique; le poids est beaucoup moindre; les bacs en ébonite sont placés bien d'aplomb dans les bacs métalliques correspondants; de plus, le dispositif adopté permet d'absorber les chocs auxquels la batterie peut être exposée, de telle sorte qu'une rupture du bac intérieur, en matière non conductrice, ne peut plus se produire. Tels qu'ils sont construits, ces accumulateurs présentent surtout de grands avantages pour le montage à bord des sous-marins.

621.355.9. — Perfectionnements aux accumulateurs à électrolyte alcalin; Société française des Accumulateurs Paul Gouin. *Brevet français n° 466 829*, demandé le 13 mars 1913, délivré le 14 mars 1914, publié le 25 mai 1914. 1 300 mots 5 fig. — La nouvelle forme d'électrode brevetée ici comprend une âme centrale constituée par un réseau ou une lame métallique en fer, nickel ou acier nickelé. La figure 1 représente cette âme en forme de lame mince ondulée 1. La partie supérieure 1′ qui a été écrasée sert de prise de courant. Cette lame est placée dans un moule de forme convenable et on comprime sous une forte pression les oxydes métalliques actifs (oxydes de fer, oxydes de nickel) de manière à constituer la tablette de matière active 2 (fig 2). La compression plisse la lame métallique comme le montre la figure 3. Le bloc est ensuite placé entre deux toiles métalliques 3 en fer, acier, nickel ou acier nickelé recouvert d'une couche de caoutchouc vulcanisé ou de toute



621.355.9. — Phases successives de la fabrication des réseaux ou lames en fer, nickel et acier nickelé servant d'électrodes pour accumulateurs alcalins.

autre matière inattaquable en solution alcaline, de manière à empêcher le passage du courant par toiles métalliques. Le but de celles-ci est d'empêcher la chute de la matière active et de donner une rigidité suffisante. On augmente cette rigidité en encastrant les plaques sur trois côtés (fig 4) dans un cadre formé d'une cornière en fer, acier, nickel, acier nickelé enduite d'un vernis isolant. Des pièces isolantes 6 isolent l'arrivée de courant 1′ et maintiennent la matière active dans le haut de l'électrode. Enfin, pour éviter toute déformation de l'électrode et pour servir de séparateurs entre électrodes de polarités différentes, les électrodes sont traversées par des rivets 5 en matière isolante. L'emplacement de ces rivets est différent pour les deux électrodes de polarité contraire, de façon à permettre leur intercalation lors du montage d'un élément. La figure 5 qui est une coupe longitudinale de la figure 4 montre cette disposition.

621.438. — Turbine à combustion interne. *Electrical Review*, 6 avril 1917, t. LXXX, p 378-379. 1 400 mots. 5 fig. — Description d'après un article de A.-W.-H. Griepe, dans *Power*, d'une turbine à gaz, fournissant 10 ch. et dont le rendement, déterminé par un essai préliminaire, a été trouvé égal à 20 pour 100.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

621.315 14. — Distribution par câble aérien ; E.-B. Meyer. *Electrical World*, 14 avril 1917, t. LXIX, p. 699-702, 3 000 mots, 8 fig. — L'augmentation considérable de

Digitized by Google

DYNAMOS ET MOTEURS ÉLECTRIQUES

d'Occasion, garantis

LOCATION

de Machines ÉLECTRIQUES

de toutes puissances

VENTE — ACHAT

ÉCHANGE

ALEXANDRE MESSMER

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR-ÉLECTRICIEN

RÉPARATIONS

REBOBINAGES

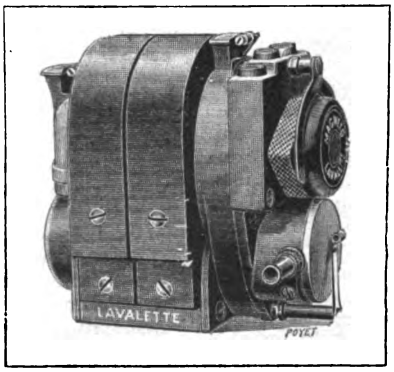
de Dynamos de tous Systèmes.

Location de Machines pendant les Réparations.

Ateliers
Magasins
Bureaux } **93, Bd Diderot, PARIS** (12e)
Anciennement 15, Bd Davout.

TÉL. : Roquette 47-47.
MÉTRO { National. Reuilly.

Magnéto Lavalette



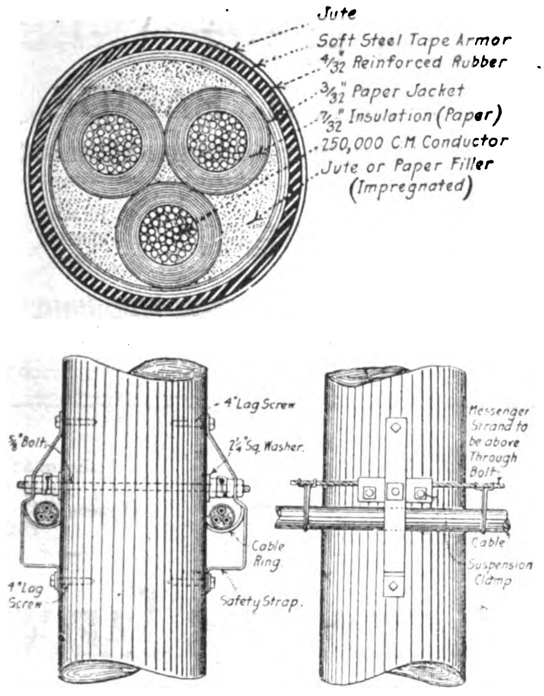
TÉLÉGRAMMES :
ALLUMAUTO-PARIS

TÉLÉPHONE :
GOBELINS : 15-99

175, Avenue de Choisy, PARIS

Digitized by Google

l'activité industrielle a conduit à des solutions particulières de certains problèmes de distribution de l'énergie électrique. Une Compagnie de distribution ayant à connecter deux de ses stations génératrices séparées par un terrain marécageux dans lequel il était à peu près impossible de faire passer un câble et comme, d'autre part, une canalisation aérienne en fils nus était rendue impraticable par la disposition des batiments et diverses autres circonstances, on décida donc d'employer un câble aérien du même type que ceux utilisés dans les canalisations souterraines, mais sans enveloppe de plomb et supporté par une ligne de poteaux écartés de 15 m environ. Pour protéger le câble contre les détériorations d'ordre mécanique, l'enveloppe du câble fût recouverte de jute et d'une armature en fer; la figure 1 montre ce câble ainsi modifié et destiné à fonctionner sous 13 200 v. Cette solution fut employée depuis dans des cas nombreux et l'article montre un certain nombre de photographies de

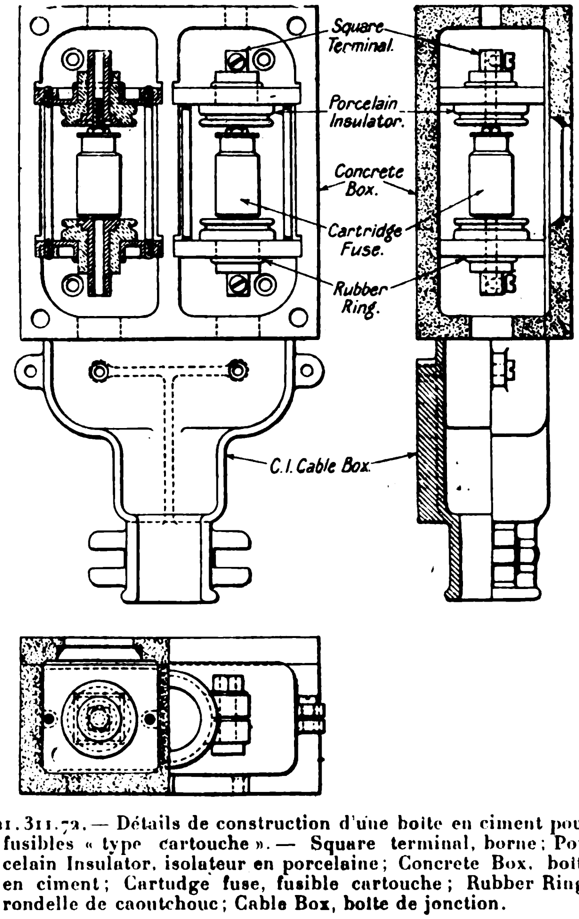


621.315.14. — Coupe d'un câble aérien et son mode de suspension à un câble porteur en acier.

telles lignes, les portées atteignant 45 m ; les supports doivent être établis spécialement en raison des efforts considérables auxquels ils sont soumis; le câble conducteur est supporté par un câble en acier dont la figure 2 montre le mode de fixation; celui-ci est mis en place le premier, tendu et fixé, le câble conducteur est ensuite tiré et fixé mécaniquement au câble support. Un grand soin est nécessaire pour l'exécution de ces différentes fixations pour éviter la détérioration du câble; pour des raisons de sécurité, il est recommandé de mettre franchement à la terre le câble support aussi bien que l'enveloppe métallique du câble conducteur. Dans certains cas on a dû recourir à la suspension caténaire, en raison du poids relativement considérable du câble à supports et l'article en donne une photographie; l'utilisation de ces câbles aériens a permis de distribuer des puissances souvent considérables en des endroits assez éloignés et en un temps relativement très court.

621.315.15. — Nouveau parafoudre pour fonctionnement fréquent. *Electric Railway Journal*, 14 avril 1917, t. XLIX, p. 703, 250 mots, 1 fig. — Cet appareil a été mis récemment sur le marché par la Railway and Engineering Co de Pittsburg; il comporte un parafoudre à cornes du type en série de Burke avec une résistance à haute capacité de Koppat dans le circuit de terre. Une corne auxiliaire shunte la bobine de réactance et la résistance, donnant une voie directe à la terre pour un coup de foudre trop violent et rapide. La bobine de réactance limite l'appel de courant à la terre ou entre phases et protège la résistance contre des surcharges dangereuses. Un autre type de parafoudre Burke utilise trois bobines de réactance, ce qui permet de décharger une ligne d'une manière répétée sans détérioration; la résistance Koppat mise en série est ainsi utilisée au mieux, sa capacité étant augmentée de 300 pour 100; cette résistance est shuntée par un parafoudre connecté directement à la terre; dans le cas de décharge par cet intervalle d'air, l'arc formé se coupe presque instantanément, insérant ainsi la résistance en série avec l'arc qui est alors coupé par le parafoudre principal.

621 311 72. — Les fusibles et les courts-circuits; R.-W. Baynes. *Electrician*, 9 février 1917, t. LXXVIII, p. 581-582, 1 200 mots, 9 fig. — Il est universellement admis que, pour se faire une idée de la protection offerte par un fusible, il faut essayer pendant combien de temps il peut résister sans fondre à un violent court-circuit. Il est à remarquer que la substitution de puissantes turbines à vapeur aux machines

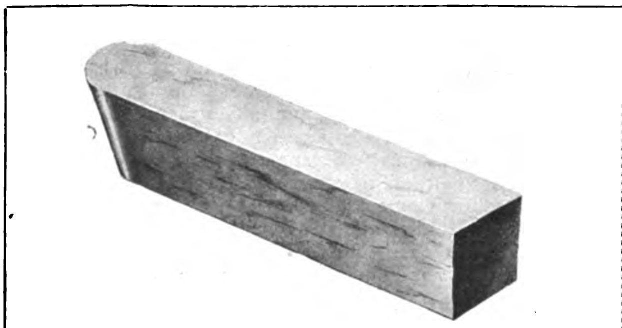


621.311.72. — Détails de construction d'une boite en ciment pour fusibles « type cartouche ». — Square terminal, borne; Porcelain Insulator, isolateur en porcelaine; Concrete Box, boite en ciment; Cartudge fuse, fusible cartouche; Rubber Ring, rondelle de caoutchouc; Cable Box, boite de jonction.

alternatives utilisées jusqu'alors ont complètement changé les conditions de fusion des fusibles et que ces derniers sont appelés aujourd'hui à supporter, avant de fondre, des intensités beaucoup plus considérables qu'auparavant; il en résulte que la quantité d'énergie dissipée au moment de la fusion atteint des valeurs beaucoup plus élevées qu'il y a

Digitized by Google

" STELLITE "



OUTIL EN " STELLITE "

RENDEMENTS

50 à 300 %

PLUS ÉLEVÉ

QUE L'ACIER RAPIDE

Tél. { NORD 37.64 / — 67.39 / — 70.14

AGENTS EXCLUSIFS

SOCIÉTÉ ANONYME ALFRED HERBERT

47, boulevard Magenta, PARIS

Télégrammes HEXAGON PARIS

Adr. télégr. : Leolique-Paris.

" L'Éclairage Électrique "

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

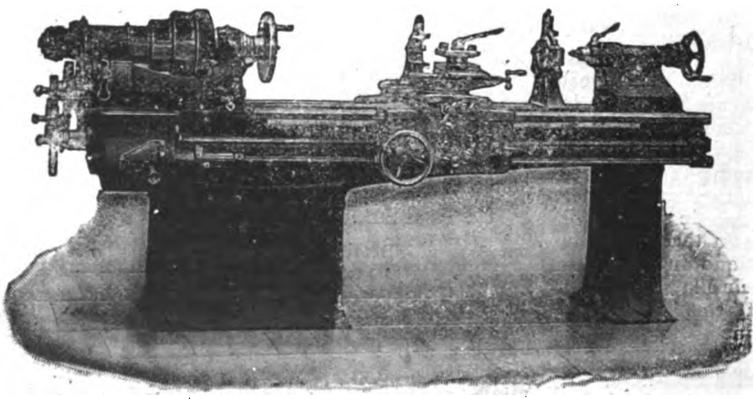
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone : Elysées { 42-90 / 42-91 / 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS

DE

PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES

Perceuses Radiales

etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

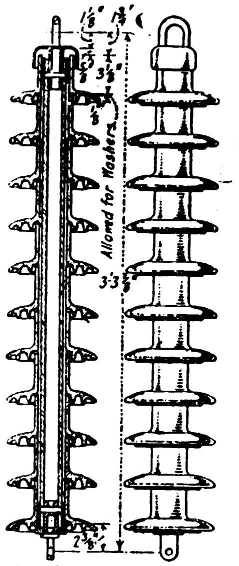
UNIS FRANCE

Digitized by Google

quelques années. Ces considérations ont conduit M. Sydney W. Baynes, ingénieur en chef de la « Saint-Pancras Borough Council » à faire des essais complets sur les fusibles, de façon à déterminer d'une manière exacte, quelle confiance on pouvait avoir dans le fonctionnement des fusibles ordinaires. Il a effectué ces essais sur un réseau en fonctionnement, le courant étant amené au lieu de l'essai par un long feeder principal et retournant à la station par le réseau général de distribution. La puissance était fournie par un turbo-générateur de 1 000 k-w et deux groupes convertisseurs de 1 000 kw chacun, alimentés par un turbo-alternateur de 2 500 kw. Ces essais ont porté sur des fusions de fusibles sous courant continu à 440 v et à 220 v. Les résultats furent les suivants : dans la plupart des cas, les fusibles étaient prévus pour fondre à 10 A. Dans deux cas, le courant lu à un ampèremètre atteignit la valeur de 1 000 et de 1 200 A. Dans la plupart des cas, on constata que l'arc se maintenait jusqu'à ce que les bornes du fusible soient complètement détruites ou que le disjoncteur de sécurité fonctionne. La conclusion tirée de ses essais par M. Baynes est qu'il faut utiliser des fusibles type cartouche, disposés de manière telle qu'on ne puisse en aucun cas les shunter par des fusibles ordinaires au lieu de les remplacer après fusion. La figure 1 donne une vue d'ensemble d'un fusible construit pour répondre à ces conditions. Ces fusibles sont construits par M. Telleng, de Bermondsey et sont constitués par une boîte en ciment contenant deux fusibles « cartouche » et placée au-dessus de la boîte de jonction du câble d'amenée. Les couvercles de cette boîte sont facilement démontables et l'ensemble peut être fixé à un mur. Les fusibles « type cartouche » sont facilement remplaçables, au moyen de douilles filetées appropriées. L'ensemble constitue un appareil bon marché, facilement maniable et ne présente aucun danger d'être détruit par un arc s'amorçant à la terre. Les boîtes sont construites de manière à pouvoir être fixées côte à côte et à pouvoir s'adapter facilement à toutes les installations existantes.

621.315.6 : 678. — Isolement au caoutchouc. Spécification et essais proposés par le Joint Rubber Insulation Commitee. *Electrical World*, 14 avril 1917, t. LXIX, p. 712, 1 000 mots. — L'isolement obtenu à l'aide du caoutchouc est largement suffisant en pratique, mais la permanence des qualités de cette matière n'est pas très aisée à obtenir, il est donc essentiel de définir les essais au moyen desquels il est possible de vérifier cette permanence. Deux types de spécification ont été établis, d'abord une spécification purement physique, puis une seconde fixant une composition à peu près invariable qui peut être vérifiée pendant la fabrication et après achèvement. Le mélange doit contenir 30 pour 100 de caoutchouc pur et les matières suivantes, soufre, matières minérales inorganiques, paraffine solide ou cérésine. L'acétone saponifiable ne doit pas passer 1,5 pour 100 et la solution d'acétone ne doit pas être fluorescente, l'acétone extraite doit être de couleur jaune paille, le soufre total ne doit pas dépasser 2,1 pour 100. La spécification donnée par le Commitee ne permet pas de garantir que les qualités du produit seront absolument permanentes, ni qu'il est impossible de trouver une meilleure formule, mais elle a l'avantage de procurer une matière de qualité constante et de propriétés parfaitement connues.

621.315.62 : 666.1. — Caractéristiques des isolateurs en verre avec tige en micarta; LINCOLN MISSLEY. *Electrical World*, 21 avril 1917, t. LXIX, p. 745, 800 mots, 1 fig. — Pendant les deux dernières années, MM. Billesby and Co ont fait de nombreuses recherches sur les isolateurs en vue d'établir un type présentant de meilleures qualités pour un même prix d'établissement, et en utilisant des matériaux n'ayant pas les défauts de la porcelaine. L'étude de MM. Billesby fut faite en utilisant les lois fondamentales de la mécanique, de l'électrostatique et du magnétisme aussi bien que les principes économiques. Les essais électriques et mécaniques exécutés sur plus de 15 000 unités établies d'après les recherches indiquées en montrèrent l'exactitude. L'isolateur consiste en une tige en micarta sur laquelle sont assemblés des disques de verre séparés par des rondelles d'amiante ; des pièces métalliques aux deux extrémités de la tige de micarta permettent la fixation au support et au fil de ligne à isoler. Après que les différentes parties sont assemblées, l'ensemble est chauffé uniformément à une température de 40° environ et la tige creuse en micarta est remplie de compound ; cette tige et les pièces métalliques sont seules soumises aux efforts mécaniques, les disques ayant seulement pour fonction d'augmenter la longueur de la ligne de fuite ; le compound coulé dans la tige est surtout destiné à empêcher l'accès de l'humidité, mais sert également à prévenir la formation d'arcs de grande puissance. Toutes les pièces de ces isolateurs sont interchangeables ; leur poids est faible, ce qui permet un transport peu coûteux et facilite l'installation. Un isolateur, composé de 11 disques, résiste à sec à 310 kv et humide à 240 kv. A la fréquence de 100000 périodes par seconde l'isolateur résistait une minute à 200000 v, il ne fut détruit qu'à une tension de 550 kv à la même fréquence. Il résulte de ces essais que la tige en micarta, qui constitue en réalité l'isolateur, donne toute sécurité. Le type à 10 disques est utilisé exclusivement sur les lignes à 110 000 v et le type à 5 disques sur les lignes à 60 000 v.



621.315.62 : 666.1. — Coupe et élévation d'un isolateur constitué d'un tube en micarta sur lequel sont montés des disques de verre.

TRACTION ET LOCOMOTION

656.2.00.3. — Le réseau de traction de Chicago, sa valeur et ses résultats financiers. *Electric Railway Journal*, 14 avril 1917, t. XLIX, p. 686 à 689, 3400 mots, 4 fig. — Cet article est une suite à une étude parue dans les numéros de décembre 1916 et de mars 1917 ; il montre tout le soin apporté à la recherche des documents statistiques concernant l'exploitation, les heures de plus grand trafic, le sens de la circulation des voyageurs et leur affluence à certaines heures. Ces recherches faites très soigneusement demandent la collaboration du public qui est largement mis à contribution ; elles ont eu pour résultat de rendre possible l'amélioration de l'exploitation à la satisfaction de la Compagnie et des voyageurs ; elles permirent en outre d'établir un avant-projet de lignes aériennes pour le service rapide avec la plus grande probabilité d'un trafic déterminé basé sur un tarif légèrement plus élevé que celui appliqué aux lignes ordinaires. Des tableaux complets de la valeur d'établissement, amortissements, intérêts, etc., du matériel de la Compagnie sont joints à l'article ainsi que des courbes représentant ces différentes valeurs en fonction du temps jusqu'à l'année 1950 ; à cette époque le capital total atteindra 5 000 000 000 de dollars.

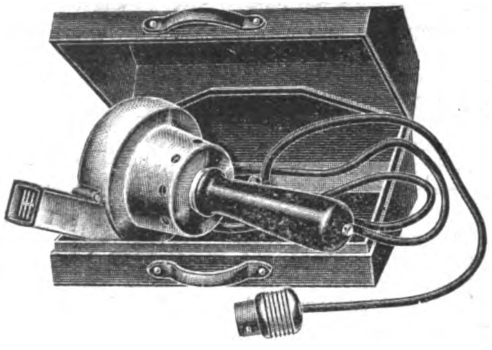
625 623 + 621.33. — Nouvelle remise des tramways et sous-station à Milwaukee-Electric. *Electric Railway Journal*, 14 avril 1917, t. XLIX, p. 690 à 693, 2 200 mots, 9 fig. — La Milwaukee Electric Railway and Light Company s'est trouvée dans la nécessité de construire de nouvelles remises par suite de l'insuffisance des anciennes, construites il y a une trentaine d'années, et dans lesquelles l'installation des ate-

Digitized by Google

APPAREILS

pour MASSAGE VIBRATOIRE

SÈCHE-CHEVEUX



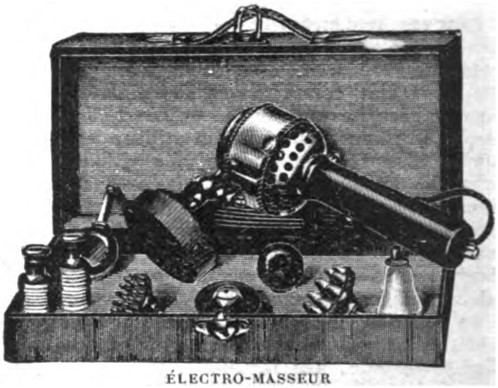
SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

Téléph. **Gutenberg 47-80.** *Télég.* **Cespir-Paris.**



ÉLECTRO-MASSEUR

Digitized by Google

liers de réparation, des locaux réservés au personnel laissait à désirer. L'emplacement des nouvelles remises a été déterminé de telle manière qu'elles soient utilisables pour plusieurs lignes et qu'il puisse contribuer à satisfaire les besoins du personnel ; il est en effet intéressant de faciliter aux employés le choix d'une résidence éloignée du centre de la ville, beaucoup trop peuplé ; la situation des nouvelles remises permettra sans aucun doute aux employés de vivre dans de meilleures conditions et pour beaucoup de devenir propriétaires de leurs demeures. L'emplacement choisi permet d'abriter les voitures de six lignes différentes avec un parcours mort réduit au minimum. L'article donne une vue en plan des voies de garages, dont quatre passent dans la remise proprement dite ; dans l'avenir ces voies seront toutes reliées à une voie transversale permettant l'exploitation en boucle. La remise couverte a actuellement une longueur d'environ 100 m sur 25 m de largeur, elle est entièrement construite en béton armé, en raison de la mauvaise qualité du sous-sol ; des photographies montrent l'apparence générale des bâtiments. Sous la remise les voies sont construites sur fosse pour faciliter les petites réparations : un lanterneau vitré sur toute la longueur du bâtiment fournit amplement la lumière, les ouvertures sont garnies de fermetures à rouleau en acier, un réservoir sur colonnes assure l'eau en cas d'incendie, un atelier de réparations est joint à la remise, une photographie en montre les dispositions principales. Les locaux réservés au personnel sont spacieux et bien installés avec tout le confort désirable et comporte un restaurant et une salle de lecture.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.25. — La radiotélégraphie dirigée; Al. Artom. *Elettricista*, 15 février 1917, 3e série, t. vi, n° 4, p. 25-26, 1 400 mots, 5 fig. — Poursuivant la recherche des moyens

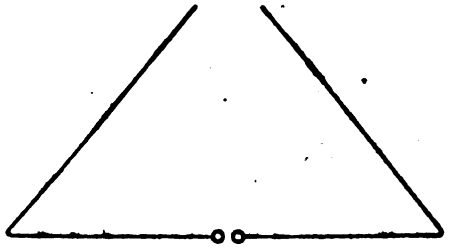
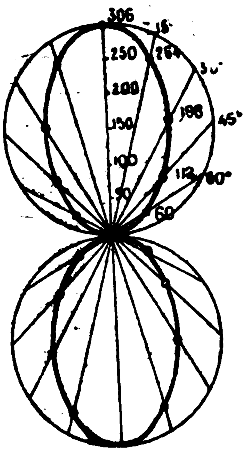


Fig. 1.



654.25. — Antenne dirigée et graphique des émissions dans les différents azimuts.

susceptibles de mieux assurer la continuité et l'indépendance de fonctionnement des stations radiotélégraphiques, l'auteur déclare appuyer ses calculs sur des principes physiques, en raison de l'analogie existant entre les phénomènes de l'optique et ceux de la radiation électrique. Il décrit le dispositif qui lui a servi à mettre ces principes en application. Pour diriger la transmission, il a imaginé une forme particulière d'antenne caractérisée par deux conducteurs inclinés, de manière à constituer un triangle isocèle ouvert par le sommet (fig. 1). Quand les deux bras de cette antenne sont alimentés de courants de phases opposées, le diagramme de dirigeabilité est celui représenté par la figure 2. Si l'on applique la même anteune à la réception, on obtient une courbe identique et on reçoit très bien les radiotélégrammes transmis par les stations situées dans le plan de l'antenne, alors que les émissions des stations situées sur des plans perpendiculaires au plan de l'antenne n'influencent celle-ci que faiblement. On peut utiliser de différentes manières les propriétés directives et sélectives de ces antennes. S'appuyant d'abord sur le principe de la composition vectorielle des flux engendrés par les courants de réception, l'auteur démontre théoriquement et expérimentalement, à l'aide d'une couronne isolée placée dans les spires d'un fil conducteur sur lesquelles sont uniformément distribuées les extrémités des antennes, que la direction qui correspond à des points diamétralement opposés pour lesquels la différence de potentiel est maximum, coïncide avec la direction de provenance des signaux. Appliquant ensuite le principe de la composition négative ou différentielle des flux magnétiques, il démontre que ce moyen est indispensable pour résoudre la difficulté qui résulterait de la superposition des signaux émis par deux stations travaillant simultanément et dont les directions azimutales, par rapport à la station réceptrice, formeraient entre elles un angle relativement petit. L'auteur arrête ici ses démonstrations, la réserve qu'imposent les exigences de la guerre ne lui permettant pas de faire connaître d'autres dispositifs efficaces de radiotélégraphie dirigeable.

654.2. — Télégraphie quadruplex; Ricardo Lopez. *Journal télégraphique*, 25 septembre et 25 octobre 1916, t. xl, p. 196-203 et p. 217-220, 4900 mots et 4 500 mots, 6 fig. et 1 fig.

654.4. — Poteaux télégraphiques en Nouvelle-Zélande; J. Orchiston. *J. I. E. E.*, mars 1917, t. lv, p. 235-238, 3 500 mots.

654.5. — Notes sur quelques points relatifs à la transmission en duplex sur les longs câbles sous-marins; Walter Judd. *Journal of the Inst. of Elect. Eng.* Reproduit dans *Electrician*, t. lxxviii, 27 octobre 1916, p. 119, 900 mots, 4 fig. ; *Elect. World*, 2 décembre 1916, t. lviii, p. 1111, 1 450 mots, 2 fig.

654.5. — Câble sous-marin à haute tension entre le Danemark et la Suède. *E. T. Z.*, 1916, n° 13 ; *Electrician*, 23 février 1917, t. lxxviii, p. 640, 500 mots.

654.6. — Système de téléphonie sans fil de Forest. *Electrician*, 12 janvier 1917, t. lxxviii, p. 479, 900 mots.

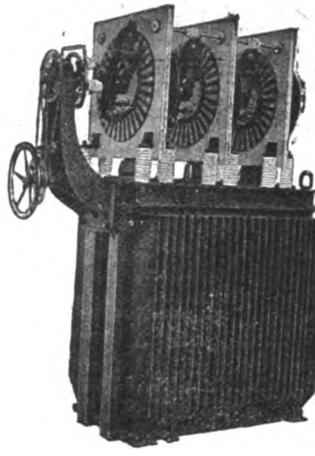
654.6. — L'avenir de la téléphonie sans fil; J.-J. Carty, *Ann. des P. T. T.*, décembre 1916, t. v, p. 483-487, 1 450 mots.

654.6. — Note sur le calcul du nombre d'organes commutateurs nécessaires dans un système de téléphonie automatique; Milan. *Ann. des P. T. T.*, décembre 1917, t. v, p. 468-482, 5 100 mots.

654.6. — Développement du téléphone automatique au Japon. *Ann. des P. T. T.*, décembre 1916, t. v, p. 462-467, 2 200 mots.

654.6. — Le téléphone automatique en Italie. *Elettricista*, 1915 ; *Ann. des P. T. T.*, décembre 1916, t. v, p. 457-461, 1 850 mots.

Digitized by Google



Transformateur-survolteur-dévolteur triphasé pour commande à main.

Ateliers H. CUÉNOD

SOCIÉTÉ ANONYME

GENÈVE-CHATELAINE

MACHINES & APPAREILS MÉCANIQUES & ÉLECTRIQUES

SPÉCIALITÉS :

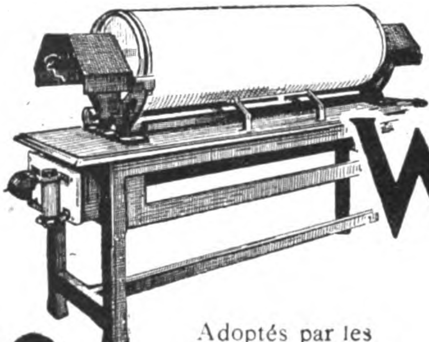
Régulateurs automatiques

SYSTÈME R. THURY

RÉGULATEURS AUTOMATIQUES EXTRA-RAPIDES

Nombreuses applications au réglage de tension, d'intensité, de puissance, de vitesse; Réducteurs automatiques d'accumulateurs; Survolteurs-dévolteurs de batteries à réglage automatique; Transformateurs survolteurs-dévolteurs automatiques; Appareils d'induction survolteurs-dévolteurs automatiques; Réglage automatique d'électrodes de fours; Réglage automatique du niveau de réservoirs; Réglage automatique de pression d'air ou de gaz; Réglage automatique de défibreurs.

Transformateurs à air libre et à bain d'huile. — Moteurs électriques industriels. — Moteurs électriques pour automobiles.
Générateurs à haute tension pour courant continu. — Asservissements système R. Thury pour chemins de fer électriques.



Avec

Les Appareils WESTINGHOUSE Cooper Hewitt

n'importe qui
tire des **BLEUS IMPECCABLES**
n'importe où
n'importe quand

Adoptés par les **Arsenaux de l'Etat** et la plupart des **Grandes Usines** déjà éclairées par le même système

Avec la plus grande RAPIDITÉ
la plus grande FACILITÉ
ÉCONOMIQUEMENT

Demander notre Tarif 249.

THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT C° L^TD

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewitlight-Suresnes.*

USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE SURESNES, près PARIS 11, Rue du Pont.

TÉLÉPHONE WAGRAM 86.10

Digitized by Google

DOCUMENTATION

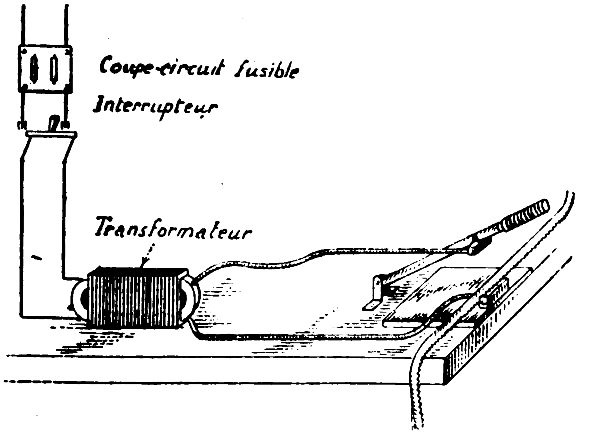
SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

APPLICATIONS THERMIQUES

621.364. — Radiateurs électriques. *Electrical Review*, 6 avril 1917, t. LXXX, p. 368, 600 mots. — L'auteur s'élève contre l'assertion suivante du professeur Osborn rencontrée dans *Electrical World* : « Pour chaque kilowatt-heure d'énergie électrique fournie à un modèle quelconque de radiateur électrique, la même quantité de chaleur est produite. Il peut y avoir quelques avantages insignifiants à utiliser un modèle de préférence à un autre, mais cet avantage ne consiste jamais dans l'obtention d'une plus ou moins grande quantité de chaleur à partir d'un kilowatt-heure d'énergie électrique. Ce fait ne doit pas être perdu de vue quand on discute les propriétés des radiateurs ». L'auteur conteste l'exactitude au point de vue pratique de l'assertion précédente qui, cependant, ne paraît pas discutable.

621.364.5. — La technique actuelle des appareils électriques de cuisine. *Industria Elettrica*, 30 avril 1917, t. XIII, p. 52-54, 1 p. 1/2.

621.392. — Réparation par la soudure électrique; H.-S. Rich. *Electrical World*, 7 avril 1917, t. LXIX, p. 656, 1 fig. — Les petites réparations peuvent être aisément exécutées à l'aide de l'ensemble représenté par la figure, comportant un transformateur de 1 kw, spécialement modifié dans ce but. L'enroulement secondaire de ce transformateur a été enlevé et remplacé par trois ou quatre tours de gros



621.392. — Dispositif pour les petites soudures électriques.

conducteurs à isolement incombustible, le primaire est pourvu d'un interrupteur et de fusibles. Le secondaire est relié à l'aide de conducteurs flexibles à l'appareil à souder comme le montre la figure; les extrémités de ces conducteurs sont fixées à deux blocs de cuivre de 50 mm de longueur et de 25 mm de côté; cette connexion directe a l'avantage de ne pas abaisser la tension, la résistance étant aussi réduite que possible. Les électrodes massives des dimensions indiquées ci-dessus ne sont pas endommagées par la chaleur développée par l'arc. L'électrode inférieure est fixée sur une table, le bois de celle-ci ayant été préalablement recouvert d'amiante de 3 mm d'épaisseur. L'électrode supérieure est fixée à un levier de fer de 45 cm de longueur, muni d'une poignée de bois pour la manœuvre. L'objet à souder ainsi qu'un morceau de soudure forte à l'argent doivent être mis en place, avant de fermer le circuit secondaire, sur l'électrode inférieure, ensuite le levier est abaissé pour amener l'autre électrode au contact, le circuit est ainsi fermé pendant quelques secondes, la pression exercée par la main devant être assez forte. Après l'ouverture du circuit, le joint ainsi soudé doit être limé et nettoyé. — B.

ÉCLAIRAGE

535.245. — Mesure de l'éclairement; N.-E. Dorsey. *J. of Washington Acad. of Sc.*, 4 janvier 1917, t. VII, p. 1-6, 1 750 mots, d'après *B. of Bureau of Standards*.

535 24 + 665.00.41. — Le rendement des illuminants modernes; G. Peri. *Elettrotecnica*, 15 mai 1917, t. IV, p. 262-266, 5 000 mots. — L'auteur expose d'abord brièvement les considérations générales sur le rendement des sources lumineuses, soit en rapport avec l'énergie totale rayonnée, soit en rapport avec la puissance dépensée; il considère ensuite le degré d'utilisation de l'énergie réalisable dans les lampes commerciales modernes. Dans le champ de l'émission par température, le rendement de la transformation de l'énergie doit nécessairement être très bas, étant donné que la lumière demeure un sous-produit de la chaleur; pour les sources de lumière froide, par exemple les tubes à gaz raréfiés, même dans les cas les plus favorables, une grande perte d'énergie est requise pour maintenir la décharge électrique. Dans les arcs électriques à flamme, à charbon ou métalliques, les conditions sont, au contraire, meilleures et c'est dans cette voie que l'auteur prévoit le prochain progrès des lampes commerciales. L'auteur démontre que tous les foyers lumineux actuels ne sont pas si mauvais transformateurs de l'énergie qu'on pourrait le croire à première vue, parce que leur rendement n'est pas en rapport avec celui de la source idéale jaune vert, laquelle étant monochromatique ne peut pas constituer une source parfaite en pratique, mais en rapport avec le rendement du foyer lumineux idéal qu'il définit. Enfin, l'auteur énumère les autres caractéristiques qui, unies au rendement, déterminent les meilleures conditions d'usage d'un foyer lumineux et considère les globes et les réflecteurs.

537.53. — L'arc électrique dans les vapeurs et les gaz à pression réduite; W.-A. Darrah. *T. I. E. S.*, 20 novembre 1916, t. XI, p. 933-935, 900 mots.

621.32 (062). — Le rapport du comité des lampes de l'Association of Edison illuminating Companies. *Electrical World*, 4 novembre 1916, t. LXVIII, p. 900, 1 250 mots.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

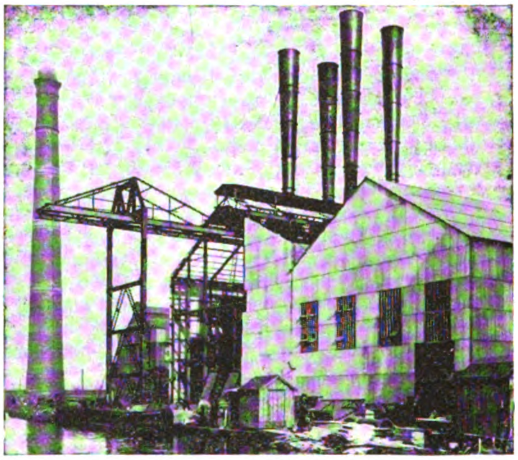
GRANDS PRIX : TURIN 1911 — GAND 1913

Le Tirage induit L. PRAT

est appliqué à toutes les Centrales modernes

parmi lesquelles :

Compagnie Parisienne de Distribution d'Électricité (6 installations)	*180.000 ch.*
Centrale de Sampierdarena (Italie) (6 installations)	*25.000 ch.*
Le Triphasé, Asnières (5 installations)	*15.000 ch.*
Grand-Quévilly (8 installations)	*25.000 ch.*
Mines de Béthune (16 installations)	*30.000 ch.*
Mines de Blanzy (7 installations)	*10.000 ch.*
Metropolitan Borough of Stepney (Londres) (4 installations)	*16.000 ch.*
Victoria Falls Power C° (42 instal.)	*160.000 ch.*
Docks de Southampton (3 installations)	*5.000 ch.*



Municipalité de Birmingham, 8 installations, 50.000 kw.

LOUIS PRAT

Ingénieur-Constructeur E. C. P.

29, Rue de l'Arcade, PARIS

Téléph. Central 75-83 *Télégr. TIRAGPRA*

Demander le Catalogue "R"

DYNAMOS

ET MOTEURS ÉLECTRIQUES

d'OCCASION

garantis

VENTE — ACHAT

ÉCHANGE

LOCATION

ALEXANDRE MESSMER

RÉPARATIONS

REBOBINAGES

de Dynamos de tous Systèmes.

Location de Machines pendant les Réparations.

Ateliers, Magasins, Bureaux — 93, Bd Diderot, PARIS 12e

(Anciennement 15, Bd Davout.)

TÉLÉP. : Roquette 47-47.

MÉTRO { Nation. Reuilly.

Digitized by Google

621.32.00.4. — Organisation du service d'éclairage de la Philadelphia Electric Co; G.-B. Reager. *T. I. E. S.*, 20 novembre 1916, t. xi, p. 891, 1 200 mots, 4 fig.

621.325. — Lampes à arc; J. Brockie, Johnson et Philips. *Brevet anglais n° 13 079*, 13-15 septembre 1916, accepté le 20 septembre 1916, 3 fig. Résumé dans *Engineering*, 24 novembre 1916, t. cii, p. 520, 250 mots, 3 fig.

621.325. — Lampes à arc; A.-H. Ralling et A.E. Angold. *Brevet anglais n° 16 694*, demandé le 26 novembre 1915, accepté le 4 octobre 1916, 3 fig. Résumé dans *Engineering*, 5 décembre 1916, t. cii, p. 601, 150 mots, 1 fig.

621.325. — Les progrès de l'arc à flamme; Isidore Ladoff. *Brevet américain n° 1 189 265*, *Indust. élect.*, 25 septembre 1916. t. xxv, p. 355, 290 mots.

621.327. — Lanterne électrique « Lightning Bug ». *Elect. Rev.*, 13 octobre 1916, t. xxix, p. 401, 80 mots, 1 fig.

621.326.00 14. — Discussion sur l'intérêt des essais forcés pour déterminer la durée des lampes à incandescence; Leonard J. Lewinson. *T. I. E. S.*, 20 novembre 1916, t. xi, p. 815-835, 7000 mots, 2 fig., 5 tab; l'article contient une bibliographie ; *Science Abstracts*, 13 janvier 1917, t. xx, p. 35, n° 62.

621.326.4. — L'évolution de la lampe à incandescence et les rendements de la lampe à filament de tungstène; W. Willcox. *Electrician*, t. lxxviii, 27 octobre 1916, p. 125, 900 mots. Lettre sur l'article de Paterson du 15 septembre.

621.328. — Accessoires modernes d'éclairage; W.-F. Little. Résumé dans *Electrical Review and Western Electrician*, t. lxix, 7 octobre 1916, p. 635, 700 mots, d'après *T. I. E. S.*

621.328.12 — 22. — L'éclairage artificiel des intérieurs dans ses rapports avec l'architecture et la décoration; David Crownfield. *T. I. E. S.*, t. xi, octobre 1916, p. 683-69?, 3 500 mots.

621.328.12 — 22. — L'éclairage des bureaux, des magasins et des devantures; Norman Macbeth. Résumé dans *Electrical Review and Western Electrician*, 21 octobre 1916, t. lxix, p. 718, 350 mots, d'après *T. I. E. S.*

621.328.12 — 22 + 665. — L'éclairage des écoles, salles de cours et bibliothèques; F.-A. Vaughn. *Electrical Review and Western Electrician*, 28 octobre 1916, t. lxix, p. 762, 600 mots, d'après *T. I. E. S.*

613 586. — La lumière dans la maison; H.-W. Jordan. Résumé dans *Electrical Review and Western Electrician*, t. lxix, 14 octobre 1916, p. 677, 700 mots, d'après *T. I. E. S.*

613.586. — Les principes de l'illumination des intérieurs; J.-R. Cravath. Résumé dans *Electrical Review and Western Electrician*, 7 octobre 1916, t. lxix, p. 634, 1 425 mots, d'après *T. I. E. S.*

621.328.12 — 13 — 22 — 23. — L'éclairage des extérieurs, des vitrines et des salles de spectacle; W. D'O Ryan. *Electrical Review and Western Electrician*, 28 octobre 1916, t. lxix, p 761, 120 mots, d'après *T. I. E. S.*

621.328.15 — 25. — Les annonces lumineuses; L.-G. Shepard. Résumé dans *Electrical Review and Western Electrician*, t. lxix, 21 octobre 1916, p 719, 500 mots, d'après *T. I. E. S.*

621.328 12 — 22. — La sélection d'un appareil type d'éclairage pour l'éclairage commercial; Walter R. Moulton. *T. I. E. S.*, octobre 1916 t. xi, p. 669-682, 5 418 mots, 4 fig.

621.328 11. — L'éclairage industriel par l'électricité; Frederick H. Taylor. *Electrical Review*, 27 octobre 1916, t. lxxix, p. 457-458, 2 600 mots. *Electrical World*, 16 décembre 1916, t. lxviii, p. 1 206, 300 mots. Extrait d'une Communication à la Junior Institution of Engineers.

621.328.11 — 21. — L'éclairage extérieur; Louis Bell. Résumé dans *Electrical Review and Western Electrician*, 14 octobre 1916, t. lxix, p. 676, 725 mots, d'après *T. I. E. S.*

621.328.11 — 21. — L'éclairage des rues; C.-F. Lacombe. *Electrical Review and Western Electrical*, 28 octobre 1916, t. lxix, p. 761, 1 300 mots. D'après *T. I. E. S*;

621.32 + 665 : 535.6. — La couleur en éclairage; M. Luckiesh. Résumé dans *Electrical Review and Western Electrician*, 7 octobre 1916, t. lxix, p. 635, 350 mots, d'après *T. I. E. S.*

621.328 : 666.1. — Récents progrès dans l'appareillage d'éclairage en verre; L. Howard, Jenkins et Geo-W. Roosa. *T. I. E. S.*, 20 novembre 1916, t. ix, p. 808, 2 000 mots, 10 fig.

621.328 + 688.6. — L'étude et la fabrication des globes de verre diffusants; S.-G. Hibben. *T. I. E. S.*, 20 novembre 1916, t. xi, p. 895-932, 14 000 mots, 32 fig.

621.328 + 688 6. — Réflecteurs pour éclairage par le plafond; J.-L. Stair et J.-A. Hoeveler. *T. I. E. S.*, 20 novembre 1916, t. xi, p. 794-807, 4 300 mots, 10 fig.

77.82 (01). — Les projections optiques traitées comme un problème d'éclairage; J.-A Orange. *T. I. E. S.*, 20 novembre 1916, t. xi, p. 768-793, 9 000 mots, 6 fig.

535.88 + 627.92 + 623.981.3 + 623.731. — Les projecteurs et les phares; E.-J. Edwards. Résumé dans *Electrical Review and Western Electrician*, 21 octobre 1916, t. lxix, p. 719, 600 mots, d'après *T. I. E. S.*

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

546.17.00.4 : 31. — L'industrie de l'azote de 1912 à 1916; Helen-R. Hosmer. *G. E. R.*, janvier 1917, t. xx, p. 76-85, 8 000 mots.

621.365. — Four électrique Greaves-Etchells. *Electrical Review*, 13 avril 1917, t. lxxx, p. 395-396, 1 450 mots, 3 fig. — Le développement croissant du four électrique dans les aciéries de Sheffield était, dès avant la guerre, un fait digne de remarque et qui a été grandement favorisé par les conditions actuelles. En même temps que l'utilisation des déchets, le four électrique permet de fondre rapidement sa charge entière de rognures d'obus, tandis qu'avec tous les autres modèles de fours on ne peut utiliser qu'une proportion très limitée de ces rognures, le reste de la charge devant être des matières premières vierges. Le four électrique permet d'obtenir de l'acier ou de la fonte à partir des rognures fondues et devrait être installé dans tout atelier pourvu d'énergie électrique où il y a accumulation de rognures ou autres déchets d'acier. De plus, la qualité du produit est bien supérieure à celle de tout autre type de four. — Un four électrique d'un modèle nouveau proposé par MM. Greaves et Etchells a été introduit récemment dans le district de Sheffield. Le four est du type triphasé, deux des phases étant introduites par le couvercle au moyen d'électrodes verticales tandis que l'ensemble des parois constitue la troisième électrode. Le revêtement, de 20 pouces d'épaisseur, est composé de dolomie, de goudron, de magnésie, etc. L'énergie est fournie par des transformateurs triphasés dont les primaires sont connectés en triangle ; les secondaires sont montés en étoile avec des bras inégaux, les proportions étant calculées de manière à fournir une charge équilibrée sur le circuit primaire quand les électrodes supérieures sont réglées également. Un avantage de cette disposition est que, si l'un des arcs est interrompu, les autres ne sont pas affectés et qu'une surcharge sur l'un des arcs est limitée, le courant devant traverser deux transfor-

Digitized by Google

A. W. PIDWELL

PARIS — 23, Boulevard Malesherbes — PARIS

TÉLÉPHONE : *LOUVRE 03-31*

TOLES — FERS — FONTES

Feuillards laminés à froid et à chaud
Fil Machine — Billettes — Pointes — Tubes
Fils de fer et d'acier recuits, clairs, galvanisés, étamés

PLOMB — ZINC — CUIVRE

Matériel de Chemin de fer

Locomotives, Wagons, Ponts, Grues
Rails et Accessoires — Outillage pour Usines

Agences à LONDRES, NEW-YORK, CLEVELAND

UNIS FRANCE 1 33

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

éclairage et force motrice
installation d'usines
transport de force

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS

MALJOURNAL & BOURRON

AVENUE THIERS
LYON
Capital : 3.500.000 fr.

HAUTE
et
BASSE TENSION

Digitized by Google

mateurs disposés en série sous des phases diverses, ce qui produit un effet amortisseur considérable. Par suite des actions électromagnétiques, l'acier fondu est constamment en mouvement; il s'échauffe ainsi uniformément et conserve une composition homogène. — Divers modèles de fours ont été construits, les plus forts ayant une contenance de 10 t. Les plus petits utilisés pour obtenir de faibles quantités d'aciers spéciaux sont actionnés par des transformateurs de 260 kv-A. Le four de 3 t nécessite 800 kv-A et celui de 6 t 1 560 kv-A. Les petits modèles ont chacun deux électrodes de charbon; au-dessus de 3 t, on emploie quatre électrodes. — L'auteur fait remarquer en terminant que les vieilles aciéries de Sheffield ont adopté sans hésitation le four électrique qui permet d'obtenir en particulier du fer et de l'acier comparable au fer et à l'acier de Suède qui sont rares et terriblement coûteux. — A. B.

621.365. — Les aciéries Girod. *Elettricista*, 1 février 1917, t. XXVI, p. 21, 700 mots.

627.1 + 669. — La houille blanche et la métallurgie; G. Flusin. *Publications de l'Institut polytechnique de l'université de Grenoble*, octobre, novembre, décembre 1916, 30 p.

669.713.722. — La production de l'aluminium par l'électrolyse; Richard Seligman. *Electrical Review*, 20 avril 1917, t. LXXX, p. 446-447, 800 mots. Extrait d'une communication à l'*Institute of Metals*. — Dans un travail sur l'application des fours électriques à la métallurgie, le professeur Stansfield a étudié la production de l'aluminium par l'électrolyse d'un mélange de cryolithe et d'alumine, et représenté la réaction principale au moyen de la formule conventionnelle :

$$Al^2O^3 + 3C = 3CO + Al^2.$$

Il ne semble pas que cette formule représente les changements qui se produisent véritablement. — L'auteur s'est attaqué au problème dès 1905, Une connaissance précise du mécanisme de la réaction par laquelle l'aluminium se produit dans le four électrique est de la plus grande importance pratique, car l'usure de l'anode est un des principaux facteurs dans le coût de la production de l'aluminium. — D'observations faites sur les fours électriques en service, l'auteur a dégagé la conclusion que la consommation théorique en carbone, qu'on accepte généralement, est un mythe et qu'on devrait pouvoir opérer avec une consommation de charbon de beaucoup inférieure à celle considérée jusqu'ici comme possible. Il établit également que l'oxyde de carbone n'est pas nécessairement le seul produit gazeux de la réaction. — Pour se mettre à l'abri des complications provenant de l'atmosphère, l'auteur a entrepris au laboratoire de nouvelles expériences avec le concours de M. Phillimore. Afin de compenser la perte de chaleur qui se produit dans les petits modèles de four qu'on peut seuls utiliser dans les laboratoires, les auteurs ont employé une source externe d'énergie pour le chauffage du bain. Le courant ne sert ici — contrairement à ce qui se produit dans l'usine — que pour l'électrolyse. Ils ont pu opérer sur 150 g seulement d'électrolyte. Les expériences ainsi réalisées ont permis de reproduire en petit tous les phénomènes qui se produisent dans les fours industriels. Afin d'empêcher l'infiltration d'oxygène, l'électrolyse était faite dans un lent courant d'azote. Dans ces conditions, les gaz obtenus contenaient plus de 3 vol. de CO^2 pour un vol. de CO. — Quelques auteurs, notamment Bailey, avaient déjà proposé de remplacer l'ancienne formule de réaction par la suivante :

$$2Al^2O^3 + 3C = 2Al^2 + 3CO^2.$$

L'auteur pensait que l'oxygène devait constituer le produit primaire de l'électrolyse et que les proportions de O, de CO^2 et de CO obtenues dépendaient d'un certain nombre de facteurs tels que la température, la densité du courant, les propriétés physiques de l'anode en charbon, la rapidité avec laquelle les gaz sont enlevés du contact de l'anode, etc. Les expériences faites pour vérifier cette théorie ont dû être abandonnées avant d'avoir fourni aucun résultat décisif. — A. B.

621.372 + 669.228.5. — Procédé permettant d'argenter galvaniquement, sans cuivrage préalable, l'aluminium et aussi le fer et l'acier; P.-F.-L. Bévenot. *Brevet français n° 466 193*, demandé le 24 février 1913, délivré le 25 février 1914, publié le 6 mai 1914, 550 mots. — On connaît les difficultés d'obtention de dépôts galvaniques adhérents sur l'aluminium. Pour argenter une pièce en aluminium, préalablement poncée, décapée et bien rincée à l'eau, l'auteur la porte d'abord dans un bain d'amorçage constitué par un mélange de cyanure de nickel renfermant, pour un litre d'eau, 40 g de cyanure de nickel et 80 g de cyanure de potassium et un vingtième d'un bain de cyanure d'argent renfermant pour un litre d'eau 30 g de cyanure d'argent et 60 g de cyanure de potassium. — Les anodes nickel et argent étant immergées dans la même proportion et la tension maintenue entre 0,25 et 0,5 v, on obtient au bout de 2 à 3 minutes un dépôt très minime mais très solide et très adhérent. Il n'y a plus alors qu'à transporter la pièce au bain normal d'argent où elle achève de se couvrir d'argent dans les conditions requises d'épaisseur. En électrolysant 15 minutes dans le bain d'amorçage on obtient sur l'aluminium (comme aussi sur le fer et l'acier) un dépôt faible mais très résistant d'un alliage de nickel et d'argent, subissant aisément le polissage et pouvant être employé pour les couverts. — L. J.

621.365 : 669.333.6. — L'emploi du four électrique dans les fonderies de cuivre; Iron-Age, 1er février 1917. — La Lumen Bearing Company de Buffalo vient d'installer dans son usine des fours électriques destinés à la métallurgie du cuivre et à la fabrication d'alliages; ces fours ont donné entière satisfaction. Par sa souplesse le four électrique se prête particulièrement bien aux essais et aux recherches concernant la composition et les traitements thermiques des nouveaux alliages. Il a de plus l'avantage de permettre aux fonderies de s'adapter aux conditions en vigueur sans modifier leur outillage.

621.373 : 661.62. — Sur l'emploi du surplus d'énergie pour la préparation de l'acide nitrique et des nitrates aux Etats-Unis; Frédéric Nicholas. *R. G. E.*, 14 avril 1917, t. I, p. 590, 400 mots. — D'après cette note, M. F. Darlington, ingénieur-conseil de la Compagnie Westinghouse, estime qu'au lieu de créer de toutes pièces de grandes usines pour la fabrication de l'acide nitrique, il serait préférable d'utiliser les surplus d'énergie des usines génératrices existantes ; et comme beaucoup de ces usines ont prévu des agrandissements ultérieurs, il conviendrait de réaliser dès maintenant ces agrandissements et de les employer à la fabrication d'acide azotique : on aurait ainsi un grand nombre de centres de production qu'il serait facile d'agrandir en cas de guerre et qui fourniraient un personnel déjà au courant de la fabrication. — J. R.

547.16.00.4 : 31. — La situation industrielle et économique de la fabrication de la cyanamide en 1915. *L'Elettricista*, 16 octobre 1916, 3e série, t. I, p. 156-157, 3 000 mots.

MÉDECINE ET HYGIÈNE

621 386 + 615.849. — Méthode radioscopique simple de localisation des corps étrangers dans l'organisme sans instrument spécial et sans calculs; G.-H. Niewenglowski. — Dans la séance de la Société française de Physique du 4 mai 1917, M. G.-H. Niewenglowski a fait la très intéressante communication que nous résumons ci-après. — On dispose un fil opaque bien tendu F parallèlement à la table d'examen, perpendiculairement à son axe longitudinal, solidement fixé à l'ampoule, dans le plan du diaphragme par exemple. Soit P un corps étranger opaque aux rayons X.

Digitized by Google

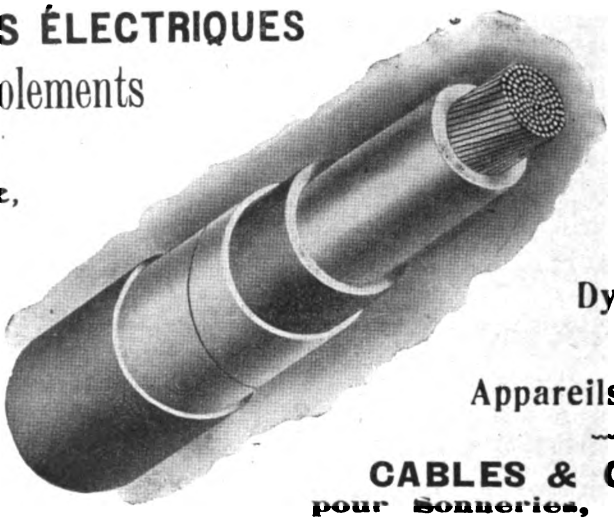
ÉTABLISSEMENTS VICTOR MENG

TÉLÉPHONE NORD 01-87 / 01-88

Adresse Télégraphique ÉLECTRICABLE PARIS

78 et 80, rue Bolivar, PARIS

FILS & CABLES ÉLECTRIQUES
de tous isolements
POUR
Transport de force,
Téléphonie,
Sonnerie,
Moteurs,
Lumière,
etc.



FILS
CUIVRE
ET
MAILLECHORT
sous soie
ou coton
POUR
Dynamos, Résistances
Lampes à arc,
Appareils de mesures, etc.

CABLES & CORDONS
pour Sonneries, Téléphones, etc.

UNIS FRANCE

"L'Eclairage Electrique", CAPITAL : 25.000.000 de francs. Siège social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

SOCIÉTÉ

OERLIKON

9, rue Pillet-Will — PARIS — Téléph. : Central 20-54.

MOTEURS ÉLECTRIQUES — GÉNÉRATRICES — TRANSFORMATEURS

Perceuses. Riveuses hydroélectriques. Appareillage

APPAREILS DE LEVAGE — PONTS-ROULANTS

Électrolyseurs. Ventilateurs de Fonderie. Cribles à sable

MATÉRIEL DE TRACTION ÉLECTRIQUE

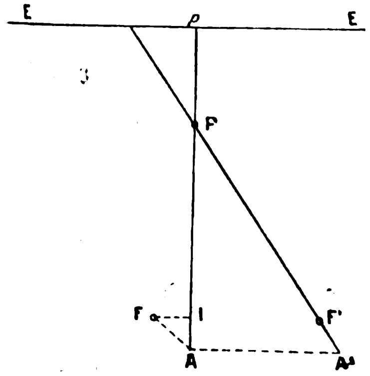
Locomotives. Tramways. Freinage. Aiguillage automatique

TURBINES A VAPEUR OERLIKON

Matériel des Ateliers de Construction Oerlikon (Suisse). — *Bureau à Marseille, 27, rue Pavillon*

Digitized by Google

On déplace l'ampoule jusqu'à ce que le rayon normal passe par P ; soit p l'ombre de P projetée par le rayon normal sur l'écran fluorescent EE, placé *parallèlement* à la table d'examen sur laquelle est couché le blessé. On marque sur l'écran la position du point p et l'on déplace l'ampoule dans la direction de l'axe longitudinal de la table, de gauche à droite, dans le cas de la figure. On voit alors sur l'écran l'ombre p se déplacer de droite à gauche, tandis que l'ombre du fil F se déplace de gauche à droite ; on arrête le déplacement de l'ampoule lorsque l'ombre p' du projectile se



621.386 + 615.849. — Schéma de la méthode radioscopique de localisation de Niewenglowski.

forme sur l'ombre f' du fil F, ce qui a lieu lorsque l'anticathode est passée de A en A'. La similitude des triangles rectangles $Pp'p$ et AFI donne

$$Pp = pp' \times k.$$

De celle des triangles APA', pPp' on tire aisément :

$$AP = AA' \times k.$$

La valeur du facteur k dépendant de la distance du fil opaque F au rayon normal peut être choisie d'avance ; on lui donne généralement une valeur simple : 2, 3 ou 4. — H. C.

621.386 + 615.849. — La stéréoradioscopie ; Lièvre. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 21 mai 1917, t. CLXIV, p. 833, 450 mots. — L'auteur et son manipulateur, M. Briou, ont présenté un appareil qui, sous un volume restreint, permet d'obtenir directement une vue stéréoscopique des images projectées sur l'écran Le chirurgien verra les projectiles dans leur plan réel connaîtra leur rapport entre eux et avec les plans osseux, il appréciera la distance qui sépare dans tous les sens ses instruments des projectiles cherchés. — L'auteur se sert soit de deux ampoules ordinaires, soit d'une ampoule à double anticathode. Les deux anticathodes actionnées alternativement au moyen d'un commutateur tournant placé dans le circuit du secondaire projettent sur l'écran une double image. Cette double image vient impressionner la rétine en passant par un obturateur formé de deux disques tournant en sens inverse dont les pleins et les ajourements correspondent aux périodes de fermeture et d'ouverture du courant sur l'anticathode correspondante. — L'appareil s'adapte à toutes les installations, un inverseur permet d'avoir à volonté le relief vrai ou le relief inverse. Son emploi ne présente pas plus de dangers que les appareils ordinaires puisque, chacune des deux sources fonctionnant alternativement, la quantité de rayons émis n'est pas supérieure à celle fournie par une seule ampoule à fonctionnement continu.

621.386 + 615.849. — Reperage des corps étrangers par les rayons X sans rayon normal d'incidence et hauteur ampullaire connues ; Mazères. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 22 janvier 1917, t. CLXIV, p. 177-179, 800 mots, 2 fig.

APPLICATIONS DIVERSES

621.32 (0 62). — Rapport du « Committee on progress ». *T. I. E. S.*, 20 novembre 1916, t. XI, p. 705-768, 24000 mots. — Sujets divers sur les lampes à arc, à incandescence, sur l'éclairage des rues des intérieurs et illuminations diverses, sur la photométrie, la photographie, la physiologie, la législation, etc.

621.39 : 628.5. — La précipitation électrique des fumées et des poussières ; Walter A. Schmidt. *Electrical Review*, 12 janvier 1917, t. LXXX, p. 55-56, 600 mots. Extrait d'une communication à la Canadian Mining Institute.

DIVERS

5. (072). — Les travaux du National Physical Laboratory ; R. T. Glazebrook. *Electrician*, 8 décembre 1916, t. LXXVIII, p. 320-321, 2800 mots. *Engineering*, 8 décembre 1916, t. CII, p. 561-562, 1800 mots. *Electrical Review*, 8 décembre 1916, t. LXXIX, p. 641-642, 2250 mots. Communication au Birmingham and Midland Institute.

5 + 6 (072). — Le projet d'un laboratoire national de recherches physiques et mécaniques ; H. Le Chatelier. *Génie civil*, 3 février 1917, t. LXX, p. 76-79, 4800 mots.

62. (083). — Electric tables and engineering data. (Tables électriques et données utiles à l'ingénieur) ; H.-C. Horstmann et V.-H. Tousley. Editeur : Frederick J. Drake and Co. Chicago, 331 p. Prix : 1,50 dollar.

62. (063). — Discours présidentiel à la Birmingham Association of Mechanical Engineers ; R.-A. Chattock. *Electrian*, 20 octobre 1916, t. LXXVIII, p. 73, 2000 mots. *Electrician Review*, 20 octobre 1916, t. LXXIX, p. 445, 1500 mots. Extrait du discours prononcé le 7 octobre.

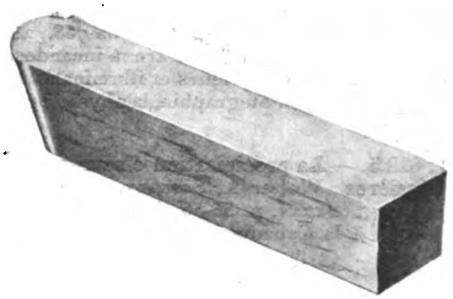
5 + 6 (072). — Les « recherches nationales » aux Etats-Unis. *Electrician*, t. LXXVIII, 3 novembre 1916, p. 159, 1800 mots.

62. (072). — Quelques aspects de la recherche industrielle ; Fleming. *Electrician*, 22 décembre 1916, t. LXXVIII, p. 394, 800 mots. *Electrical Review*, 29 décembre 1916, t. LXXIX, p. 696, 800 mots. Lettres de M. Marchant au sujet de cet article.

62 : 347.211. — Protection du titre d'ingénieur en Autriche. *Schweizerische Bauzeitung*, n° 17, t. LXIX, p. 193 et 194, 28 avril 1917. — Au moment où l'on se préoccupe beaucoup et avec raison, en France, de la réforme de l'enseignement technique, il n'est sans doute pas sans intérêt de citer l'ordonnance rendue récemment en Autriche sur l'octroi du titre d'ingénieur. Cette ordonnance est signalée par l'organe officiel des ingénieurs et architectes suisses, qui approuve entièrement la décision prise chez le voisin et souhaite de la voir s'étendre en Suisse. Nous donnons ci-après une traduction de l'exposé des motifs : « Convaincu de la nécessité absolue de régler l'emploi du titre d'ingénieur, le Reichrath avait déjà à plusieurs reprises étudié autrefois des projets de règlement à cet effet. L'expérience acquise pendant la guerre a pleinement démontré que les conditions irrégulières existant dans ce domaine sont devenues maintenant impossibles à conserver. Plus que jamais, dans ces derniers temps, des personnes ayant une instruction technique nulle ou insuffisante, se sont attribué le titre d'ingénieur. Des intérêts importants ont été lésés du fait qu'on a confié à des gens non qualifiés mais paraissant montrer leur capacité par ce titre, des travaux techniques dont la non-exécution, suivant toutes les règles de l'art, pouvait avoir de graves conséquences et même mettre des vies

Digitized by Google

"STELLITE"



OUTIL EN "STELLITE"

RENDEMENTS

50 à 300 %

PLUS ÉLEVÉ

QUE L'ACIER RAPIDE

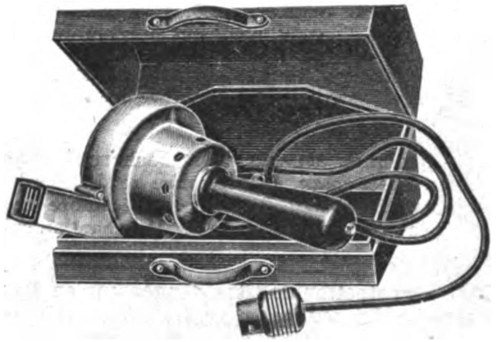
Tél. NORD 37.64 — 67.39 — 70.14

AGENTS EXCLUSIFS

SOCIÉTÉ ANONYME ALFRED HERBERT

47, boulevard Magenta, PARIS

Télégrammes HEXAGON PARIS

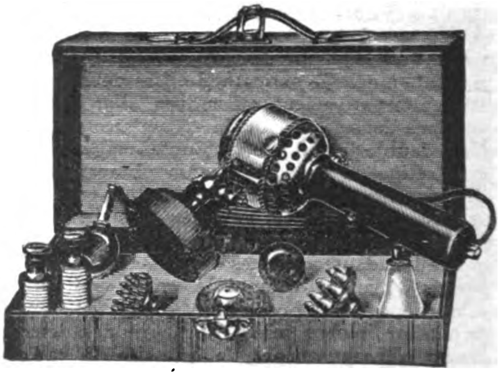


SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS

pour MASSAGE VIBRATOIRE

SÈCHE-CHEVEUX



ÉLECTRO-MASSEUR

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

Téléph. Gutenberg 47-80. *Télég.* Cespir-Paris.

Digitized by Google

humaines en péril. Partant de ces considérations et des expériences faites, l'ordonnance impériale constitue, en quelque sorte, entre les solutions envisagées jusqu'alors, une moyenne portant la marque d'un compromis entre les points de vue et intérêts contraires dont l'opposition avait en partie fait échouer les projets précédents. L'ordonnance, dès son entrée en vigueur, réserve exclusivement pour l'avenir le droit au titre d'ingénieur aux personnes ayant poursuivi leurs études conformément aux règlements dans une École supérieure technique du pays et ayant satisfait aux examens imposés. Toutefois, pour éviter les rigueurs, elle prend des mesures transitoires offrant aux adeptes des professions techniques n'ayant pas reçu complètement la culture des Écoles supérieures la possibilité d'acquérir le droit de se déclarer ingénieurs. Par suite des résultats remarquables obtenus par la technique dans la guerre actuelle, certaines catégories d'officiers, d'ingénieurs d'artillerie ou de marine, etc., sont assimilés aux anciens élèves des Écoles techniques supérieures. Enfin, le droit à la désignation d'ingénieurs est encore accordé aux personnes pouvant justifier d'études techniques équivalentes à l'étranger. Dans certaines conditions, le titre d'ingénieur, maintenant protégé par la loi, pourra être conservé par les personnes s'en étant servies habituellement jusqu'ici, grâce à l'absence de règles précises; cette autorisation pourra être accordée par le ministre des Travaux publics. L'emploi de la désignation de profession « ingénieur » étant, à partir de maintenant, limité en principe aux personnes qui y sont autorisées par l'ordonnance impériale, tous les titres de service dans lesquels figure d'une façon quelconque le mot « ingénieur » — à l'exception de ceux dans l'Association de la Landwehr et l'Association de la Marine de guerre — deviennent illégaux et doivent être supprimés. — M. B.

62. — Les principes de l'art de l'ingénieur et leur application ; Gisbert KAPP. Editeur: Edward Arnold, Londres, p. XII + 356, prix: 15 s. net. Bibliographié dans *Electrician*, t. LXXVIII, 10 novembre 1916, p. 187-188, 1600 mots.

5 + 6 (072). — La relation de la science pure et de la recherche industrielle; J.-J. CARTY. *P. A. I. E. E.* t. XXXV, octobre 1916, p. 1411-1421, 4160 mots.

62.« : 13 » : 341.38. — L'art de l'ingénieur après la guerre: Frank BAILEY. *Electrician*, t. LXXVIII, 27 octobre 1916, p. 115-117, 3000 mots. Extrait d'une Communication à l'Association of Engineers-in-charge, octobre 1916.

621.3. — L'art de l'ingénieur électricien (premier degré): T.-J. BERG et W.-L. UPSON. Editeur: Hill publishing Co London, p. 416, prix: 17 s. net. Bibliographié dans *Electrician*, 6 octobre 1916, t. LXXVIII, p. 19, 500 mots.

5 + 62. — La science et l'art de l'ingénieur; Sir Maurice FITZMAURICE. *Engineering*, t. CII, 10 novembre 1916, p. 461, 1650 mots. Communication à l'Institution of Civil Engineers, novembre 1916, p. 468-470, 5500 mots.

5 + 6 (072). — Recherches scientifiques et techniques; PRIOR COUNCIL FOR SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH. *Electrician*, 8 décembre 1916, t. LXXVIII, 317-319, 4000 mots. Communication à l'Institution of Civil Engineers de février 1916.

331.86 (018).(493). — Les méthodes belges d'éducation technique ; Josepha IOTEYKO. *Revue générale des Sciences*, 30 mai 1917, t. XXVIII, p. 307-311, 4500 mots. — L'auteur de cet article examine l'importance prise par l'enseignement manuel dans les écoles belges et, en particulier, dans les écoles de la ville de Bruxelles. Cet enseignement a pour but, non seulement de préparer les élèves aux métiers manuels, mais encore de développer l'habileté générale, l'agilité, la dextérité des deux mains, le goût et l'amour du travail, les facultés d'attention et de perception, le sentiment du beau, et de leur donner des habitudes d'ordre et de correction. Voici comment est organisé cet enseignement. Le programme du premier degré (enfants de 7 à 8 ans) comprend : le pliage ; le découpage et l'assemblage ; le tissage et le modelage. Celui du 2e degré (enfant de 9 à 10), le cartonnage ; le modelage de solides géométriques, d'après plâtre ; d'objets usuels, d'après nature, de mémoire, d'invention. Celui du 3e degré (degré supérieur) (enfants de 11 à 12 ans) comprend le modelage et le travail du bois. Les enfants sortis de l'école primaire vers 12 ou 13 ans entrent à l'école moyenne où le travail manuel joue un grand rôle. Après cette école, les enfants passent dans les écoles du 4e degré (ou écoles primaires supérieures), qui ont pour but d'augmenter leurs connaissances générales et d'acquérir des notions nécessaires à la vie avant leur entrée dans les écoles professionnelles. — Ces écoles du 4e degré sont de 3 types : 1° le 4e degré pour les filles ; 2° le 4e degré pour garçons à tendance industrielles et commerciales ; 3° le 4e degré pour garçons à tendances professionnelles. — Dans les écoles du 4e degré pour les filles, on enseigne aux élèves les professions relevant de la couture, le français, le flamand l'arithmétique, le commerce, les sciences naturelles, la technologie, l'hygiène, l'économie sociale, l'économie domestique, l'histoire de la civilisation en Belgique, la géographie commerciale, la musique, la gymnastique et la natation. — Dans les écoles du 4e degré pour garçons à tendances professionnelles, on prépare les élèves aux carrières manuelles ; on leur enseigne le dessin, le calcul, la géométrie, la physique, l'économie sociale, le modelage, le cartonnage, le travail du bois et du fer. L'auteur examine, en particulier, le fonctionnement de l'une de ces dernières écoles : l'Ecole Morichar à Saint-Gilles (faubourg de Bruxelles). — L'instruction des jeunes gens se termine dans les écoles techniques. Ces écoles ont pour but de former des ouvriers d'élite dans chaque catégorie de métiers, on y complète l'instruction des élèves en même temps qu'on leur donne des connaissances professionnelles, des bibliothèques techniques sont à la disposition des élèves, les cours et travaux sont complétés par des conférences avec projections lumineuses et des visites de musées, monuments, usines, etc .. L'auteur termine en examinant le fonctionnement de certaines de ces écoles. — H. C.

331.86 : 621.32. — Sur l'éducation technique de l'ingénieur éclairagiste ; F.-K. RICHTMYER. *T. I. E. S.*, 20 novembre 1916, t. XI, p. 851-881, 11000 mots.

331.86.(43). — Les progrès des Ecoles techniques en Allemagne ; *Revue scientifique*, juillet 1916, résumé dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, septembre 1916, t. V, p. 349-350, 400 mots.

331.86. — Le problème de l'enseignement professionnel ; E. CESARI. *Elettrotecnica*, 15 novembre 1916, t. III, p. 704-706, 3300 mots.

331.86. — L'éducation et l'instruction technique ; A.-P. TROTTER. *Electrician*, 20 octobre 1916, t. LXXVIII, p. 79-81, 3800 mots. — *Electrical Review*, 20 octobre 1916, t. LXXVIII, p. 446, 850 mots. — Extrait d'un discours présidentiel à l'Association of supervising Electricians.

621.3 (072). — La recherche scientifique et nos futures sources d'énergie ; D. ROBERTSON. *J. I. E. E.*, *Electrician*, t. LXXVIII, 10 novembre 1916, p. 188-190, 2900 mots. *Electrical World*, 16 décembre 1916, t. LXVIII, p. 1206, 80 mots. Communication à la Western Local Section of the Inst. of El. Eng.

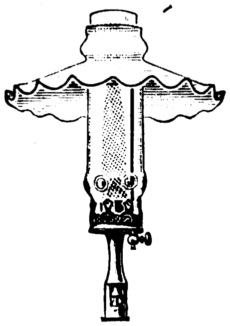
331.86. — L'éducation des ingénieurs après la guerre *Engineering*, t. CII, 27 octobre, p. 414, 2200.

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

Magasins et Bureaux : 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

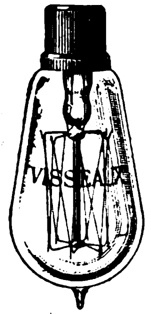
Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D. G.

Fabrique de Manchons.

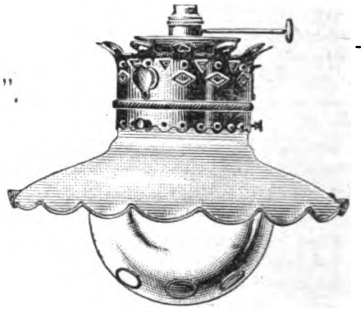
Soie et Ramie.



Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré

Verrerie " Baccarat ".

Cristallerie.



Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

***LYON 1914* : Membre du Jury. Hors concours. — *SAN FRANCISCO 1915* : Hors concours.**

TÉLÉGR. : **VISSEAUX-LYON** CATALOGUES SUR DEMANDE **EXPORTATION**

Fabrique d'Appareils de Chauffage par l'Électricité.

GEORGE FOX, Ingénieur-Électricien breveté, **24, rue Victor-Hugo, LYON.**

LE "THERMO-FOX" ÉLECTRIQUE

(BREVETÉ DANS TOUS LES PAYS)

fait bouillir tous liquides en quelques secondes sur n'importe quel voltage et sur le courant alternatif.

PRIX : **10** FRS — AVEC CORDON ET PRISE A BAÏONNETTE

FERS A REPASSER, BOUILLOTTES, RÉCHAUDS, RADIATEURS

Fourneaux-potagers, Chauffe-lits, Chauffe-pieds, Cataplasmes électriques, etc., etc.

ATELIER SPÉCIAL DE RÉPARATION ET DE TRANSFORMATION D'APPAREILS DE TOUTES MARQUES

REMISE AUX ÉLECTRICIENS ET REVENDEURS

REPRÉSENTANTS DEMANDÉS DANS CHAQUE DÉPARTEMENT

EXPORTATION POUR TOUS PAYS ALLIÉS ET NEUTRES

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS

621.311.21 (494). — La nouvelle usine hydro-électrique des Prés-du-Chanet, près Boudry, appartenant à la ville de Neuchâtel ; Louis Martenet. *Bulletin technique de la Suisse romande*, t. xlii, 10 juillet, 25 juillet, 10 août, 25 septembre, 10 octobre et 25 octobre 1916, p. 131-137, p. 151-156, 183-189 et p. 193-198 ; 985 mots, 1 800 mots, 200 mots, 1 700 mots, 1 350 mots ; 2 fig., 7 fig., 7 fig., 10 fig., 11 fig., 1 carte.

621.311.21 (73). — L'usine hydro-électrique de la Tallassee Power Co sur la Yadkin River (North Carolina, E.-U.) ; P. Calfas. *Le Génie civil*. 16 juin 1917, t. lxx, p. 381. 3 200 mots, 6 fig. — L'établissement de cette usine a nécessité la construction d'un barrage des plus importants. En plan, ce barrage a une forme courbe de 511,50 m de rayon, sa longueur totale à la crête est de 411 m, la plus grande largeur à la base est de 50 m et la hauteur maximum au-dessus des fondations atteint 60 m. La partie médiane du barrage forme déversoir sur 195 m de longueur, le débit est réglé par 22 vannes Taintor de 7,50 m × 3 m. Le sol de la vallée étant constitué par un roc très résistant, les fondations sont peu profondes. Le barrage est établi en béton dans lequel sont incorporées de grosses pierres. Pour permettre la dilatation de la structure, le barrage est divisé par des joints de dilatation verticaux en blocs d'environ 15 m de largeur, des dispositions nécessaires sont prises pour assurer l'étanchéité. Perpendiculairement au barrage, s'amorce, sur la rive gauche de la rivière, un canal de décharge formant by-pass dont l'entrée est fermée par une structure en maçonnerie de 125 m de longueur, comportant dix vannes Stoney de 10 m de largeur et dont le seuil est à un niveau inférieur à celui des vannes Taintor. Le levage de ces vannes est commandé par deux vis. Ces vis passent dans des écrous fixes en hauteur et entraînés par des moteurs électriques de 25 ch. L'auteur donne ensuite quelques détails intéressants sur l'installation du chantier du barrage. — *Usine hydro-électrique.* — L'usine placée sur la rive gauche est formée par un bâtiment de 55 m de longueur et de 17,40 m de largeur ; elle a été prévue pour contenir quatre groupes turbo-alternateurs de 27 000-31 000 ch chacun, jusqu'ici trois groupes seulement ont été installés. Les turbines, du type Francis, sont à axe vertical et sont surmontées de l'alternateur. Un seul palier de butée du type Kingsburg supporte la partie tournante. Le réglage se fait par servo-moteur à huile. Chaque turbine est établie pour donner une puissance de 27 000 ch sous une hauteur d'eau de 50,30 m, la vitesse est alors de 154 t : min et le rendement est maximum et doit atteindre 90,5 pour 100. Sous une hauteur d'eau de 54,85 m la puissance de chaque turbine est de 31 000 ch. — Les alternateurs sont à 28 pôles, et produisent du courant à 13 200 v. Normalement ils fournissent 18 000 kv-a et le rendement est de 96,9 pour 100. Ils peuvent supporter une charge maximum de 22 500 kv-a avec cos $\varphi = 1$. L'excitatrice en bout d'arbre a une puissance de 72 kw et fournit du courant d'excitation à 250 v. — H. C.

621.311.21 : 627.8 (494). — Extension de la centrale de l'Albula par l'usine projetée du lac Heidsee *Schweizerische Bauzeitung*, t. lxix, n° 17, p. 192 et 193, 28 avril 1917. — La ville de Zurich est alimentée principalement par la centrale hydro-électrique de la rivière Albula à Sils (canton des Grisons) comportant une puissance de 8 × 2 300 = 18 400 kw pour un débit de 16 m³ : sec et une chute utile de 145 m. Mais de mars à novembre, le débit tombe à environ 6 m³ : sec et pour parfaire la quantité d'énergie nécessaire, l'usine de Letten, près de Zurich, ne suffit plus, même avec ses groupes thermiques de réserve. Il faut donc acheter de l'énergie à d'autres entreprises et étudier soit une nouvelle centrale, soit l'extension de celles existantes. Il avait été question, en 1913, d'établir une centrale à vapeur à Guggach, près de Zurich, mais cette proposition avait soulevé d'assez fortes objections qui l'avaient fait abandonner. Un nouveau projet, fort séduisant, permettrait à la fois d'augmenter en hiver la puissance de la centrale de l'Albula et de créer une réserve pour couvrir les pointes. Il consiste à utiliser par une chute de 562 m le ruisseau de Heid qui sert de déversoir au lac du même nom. Celui-ci serait aménagé en réservoir de 2 millions de mètres cubes. L'eau ainsi disponible serait dirigée sur une petite station génératrice située dans la gorge même de l'Albula et se déverserait de là dans la galerie d'amenée de la centrale de Sils. Voici les caractéristiques principales de l'installation projetée : le canal d'amenée entre le barrage et le château d'eau est en partie couvert, il est prévu pour un débit maximum de 22 m³ : sec. La conduite forcée comprend un tronçon supérieur de 540 m en tuyaux rivés, et un tronçon inférieur de 1 241 m en tuyaux soudés. La prise d'eau est à l'altitude de 1 459,5 m et la centrale de la rive gauche de l'Albula est à 826,8 m. Elle comprend deux groupes de chacun 6 500 ch à la turbine, 5 300 kv-a au générateur triphasé pour un cos φ de 0,85, une tension de 7 000 v et une fréquence de 50 p : sec. Ces groupes marchent en parallèle avec la centrale de Sils au moyen d'un câble souterrain de 13 km. L'eau de décharge est conduite par une galerie de 165 m de long inclinée à 1,2 pour 100 à un regard de la galerie de l'Albula. Les dépenses d'établissement sont évaluées à 2 654 000 fr pour la partie hydraulique, 840 000 fr pour la partie mécanique et électrique et 1 806 000 fr pour les achats de terrains, locations, conduite des travaux, etc. La réalisation du projet fournirait annuellement 20 700 000 kw-h dont 7 360 000 soit 35,5 pour 100 disponibles d'octobre à fin avril. De plus, elle procurerait dans les mois d'hiver un supplément de 1 890 000 kw-h à l'usine de l'Albula. En été, celle-ci dispose d'assez d'eau pour sa pleine charge. La comparaison entre les deux centrales semble au premier abord défavorable à la nouvelle, car elle coûterait 5 300 000 fr pour une puissance installée de 9 000 kw et un travail annuel de 20 700 000 kw-h dont 35,5 pour 100 seulement en hiver, tandis que l'Albula a coûté 7 900 000 fr pour 18 400 kw installés et environ 100 000 000 kw-h annuels, dont 43 pour 100 entre octobre et fin avril. Il faut toutefois remarquer que le coût présent de l'Albula ne serait pas de 7 900 000 fr mais bien de 10 800 000 fr et, d'autre part, que les 100 000 000 kw-h prévus ne peuvent être obtenus qu'en accumulant totalement l'eau de la nuit, ce qui ne sera peut-être pas toujours possible à cause des cailloux et alluvions. En considérant le point de vue économique, on a pour la centrale projetée :

Frais d'exploitation annuels....	480 000 fr
Recettes de l'été............	100 000
D'où : frais relatifs à l'hiver..	380 000
Débit hivernal total (octobre à avril)....................	7,36 + 1,89 = 9,25 millions kw-h.
Prix de revient du kw-h gagné en hiver....................	$\frac{380\ 000}{9\ 250\ 000} = 0{,}041$ fr/kw-h.

L'avantage de la nouvelle installation prévue est donc évident pour l'hiver et son érection semble d'autant plus nécessaire que la Suisse souffre au moins autant que nous de la crise de combustible. — M. B.

621.33 (73). — Electrification du chemin de fer de Philadelphie à Paoli. *Ingegnieria Ferroviaria*, 15 avril 1917, t. xiv, p. 78-79, 4 000 mots, 16 fig.

621.33 (494). — L'électrification de la ligne du Gothard. *Bulletin technique de la Suisse romande*, 25 octobre, 25 novembre et 25 décembre 1916, t. xlii, p. 208-212-230 et 244, 1 000 mots, 650 mots et 475 mots, 5 fig. 1 fig et 2 fig.

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM
112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Dynamos, Phares, etc. --- Installations électriques sur voitures et canots automobiles.

Société d'Électro-Métallurgie de Dives

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE **20 millions de francs.**

CUIVRE

LAITON

NICKEL

ALUMINIUM

ÉTAIN

EN LINGOTS, BARRES, FILS, PLANCHES, FEUILLES, EMBOUTIS

Fils en cuivre de haute conductibilité, Fils pour Trolley, Fils bi-métal, Coins pour collecteurs, Étain en feuilles, Maillechort en fils et en lames.

USINES à
DIVES-sur-MER (Calvados).

SIÈGE SOCIAL à PARIS
11 bis, Rue Roquépine.

Digitized by Google

621.33 (73). — Electrification de la ligne de Shildon à Newport (North-Eastern Ry). *The Locomotive Magazine*, 15 mars 1917, t. XXIII, p. 43-44, 1 000 mots, 1 fig. — L'embranchement de Shildon à Newport, électrifié depuis 1914, est le premier chemin de fer britannique à trafic intense de charbon qui ait été ouvert à l'exploitation électrique. Il offre des déclivités maxima de 9,7 mm : m. L'énergie est distribuée par une ligne aérienne à deux conducteurs de cuivre, à suspension caténaire double, sous forme de courant continu à 1 500 v. Les locomotives à marchandises sont équipées de 4 moteurs blindés de 275 ch, 750 v, groupés par deux en série et commandant chacun un essieu. Poids de 76 t, effort de traction de près de 13 000 kg. Elles remorquent 1 400 t à la vitesse de 40 km : h en palier. Les tampons sont montés sur les châssis des bogies. — L. P.

621 33 (42). — L'extension de la ligne Bakerloo-Watford. *Electrical Review*, 20 avril 1917, t. LXXX, p. 423-425, 2000 mots, 8 fig. — La ligne Bakerloo-Watford est une entreprise commune du London Electric Railways et du London and North-Western Railway. Le nouveau service donne aux trains de Bakerloo un parcours de 21 miles avec 30 stations. — L'article renferme de nombreux détails techniques sur l'équipement des trains.

654.25 (861.3). — La station de télégraphie sans fil de Darien sur le canal de Panama. *Schweizerische Bauzeitung*, 3 mars 1917, t. LXIX, p. 102, 300 mots, 1 fig., d'après *E.T.Z.*

621.311.22 (494). — Description de l'installation thermo-électrique du Lausanne-Palace. *Bulletin technique de la Suisse romande*, 10 décembre et 25 décembre 1916, t. XLII, p. 233-236 et 241-244, 1 600 mots, 1 000 mots, 5 fig., 4 fig.

621.7 621.43 (45). — Les ateliers de construction de moteurs à explosion de la Fiat San Giorgio Co à Turin. *Engineering*, t. CII, 10 novembre 1916, p. 453-454, 1 100 mots, 4 fig.

ORGANISATION ET AMÉNAGEMENT

621.31.00.3. — Les relations avec le public et leurs résultats pratiques; Ch.-T. Heaslip. *Electrical Railway Journal*, 14 avril 1917, t. XLIX, p. 681-683, 2 400 mots. — L'auteur décrit d'une manière humoristique deux manières différentes de procéder dans l'établissement des relations entre la direction des exploitations de tramways ou d'éclairage avec le public et il montre qu'au point de vue de la prospérité des Compagnies exploitantes, la méthode par laquelle on s'efforce de satisfaire les demandes du public est la plus satisfaisante. Les demandes de ce public ne sont pas toujours raisonnables et bien souvent la réponse pourrait être faite immédiatement avec l'assurance de ne mécontenter qu'une petite partie du public; malgré cela, il est préférable d'en appeler au jugement de tous à l'aide d'un referendum, qui solutionne la question dans le même sens mais qui rejette le mécontentement du petit nombre vers la majorité et non vers la Compagnie. Les directeurs et agents des Compagnies devraient donc toujours s'efforcer de satisfaire aux demandes de la majorité des clients, mais ils doivent aussi se préoccuper des réclamations individuelles et les solutionner avec tact, tout le monde y gagnera. — B.

621.881.1 — La standardisation des pas de vis : le pas Whitworth. *Engineering*, t. CIII, 13 avril 1917, p. 360, 1 000 mots, 5 fig. — Le Comité des ingénieurs anglais attire l'attention des fabricants et des constructeurs sur l'importance de cette question; il fait parvenir un questionnaire sur demande, accompagné d'esquisses de pas de vis; l'article contient en partie ce questionnaire et quelques figures. — B.

621.9.00.4. — Organisation scientifique de l'usinage. Etude de la vitesse de coupe et de la durée d'usinage dans les opérations de chariotage et de fraisage ; P. Denis. *Génie civil*, 14, 21, 28 avril et 5 mai 1917, t. LXX, p. 243, 260, 275 et 293, 13 000 mots, 29 fig. — Dans l'application du système Taylor il est nécessaire que la direction de l'usine, par les soins du bureau de préparation et de répartition du travail de l'usine, établisse la fiche de fabrication de chaque pièce. L'établissement de cette fiche nécessite une connaissance approfondie des procédés de travail les plus parfaits et les plus économiques et des lois qui régissent le travail des outils tranchants. Ce sont ces lois que l'auteur étudie dans ce très intéressant article. Le débit peut se représenter en fonction de la vitesse par une courbe. Les courbes de débit des aciers à outils présentent un maximum de débit qui correspond à une vitesse de moindre usure. C'est cette vitesse qu'on adoptera dans le cas de la fabrication en série de pièces de même forme. — Si on a intérêt à effectuer le travail dans le minimum de temps, on adoptera une vitesse supérieure à la vitesse de moindre usure, c'est le cas qui se présente lorsqu'on a à faire des travaux de chariotage à gros débit ou de gros travaux de fraisage, cette vitesse, quoique fournissant un débit inférieur au débit maximum, correspondra à un régime de travail plus économique. — L'auteur donne un tableau des valeurs du débit en fonction de la vitesse de coupe ; on y remarque que, si V_0 est la vitesse correspondant au débit maximum, la vitesse limite est donné par l'expression $V_0 + \frac{2}{3} V_C$, elle correspond à l'émoussage presque immédiat de l'outil. — L'auteur passe en revue les courbes de débit des diverses catégories d'aciers à outils et examine l'influence de la matière usinée ; il résume les résultats obtenus dans deux tableaux, dont le premier fait connaître la vitesse de moindre usure (en mètres par minute) des aciers à outils pour les conditions de coupe-types et différentes matières usinées. Le deuxième tableau donne les débits maxima (en décimètres cubes) des aciers à outils en fonction de la nature des matières usinées. — L'auteur examine ensuite l'influence des variations des conditions de coupe et des dimensions des copeaux; puis il énonce la loi du débit constant qui est la suivante : *Le débit D d'un outil reste constant lorsque la vitesse de coupe V varie en raison inverse de la racine cubique du produit du carré de l'avance E par la largeur de coupe (chariotage) L ou par la somme des largeurs de coupe et de passe (fraisage).* Cette loi se traduit par la formule : $E^2_0 L_0 V_0^3 = E^2 L V^3$ ou : $V = \alpha \times V_0$ avec $\alpha = \sqrt[3]{\frac{E^2_0 L_0}{E^2 L}}$, α est appelé coefficient de correction de vitesse de coupe. — L'auteur a construit une règle à calcul spéciale, appelée règle de correction des vitesses de coupe qui permet d'obtenir rapidement α. Il fait une description complète de cette règle et indique la façon de l'utiliser dans les différents cas qui peuvent se présenter. Il a également inventé une règle, dont il fait la description et montre l'utilisation, destinée à déterminer les temps d'usinage. Il donne ensuite les moyens d'obtenir les éléments nécessaires pour établir les fiches de fabrication qu'on peut classer en 2 catégories, l'une relative au travail de l'ouvrier et l'autre au travail proprement dit de la machine. Il termine en donnant des exemples : le chariotage d'un obus à balles de 75 mm non trempé, dans le cas du chariotage à sec et avec lubrifiant ; le fraisage d'un couloir rectangulaire au moyen de machines à fraises horizontale et verticale ; le chariotage d'un obus de 105 mm et l'usinage des patins d'un manchon de canon en acier de 90 kg. — H. C.

Digitized by Google

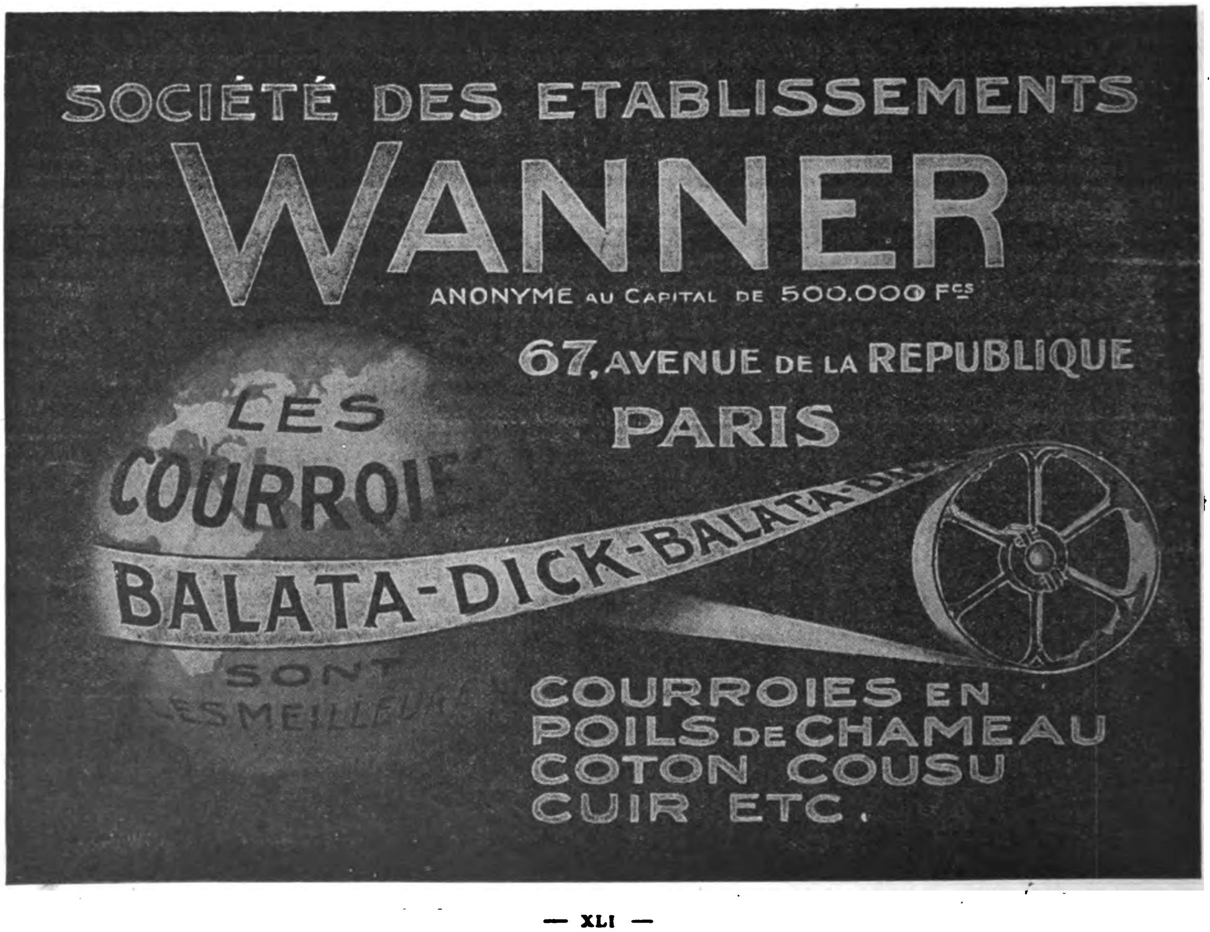
EMPLACEMENT RÉSERVÉ

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIVe)



Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

627.1 (494) : 31. — La statistique des forces hydrauliques suisses; G. Anfossi. *Elettrotecnica*, 25 avril 1917, t. iv, p. 222-225, 2 800 mots. — Dans une communication à l'Associazione Elettrotecnica Italiana, à Genève, l'auteur analyse un ouvrage suisse sur le régime des cours d'eau de ce pays et la statistique des forces hydrauliques utilisées et disponibles. Il démontre ensuite la nécessité d'entreprendre en Italie des recherches précises du même genre.

332.7 (44). — L'organisation du crédit en France, après la guerre. *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. i, p. 630. — Courte analyse d'une conférence faite par M. Fougère à la Foire de Lyon.

38 (061). — Chambres de commerce. *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. i, p. 639, 600 mots. — Courte indication de quelques-uns des travaux de la réunion des présidents des Chambres de Lyon, de Nancy, d'Epinal, de Troyes.

38 (061). — Chambres de commerce de Nancy, Orléans, Clermont-Ferrand, Neuchâtel (Suisse). *R. G. E.* 14 juillet 1917, t. ii, p. 70, 700 mots.

381.1.1 (042). — Congrès minier et métallurgique de la deuxième Foire de Lyon. *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. i, p. 629. — Dans cet article sont reproduits les vœux émis par le Congrès organisé à l'occasion de la Foire de Lyon.

622.321.1. — La mise en exploitation des tourbières. *R. G. E.* 7 juillet 1917, t. ii, p. 39, 600 mots.

62 (73) + 35.51. — La guerre et l'industrie américaine. *Le Génie civil*, 19 mai 1917, t. lxx, p. 325, 3 000 mots — L'entrée en guerre à nos côtés des États-Unis d'Amérique, outre les avantages militaires et financiers qu'elle peut nous apporter, augmentera encore dans de grandes proportions le concours de la formidable industrie américaine. — Notre confrère, *Le Génie civil*, publie une analyse d'une étude de M. Kent parue dans l'*Iron-Age* des 8 et 15 mars 1917, et concernant les problèmes industriels soulevés par l'entrée en guerre et de la grande République. L'auteur juge que les administrations de la guerre et de la marine doivent faire un large appel à l'industrie privée et laisser celle-ci maitresse de ses ressources et les employer à satisfaire les besoins de l'armée et de la marine. L'auteur montre l'utilité de la fabrication en série des armes, et de l'emploi des calibres et des jauges, mais la seule fabrication de ces jauges et calibres nécessiterait le travail intensif, pendant six mois de 3 500 à 4 000 ouvriers d'élite qu'il serait difficile de trouver aux Etats-Unis. Il sera aussi sans doute impossible d'obtenir un nombre de machines-outils suffisant pour satisfaire aux besoins militaires. Selon l'auteur il faudra préparer les ouvriers et les ouvrières, non pas à tous les travaux de mécanique mais à des travaux bien déterminés, et choisir convenablement les ouvriers et les ouvrières destinés à ces travaux particuliers. On ne pourra obtenir un résultat satisfaisant qu'en assurant aux autorités militaires le concours des ingénieurs civils les mieux qualifiés pour chaque élément particulier de travail à faire. M. Kent reconnaît qu'aucune matière première ne manque aux Etats-Unis sauf le caoutchouc. Tout est donc une question d'organisation. Il existe aux Etats-Unis deux noyaux d'organisation : le conseil de la défense nationale, et le Naval Consulting Board ; malheureusement, ils n'ont qu'une valeur consultative mais pas les moyens nécessaires pour prendre les initiatives voulues. — Suivant l'auteur on devrait mettre sous la dépendance de la Guerre et de la Marine un organisme nouveau de contrôle industriel dont dépendraient à leur tour un certain nombre de comités et sous-comités. — D'après M. Kent les questions qui se présenteraient à l'examen de ces comités sont les suivantes : 1° Les listes du matériel à fabriquer pour les besoins de l'armée et de la marine. 2° Les quantités à livrer. 3° Les délais échelonnés prescrits pour la livraison. 4° Quels sont les établissements industriels les mieux préparés à la fourniture de tels ou tels articles ? 5° Comment peut-on le mieux assurer l'extension de ces établissements si elle est nécessaire ? 6° Comment assurer à une usine donnée des matières premières ? 7° Où trouver les mécaniciens habiles qui fourniront la main-d'œuvre aux usines existantes ou à leurs extensions ? 8° Ces mécaniciens sont-ils actuellement utilisés dans des emplois qui assurent à la nation la meilleure utilisation de leurs services ? Si ce n'est pas le cas, comment les transférer dans un emploi qui leur assure le meilleur rendement possible ? 9° Comment assurer le supplément de main-d'œuvre nécessaire pour faire l'appoint ? 10° Comment organiser les diverses usines de manière à leur assurer, à elles aussi, le maximum de production ? 11° Quelle usine de chaque type pratique déjà les meilleures méthodes de production ? 12° Comment peut-on le mieux en acclimater l'emploi dans les usines qui ne les pratiquent pas encore ? 13° Quel mode de fabrication est le meilleur pour des machines composées de différentes pièces ? Faut-il les produire complètement dans les diverses usines, ou répartir entre celles-ci la production des pièces séparées qui seront séparément expédiées en divers points où se fera l'assemblage ? — Enfin le projet d'organisation fait du Comité des inventions un service pratique chargé de suivre les inventions jusque dans leur réalisation. Pour terminer M. Kent propose une sorte de mobilisation pour procurer aux usines le personnel obligatoire ; et, si on craignait d'établir la conscription, il pense qu'on pourrait avoir recours aux engagements volontaires.

FINANCES

332 : 338. — La relation de la finance et de l'industrie ; Frank-A. Vanderlip. *G. E. R.*, janvier 1917, t. xx, p 8-10, 2 300 mots.

332.1. — Projet de création de banques par les nations alliées. *R G E*, 24 mars 1917, t i. p 476, 300 mots. — Cette note signale le projet de création d'une Société commerciale italo-russe, d'une Banque anglaise commerciale, d'une Société russo-japonaise ayant toutes pour but le développement des relations commerciales entre pays faisant partie de l'Entente. L'auteur de la note exprime le regret que les projets du même genre conçus en France ne soient pas, jusqu'ici, entrés dans la période de réalisation.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 27 octobre 1916 de la Société des produits azotés. *R. G. E.*, 31 mars 1917, t. i, p. 515, 400 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 7 novembre 1916 de la Société pyrénéenne d'énergie électrique; *R. G. E.*, 10 mars 1917, t. i, p. 397, 450 mots.

657.27 (065) 2. — Assemblée générale extraordinaire du 6 février 1917 des Tréfileries et Laminoirs du Havre ; *R. G. E.*, 3 mars 1917, t. i, p. 357, 350 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire et extraordinaire du 3 mars 1917 de la Compagnie centrale d'éclairage par le gaz (Lebon et Cie). *R. G. E.*, 5 mai 1917, t. i, p. 713.

Digitized by Google

MESURES ÉLECTRIQUES

Enregistreurs et appareils de tableaux.

AMPÈREMÈTRES, VOLTMÈTRES, WATTMÈTRES

COURANTS CONTINUS ET COURANTS ALTERNATIFS

Envoi franco du catalogue.

Modèle électro-magnétique à apériodicité réglable (Brev. S. G. D. G.), sans aimant permanent.

Modèle apériodique de précision à cadre mobile.

Modèle thermique à consommation réduite (Brev. S. G. D. G.).

Boîtes de contrôle — Ohmmètres — Compteurs horaires, etc.

Nouveaux modèles complètement apériodiques BREVETÉS S. G. D. G.

Apparells à cadrans combinés et enregistreurs

pour traction électrique : tramways, chemins de fer, électromobiles, etc.

ENREGISTREURS pour tout contrôle industriel

Manomètres — Cinémomètres — Dynamomètres — Thermomètres — Pyromètres
Anémomètres — Baromètres — Hygromètres, etc., etc.

GRANDS PRIX
PARIS 1889, 1900
SAINT-LOUIS, 1904
HORS CONCOURS
LIÈGE, 1905
Membre du Jury

A la même maison : le **Vérascope**, le **Glyphoscope**, le **Taxiphote**, appareils photographiques pour la prise et l'examen des vues stéréoscopiques 45/107mm.

JULES RICHARD, fondateur et successeur de la maison RICHARD frères,

25, rue Mélingue (anc. imp. Fessart), **PARIS**

EXPOSITION & VENTE : 10, rue Halévy (près l'Opéra).

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES

ARMAND D. RIVIÈRE ET Cie

SOCIÉTÉ EN COMMANDITE PAR ACTIONS AU CAPITAL DE 2.000.000 DE FRANCS

11 et 13, rue de Belzunce, PARIS (Xe)

Entreprises Générales d'Électricité

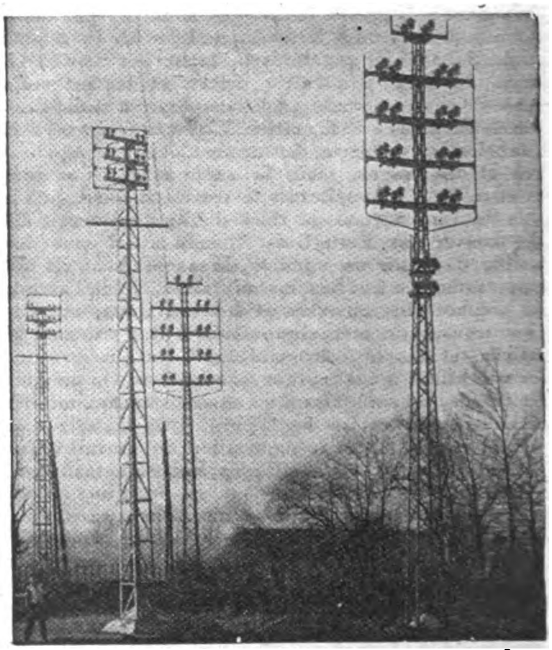
TRANSPORT DE FORCE A HAUTE TENSION

STATIONS CENTRALES

RÉSEAUX COMPLETS DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE

TRACTION ÉLECTRIQUE

CATENAIRE SYSTÈME Bté S.G.D.G.



Téléphone : Nord 48.48, Nord 53.61
Télégramme : Carpenrive, Paris

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

539 + 537.53. — Sur l'hypothèse d'un champ moléculaire électrostatique dans les gaz comprimés et le phénomène de la décharge électrique; C.-E. Guye. Communication faite à la séance du 29 juin 1916 de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève. — Dans des recherches remontant à 1905, MM. C.-E. Guye et H. Guye (*Arch. des Sc. phys. et nat.* juillet et août 1905) avaient constaté qu'au voisinage du maximum de compressibilité de l'azote, le potentiel explosif passe lui-même par un maximum. Or, d'après la théorie de la décharge disruptive basée sur l'ionisation par chocs, il semblerait que le potentiel explosif doive être de plus en plus élevé à mesure que la pression augmente, c'est-à-dire que le libre parcours des ions va en diminuant. Aussi cette constatation conduisit-elle M. C-E. Guye à envisager, à l'intérieur d'un fluide comprimé, l'existence d'un champ électrostatique moléculaire dont l'action s'ajouterait à celle du champ extérieur et viendrait ainsi faciliter l'ionisation par chocs et le passage de la décharge disruptive. Des hypothèses du même genre ayant été récemment envisagées par le professeur A. Perrier, de Lausanne (*Arch. des Sc. phys. et nat.*, juin 1916), M. C.-E. Guye a cru utile de développer quelques considérations relatives aux effets de ce champ moléculaire et d'envisager quelques cas particuliers pour lesquels ce champ paraît accessible au calcul. — Dans la communication qui nous occupe, l'auteur fait observer que, lorsqu'une molécule matérielle est soumise à un champ électrostatique, elle se polarise et par conséquent crée dans son voisinage un champ électrostatique, dont il est facile de calculer la valeur. Par suite, lorsqu'un électron s'approchera d'une molécule polarisée, il pourra, du fait de ce champ, acquérir une augmentation de vitesse lui permettant d'avoir au moment du choc contre la molécule une énergie cinétique suffisante pour ioniser celle-ci ; le calcul de cette énergie est fait dans le cas où l'électron se meut suivant l'arc polaire de la molécule polarisée et montre que le champ uniforme qui produirait sur l'ion la même accélération que le champ moléculaire est inversement proportionnel au libre parcours de l'ion entre deux chocs, c'est-à-dire proportionnel au nombre ni de molécules du gaz dans l'unité de volume; dans un gaz comprimé ne s'écartant pas trop de la loi de Mariotte, ce champ moléculaire sera donc approximativement proportionnel à la pression. — J. R.

539 + 537.53. — Champ moléculaire et décharge disruptive; Ch.-E. Guye. *Arch. des Sc phys. et nat.* nov. 1916. — Dans cette note, l'auteur développe un point de la communication signalée ci-dessus. Dans celle-ci, il envisageait le cas d'un milieu fluide dont toutes les molécules posséderaient un moment électrique invariable et seraient orientées parallèlement au champ inducteur; il admettait en outre que le champ moléculaire à l'intérieur d'un diélectrique doit vraisemblablement correspondre, en première approximation du moins, au champ de Lorentz, lequel est proportionnel au moment de l'unité de volume. Au lieu de considérer toutes les molécules comme orientées dans la direction du champ inducteur, M. Ch.-E. Guye envisage maintenant le cas où les molécules du gaz, tout en conservant un moment électrique invariable, sont soumises à la double action du champ inducteur et de l'agitation thermique: c'est le problème qu'a résolu M. Langevin pour expliquer le paramagnétisme des gaz. — Après avoir transposé la démonstration de M. Langevin au cas des diélectriques, M. Guye arrive à cette conclusion : « D'une façon générale, si l'on admet au sein d'un gaz comprimé l'hypothèse d'un champ moléculaire proportionnel au moment électrique de l'unité de volume (champ de Lorentz par exemple), ce champ aura pour effet de faciliter l'ionisation par chocs et le phénomène de la décharge disruptive qui en est la conséquence. » J. R.

538.56. — Sur les rayons dits magnétiques de Righi, oscillations électriques dans les tubes de Geissler et interruption périodique des décharges lumineuses; James-E. Ives. *Physical Review*, mai 1917, 2e série, t. IX, p. 349-370, 7 600 mots, 10 fig. — En 1908 Righi a décrit quelques expériences qui l'ont conduit à admettre l'existence d'un nouveau genre de rayons dans un tube Geissler soumis à l'influence d'un champ magnétique. Chaque rayon est supposé constitué par un électron tournant autour d'un ion positif, chaque ion positif et l'électron qui lui est lié formant une sorte d'étoile double. Les rayons sont supposés prendre naissance sous l'influence d'un champ magnétique et donner naissance à un certain nombre de phénomènes anormaux dans le tube. — L'auteur montre dans son travail que ces phénomènes anormaux ne doivent pas être mis sur le compte d'une nouvelle sorte de rayons mais qu'ils sont dus à la charge et à la décharge périodique du tube. Pour étayer cette conclusion il établit successivement : 1° que le long tube horizontal utilisé par Righi possède une capacité électrostatique appréciable ; 2° que le principal effet du champ magnétique est d'interrompre périodiquement la décharge dans le tube ; 3° qu'à chaque interruption des charges prennent naissance le long du tube, positives au début, négatives à la fin ; 4° que les effets Righi peuvent être obtenus sans champ magnétique, au moyen d'un éclateur convenable disposé dans le circuit; 5° que le courant continu qui circule dans un circuit de grande résistance et de faible inductance comprenant une batterie et un éclateur peut être transformé en courant interrompu au moyen d'une capacité fixée à l'une des extrémités de l'éclateur ; cette interruption périodique doit être attribuée à une oscillation à travers l'éclateur produite par la capacité et à l'inclinaison négative de la caractéristique tension-intensité de l'éclateur ; l'auteur donne la théorie de cette action ; 6° que des alternances de courant de très haute fréquence peuvent exister dans un tube Geissler et que leur présence se révèle par une double colonne lumineuse lorsque le tube est soumis à un champ magnétique transversal ; 7° que les phénomènes observés par Righi peuvent s'obtenir sans champ magnétique ni éclateur pourvu que la pression dans le tube soit suffisamment faible. — A. B.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

L'APPAREILLAGE ÉLECTRO-INDUSTRIEL

PÉTRIER, TISSOT & RAYBAUD Ing. (A. & M. — E. S. E. P.)

Marque déposée

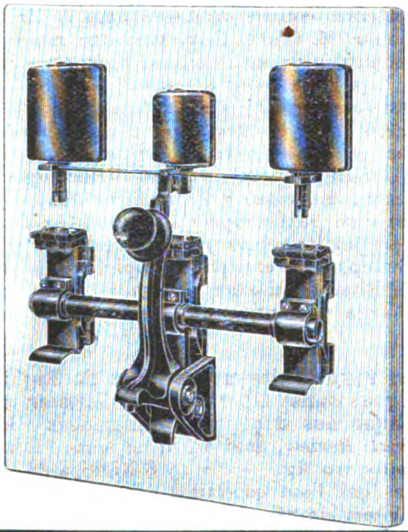
CONSTRUCTEURS ÉLECTRICIENS

24, rue de la Part-Dieu

LYON

Télég. : ÉLECTRO-LYON

Téléphone 42-49 / 54-45



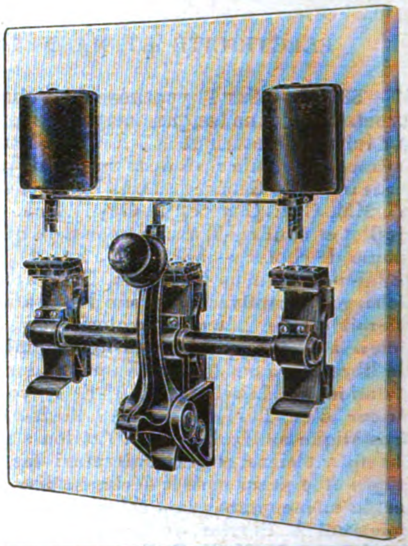
Disjoncteurs Tripolaires

NOUVEAUX MODÈLES SIMPLES & ROBUSTES

SÉRIE INDUSTRIELLE

PRIX ET TARIFS SUR DEMANDE

UNIS PTR FRANCE 1 8 MARQUE INTERSYNDICALE



ÉTABLISSEMENTS VICTOR MENG

78 et 80, rue Bolivar, PARIS

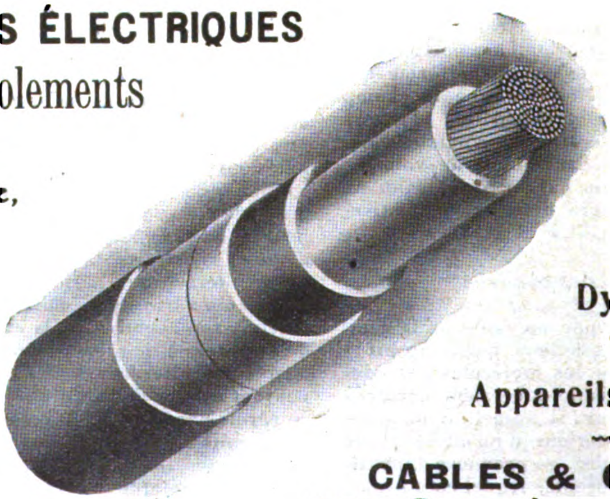
TÉLÉPHONE NORD 01-87 / 01-88

Adresse Télégraphique ÉLECTRICABLE PARIS

FILS & CABLES ÉLECTRIQUES de tous isolements

POUR

Transport de force,
Téléphonie,
Sonnerie,
Moteurs,
Lumière,
etc.



FILS CUIVRE ET MAILLECHORT sous soie ou coton

POUR

Dynamos, Résistances
Lampes à arc,
Appareils de mesures, etc.

CABLES & CORDONS

pour Sonneries, Téléphones, etc.

UNIS FRANCE 1

"L'Eclairage Electrique", CAPITAL : 25.000.000 de francs. Siège social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Digitized by Google

538.22. — Les propriétés magnétiques du fer, du nickel et du cobalt au-dessus du point de Curie et la théorie du magnétisme de Keesom ; Earle-M. Terry. *Physical Review*, mai 1917, 2^e série, t. IX, p. 394-413, 300 mots, 9 fig. 5 tab. — L'auteur s'est proposé d'étudier la validité de la loi de Curie jusqu'au point de fusion du fer, du nickel et du cobalt en éliminant, par fonctionnement dans un bon vide, les erreurs provenant de l'oxydation, en éliminant l'influence des gaz occlus par fusion des échantillons dans le vide avant l'expérience, et en améliorant les méthodes utilisées antérieurement pour la mesure des températures. — L'auteur a constaté que les métaux étudiés, à l'exception du nickel dans une région très limitée, ne suivent pas la loi de Curie. Dans les régions situées immédiatement au-dessus des points de transformation, pour les trois métaux, la courbe des inverses de la susceptibilité est régulière avec une concavité très nette vers le haut et n'est pas constituée par deux droites qui se coupent, comme l'avaient indiqué Weiss et Foëx. — La théorie du magnétisme établie par Keesom à partir de la théorie des quanta est d'accord qualitativement avec les résultats expérimentaux, mais doit être modifiée pour cadrer quantitativement. L'introduction d'un paramètre λ dans l'équation de Planck (relative à l'énergie de rotation d'une molécule unique de fréquence ν) qui sert de base à la théorie ne suffit pas à mettre la théorie en accord avec les données expérimentales. — A. B.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.1 + 34. — Les progrès des moteurs mécaniques ; W. Durand. *Electrical World*, 6 janvier 1917, t. LXIX, p. 23, 2 500 mots. — L'auteur passe en revue des divers progrès réalisés pendant les dernières années ; nous y relevons les renseignements suivants au sujet des turbines. — Les turbines ont atteint des puissances impressionnantes ; on a étudié et construit des machines de 60 000 kw ; elles sont constituées par 3 éléments de 20 000 kw placés côte à côte, l'élément central fonctionnant à haute pression et les éléments latéraux fonctionnant en parallèle à basse pression. La Detroit Edison Company a une commande d'une unité de 45 000 kw, unité comprenant une seule turbine actionnant une seule génératrice. Pour ces machines, la vapeur est surchauffée à 270°. Les condenseurs de ces machines ont augmenté également d'importance. Ainsi, ceux des machines de 45 000 kw ont une surface de 4 500 m². Dans une autre installation, où l'on emploie les condenseurs Leblanc, une unité peut traiter 1 000 000 kg d'eau par heure. On a porté beaucoup d'attention sur les essais faits sur une unité de 30 000 kw. La charge la plus économique fut trouvée aux environs de 26 760 kw et la consommation d'eau à cette charge était de 6,3 kg par kw-h avec un rendement thermique de 24,8 pour 100. Le record du maximum d'économie semble être celui d'une unité de 20 000 kw à Buffalo qui a donné à l'essai une consommation d'eau de 5,6 kg. Dans une station, durant un essai de 6 mois, on a constaté une consommation de 0,80 kg de charbon par kw-h. La turbine est sans rivale pour les grosses unités ; pour les petites unités, la machine à vapeur tient encore sa place, mais son principal concurrent est le moteur Diesel. — H.

621.312 00.46. — Accidents survenus aux grands générateurs et transformateurs de la Rand Power Company ; E. Val Davies. *Electrician*, 13 avril 1917, t. LXXVIII, p. 60-62, 3600 mots, 4 fig. — Ce travail renferme l'exposé de quelques accidents de générateurs et de transformateurs survenus dans l'intallation de la Rand Power Co au cours des quatre dernières années. L'installation est toute de fabrication allemande Les générateurs, du type turbo-alternateur, sont compris entre 3500 kv-A et 18000 kv-A et leur vitesse est de 1000 ou 1500 t : min ; l'ensemble de l'installation correspond à 218 800 kv-A. Les transformateurs, du type à refroidissement à eau, vont de 4000 kv-A à 12 500 kv-A, l'ensemble valant 388 500 kv-A. — Voici les principaux accidents étudiés : *Générateurs* : erreur de construction dans les connexions de l'extrémité du stator ; accident dans le fil d'attache du rotor ; échauffement du fil d'attache de l'enroulement du rotor ; accident dans l'isolement du point d'appui de l'extrémité de l'enroulement ; *id*, dans l'isolement d'une barre du stator. — *Transformateurs* : piqûre des bobines de refroidissement à eau (tuyaux de fer et tuyaux de plomb) ; accidents dus à la foudre ; accident dans le circuit magnétique. — A. B.

621.312.17 — 27. — Machine électrique à enroulement de zinc ; Schwarzenstein. Supp. au *Berliner Tageblatt*, 17 février 1916, n° 6 ; *Elettrotecnica*, 6 avril 1917, t. IV, p. 194.

621.312.004. — Notes pratiques sur le fonctionnement des machines électriques ; les pertes internes anormales ; **la résistance aux températures au-dessous de 0°** ; E.-C. Parham. *G. E. R.*, janvier 1917, t. XX, p. 55-56, 1 000 mots.

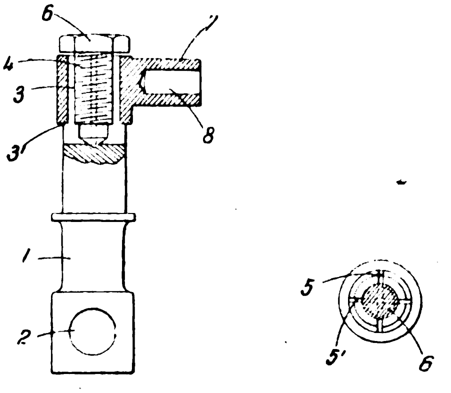
621.314.. — Note sur l'emploi des auto-transformateurs ; P. Normier. *Industrie électrique*, 10 octobre 1916, t. XXV, p. 368, 700 mots, 1 fig, *Electrical Review*, 5 janvier 1917, t. LXXX, p. 7, 500 mots, 1 fig.

621.314.00.42. — Effet de la pression barométrique sur l'échauffement des transformateurs à refroidissement spontané ; V.-M. Montsinger. *G. E. R.* janvier 1917, t. XX, p. 44-55, 5 600 mots, 8 fig. 5 tab.

621.314.00.42. — Détermination des pertes des transformateurs ; A. Perry Borden. *Electrical World*, t. LXVIII, 7 octobre 1916, p. 716, 600 mots, 1 fig. — Une méthode concevable pour les essais de rendement par laquelle les pertes seules peuvent être lues sur un wattmètre indépendant.

621.314.00.12 — Le calcul des transformateurs ; David Robertson. *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, janvier 1916, t. LIV, p. 142-162, 13 000 mots, 6 fig, 6 tabl. *Electrician*, 29 septembre, 6 octobre, t. LXXVII et LXXVIII, p. 934-936, p. 4-6, 3 800 mots et 3674 mots, 3 fig. et 1 fig. Résumé dans *Electrical World*, 28 octobre, 11 novembre 1916, t. LXVIII, p. 868 et 986, 70 mots et 80 mots.

621.355.035.5. — Borne de prise de courant pour accumulateurs ; Société industrielle de l'accumulateur alcalin. *Brevet français n° 468 368*, demandé le 12 février 1914, délivré le 22 avril 1914, publié le 4 juillet 1914, 56 lignes, 2 fig. — Cette borne, représentée en élévation par la figure 1



621.355.035.5. — Vue en élévation et coupe transversale d'une borne pour accumulateurs.

et en coupe transversale par la figure 2, est constituée par un corps cylindrique en fer 1 percé à sa partie inférieure d'un orifice 2 à l'intérieur duquel passe la barre de liaison des plaques de même polarité. L'extrémité supérieure 3,

Digitized by Google

Cie des FORGES & ACIÉRIES ÉLECTRIQUES

PAUL GIROD

UGINE SAVOIE

ACIERS A OUTILS

ACIERS SPÉCIAUX DE CONSTRUCTION

PIÈCES DE FORGE

ACIERS MOULÉS

FERRO-ALLIAGES

Société d'Électro-Métallurgie de Dives

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 20 millions de francs.

CUIVRE

LAITON

NICKEL

ALUMINIUM

ÉTAIN

EN LINGOTS, BARRES, FILS, PLANCHES, FEUILLES, EMBOUTIS

Fils en cuivre de haute conductibilité, Fils pour Trolley, Fils bi-métal,
Coins pour collecteurs, Étain en feuilles, Maillechort en fils et en lames.

USINES à
DIVES-sur-MER (Calvados).

SIÈGE SOCIAL à PARIS
11 bis, Rue Roquépine.

Digitized by Google

présentant un épaulement 3', est percée suivant son axe du canal taraudé 4 et est fendue sur toute sa longueur suivant deux diamètres perpendiculaires 5 et 5', de manière à se trouver ainsi divisée en quatre segments. La prise de courant comprend la cosse métallique 7 portant le conducteur logé dans la cavité 8. Elle entre à frottement par son évidement central sur l'extrémité de la borne 1 et vient buter sur l'épaulement 3'. On enfonce alors la vis 6 dans le canal 4, ce qui produit l'écartement des quatre segments. Ceux-ci se serrent alors énergiquement sur la cosse 7 assurant un bon contact, tandis que la tête de la vis 6 empêche cette cosse de se déplacer vers le haut. — L. J.

621.355. — Perfectionnements aux accumulateurs électriques; A. Dinin. *Brevet français n° 473272*, demandé le 10 juin 1914, délivré le 15 septembre 1914, publié le 7 janvier 1915, 103 lignes, pas de figure. — On sait que les électrodes négatives chargées s'échauffent et s'altèrent rapidement lorsqu'elles sont exposées au contact de l'air. C'est pour cette raison que les accumulateurs sont expédiés soit déchargés et vides, soit chargés et remplis d'eau pure. Pour les éléments à poste fixe, les plaques sont expédiées séparément et les négatives peuvent être expédiées chargées et maintenues humides. — Lorsque les éléments sont livrés déchargés et à sec, il faut leur faire subir un traitement spécial (charge lente dans un électrolyte de faible densité) avant la mise en service. Si les plaques sont livrées chargées et humides, pendant leur montage, on évite difficilement l'altération des négatives à l'air. — Le traitement proposé a pour but d'éviter ces inconvénients en permettant de conserver les électrodes chargées à l'état sec. Il consiste à sécher à l'abri de l'air la matière négative des électrodes chargées. — Un premier procédé consiste à mettre les plaques chargées dans une armoire maintenue à une température de 30 à 40° C et dans laquelle on fait le vide. — On peut aussi immerger les négatives chargées dans un liquide volatil (alcool éthylique, alcool méthylique, etc.). — Les électrodes ainsi traitées étant montées directement dans l'électrolyte normal peuvent immédiatement débiter du courant. — L. J.

621.352.1. — Pile électrique constante; Alfred Soulier. *Brevet français n° 474212*, demandé le 7 novembre 1913, délivré le 12 novembre 1914, publié le 12 février 1915, 69 lignes, pas de figure. — La pile se compose d'une électrode négative constituée par une lame de zinc amalgamé plongeant dans une solution de bisulfite alcalin. L'électrode positive comprend un charbon dans un vase poreux renfermant du perchlorure de fer agissant comme dépolarisant. — Avec le bisulfite de sodium, la réaction est la suivante : $3\ SO^3NaH + Zn = SO^3Na^2 + SO^3Zn + SO^2NaH + H^2O$. — L'hydrosulfite acide de sodium SO^2NaH réagit sur le perchlorure de fer suivant la réaction : $SO^2NaH + H^2O + Fe^2Cl^6 = 2\ HCl + SO^3NaH + 2\ FeCl^2$, et il se régénère du bisulfite de sodium. — La force électromotrice est d'environ 1,5 v. Pour éviter la cristallisation du sulfite de zinc peu soluble, on ajoute de l'hyposulfite de sodium au liquide excitateur. — L. J.

621.355.035 2. — Procédé pour la préparation d'une masse pour les électrodes positives des accumulateurs alcalins; Svenska Ackumulator Aktiebolaget Jungner. *Brevet français n° 467311*, demandé le 14 janvier 1914, délivré le 27 mars 1914, publié le 9 juin 1914, 124 lignes, pas de figure. — La matière active positive des accumulateurs alcalins est obtenue, comme on le sait, à l'aide de composés oxygénés relativement élevés du nickel additionnés de substances bonnes conductrices et de liants. Or, cette matière, pendant son fonctionnement et particulièrement lors d'une inversion de charge, perd progressivement sa capacité. — Pour éviter cet inconvénient, le procédé breveté ici consiste à réduire à un degré d'oxydation plus bas et avant que se produise la formation, les combinaisons oxygénées élevées du nickel. La capacité en est un peu diminuée au début, mais elle devient normale après quelques charges et décharges et se conserve ensuite beaucoup plus longtemps que lorsqu'on n'a pas fait la réduction préalable. — Comme matière réductrice, on peut prendre du sucre que l'on mélange sous une forme finement divisée à la matière active. On introduit cette matière dans les poches des électrodes. Celles-ci étant trempées dans l'eau, la solution de sucre, en contact très intime avec la masse, réduit les oxydes supérieurs de nickel. — On peut aussi mélanger à la masse un métal finement divisé tel que zinc ou aluminium. L'électrode terminée étant introduite dans le récipient rempli d'une lessive alcaline, le métal se dissout en dégageant de l'hydrogène qui provoque la réduction du composé oxygéné de nickel. — L. J.

TRACTION ET LOCOMOTION

629.113.65. — Service par batteries interchangeables à Hartford. *Electrical World*, 28 avril 1917, t. LXIX, p. 788 à 792, 4500 mots, 8 fig. — La Hartford Electric Light Company voyant le peu d'efforts faits par ses agents pour vendre des véhicules électriques entreprenait elle-même cette vente en 1910. En hiver, lorsque la neige couvrait le sol, deux batteries devenaient nécessaires pour chaque véhicule, le changement s'effectuait en 10 minutes environ. En 1912, l'installation complète était faite pour permettre le changement des batteries pour tous les véhicules ; le nombre total de batteries nécessaires fut alors réduit à 1,4 fois le nombre des véhicules, 43 panneaux de charge étant installés ; la Compagnie distille elle-même l'eau de remplissage, environ 380 l : j. Une Compagnie spéciale, la Commercial Electric Garage Co, fait le garage et les réparations des véhicules utilisés mais tout l'équipement électrique du garage appartient à la Compagnie d'éclairage qui en a la charge. Dans ce bâtiment, on peut faire la recharge simultanée de 38 batteries, le courant est fourni par une commutatrice de 250 kw et un groupe moteur générateur de 200 kw. La Compagnie entreprend en outre l'entretien et les réparations mécaniques des véhicules moyennant le paiement mensuel d'une somme variable suivant leur poids, l'article en donne le tarif ; les véhicules sont ainsi tenus en excellent état, ce qui améliore beaucoup le rendement moyen, à la grande satisfaction des industriels qui les utilisent. Depuis 1912, les véhicules en circulation ont parcouru un total de 3 250 000 km, environ 1 000 km par voiture et par mois. Pendant le mois de janvier dernier, la consommation d'énergie a été égale à 2 250 000 kw-h donnant une consommation moyenne égale à 1,12 kw-h par voiture et par mile. Dans les mois d'hiver, la consommation est relativement grande, elle a atteint 2,35 kw-h par tonne mile en février 1916, en octobre cette consommation s'est abaissée à 1,3 kw-h. L'entretien ayant été fait très soigneusement, les voitures mises en service au début de l'exploitation sont encore en marche et donnent entière satisfaction. — A. B.

621 334. — Tracteurs électriques et leur application à la manutention des marchandises dans les gares terminus. *Electrical World*, 14 avril 1917, t. LXIX, p. 692 à 696; 3600 mots, 12 fig. — La Bush Terminal Company a été l'une des premières à utiliser ces véhicules pour son exploitation située à Brooklyn sur la côte est de la New York Bay et qui couvre environ 80 hectares avec un front de mer d'environ 1 600 m. Presque toute cette surface est couverte de magasins, bâtiments d'ateliers et de voies de chemin de fer ; huit jetées de 400 m de longueur permettent de recevoir vingt-huit navires de 3000 à 5000 t pouvant être déchargés à raison de un en soixante-douze heures ; en moyenne les navires restent à quai pendant sept à huit jours. Les wagons sont fournis par la Compagnie qui possède deux locomotives de 35 et 60 t de la General Electric ; le chargement des navires peut être transporté directement dans les wagons, ou mis en magasin à l'aide de transporteurs, de grues, etc., les wagons sont déplacés à l'aide de treuils mobiles électriques ; les marchandises qui ne peuvent être chargées immédiatement sont entreposées par sortes et transportées

Digitized by Google

SOCIÉTÉ

OERLIKON

9, rue Pillet-Will — PARIS — Téléph. : Central 20-54.

MOTEURS ÉLECTRIQUES — GÉNÉRATRICES — TRANSFORMATEURS

Perceuses. Riveuses hydroélectriques. Appareillage

APPAREILS DE LEVAGE — PONTS-ROULANTS

Électrolyseurs. Ventilateurs de Fonderie. Cribles à sable

MATÉRIEL DE TRACTION ÉLECTRIQUE

Locomotives. Tramways. Freinage. Aiguillage automatique

TURBINES A VAPEUR OERLIKON

Matériel des Ateliers de Construction Oerlikon (Suisse). — *Bureau à Marseille, 27, rue Pavillon*

FRÉDÉRIC AEBI

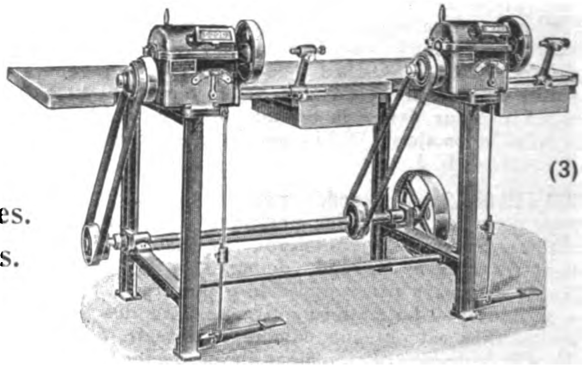
ZURICH-ALTSTETTEN (SUISSE)

Atelier de Construction

Installations de séchage et d'imprégnation dans le vide pour le traitement au vernis ou au compound.

Machines à bobiner pour tout but.
Machines à cintrer les barres et les bobines.
Machines et Presses à isoler les bobines.

Filtres et Appareils pour la régénération des huiles transformateurs, interrupteurs, etc.



(3)

MAISON EXCLUSIVEMENT SUISSE

Digitized by Google

ensuite à l'aide de chariots remorqués par des tracteurs électriques, jusqu'au magasin où elles doivent être déposées ; des monte-charges électriques facilitent cette manutention. La livraison en ville est effectuée à l'aide de camions électriques dont les batteries sont rechargées la nuit et sont par suite prêtes à reprendre leur service le matin. Lorsque le chauffeur a fait son premier voyage, il téléphone à la Bush Co pour en recevoir les instructions nécessaires ; en général il doit prendre un chargement et revenir aux quais ; à ce moment la batterie reçoit un complément de charge. Le garage fait les réparations et l'entretien des véhicules ; l'emploi de ces derniers a procuré une économie notable sur l'ancien système de livraison à l'aide de voitures à traction animale. La Bush Terminal Co manutentionne annuellement 1 300 000 t sur lesquelles 300 000 t sont transportées par trucks automobiles, des jetées aux magasins ; la consommation annuelle atteint 12 000 000 de kw-h. — A. B. T.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

621.312.17 + 27. — Comparaison des systèmes électriques d'extraction. *Electrical Review*, 6 avril 1917, t. LXXX, p. 376-377, 1 700 mots. — L'auteur, M. S.-E.-T. Ewing, discute les données expérimentales permettant de comparer, suivant les conditions requises, les avantages présentés par les installations à courant alternatif et les appareils à enroulement du type Ward-Leonard.

621.313.25 — Le moteur triphasé d'induction alimenté par des tensions asymétriques; C. Della Salda, *Elettrotecnica*, 5 juin 1917, t. IV, p. 294-298, 3 900 mots, 8 fig. — L'auteur détermine le circuit électrique équivalent pour le moteur triphasé d'induction dans le cas où les tensions d'alimentation constituent un système asymétrique. En appliquant une propriété déjà connue, il décompose le système asymétrique en deux systèmes symétriques dans lesquels les trois tensions correspondantes se suivent en sens opposé. Il en déduit que le circuit électrique équivalent est double. La composition des courants que la machine absorbe, en appliquant séparément les deux systèmes de tensions symétriques aux deux parties du circuit équivalent, donne les courants pris à la ligne, qui, à leur tour, constituent un système de vecteurs asymétriques. L'auteur montre avec des exemples numériques que le moteur d'induction est très sensible aux asymétries de la tension et, enfin, il examine le cas limite dans lequel une des tensions devient nulle.

621.67 + 621.349. — Les pompes centrifuges des « Costruzioni Meccaniche Riva » et les installations électriques. *Elettrotecnica*, 5 juin 1917, t. IV, p. 298-305, 3 300 mots, 10 fig. — Dans cet article l'auteur décrit les pompes centrifuges de la Société anonyme de constructions mécaniques Riva et, principalement, les installations d'épuisement des bassins de radoub de Tarente et de Venise.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

351.816. — Projets d'après-guerre dans les postes et télégraphes anglais; H.-C. Gunton, *Teleg. and Teleph. Journal*, mars 1916 ; *Ann. des P. T. T.*, décembre 1916, t. V, p. 494-499, 1 850 mots.

383. — Une machine à trier; M. F.-R. Prost, *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1917, t. VI, p. 87-91, 1 000 mots, 1 fig. — La description de cette machine a été donnée par M. F.-R. Prost, fonctionnaire au General Post Office de Londres dans le journal *Saint-Martin's le Grand*, Londres, juillet 1916. Le classement des mandats postaux et de retraites pour la vieillesse est une opération qui n'est pas particulièrement simple, et les agents les plus expérimentés ne peuvent en classer plus d'un million en une année. Cette tâche est des plus fastidieuses et il y a intérêt à la faire exécuter par une machine. Le moyen employé pour le classement automatique et seul praticable, est la perforation des formules. La machine comporte une boîte dite « d'alimentation » qui contient les formules, un tambour recouvert de caoutchouc muni de dix petites pointes ou ramasseurs, qui s'engagent dans les perforations et détachent ainsi les formules. Celles-ci sont entraînées par le tambour, détachées par des bandes en fil d'acier et versées dans dix petites boîtes en métal tournant en synchronisme avec le tambour ; ces boîtes sont à fermeture automatique. La partie la plus compliquée de la machine est le mécanisme qui place chaque mandat dans une position convenable. Le système de perforation cause une dépense infime et a le grand avantage de permettre une vérification immédiate du travail de la machine en regardant devant une lumière si les trous percés dans les mandats classés sont bien tous en concordance. Les dépenses totales, intérêt et amortissement du capital, salaire des employés chargés de la surveillance, force motrice, ne s'élèvent qu'à quelques livres par an. Il semble qu'un employé pour six machines serait suffisant à la condition qu'elles ne travaillent pas trop rapidement, ce qui, d'ailleurs, n'est pas le but cherché qui consiste, en réalité, à diminuer le plus possible la main-d'œuvre. H. C.

384 : 351.711.91. — Monopole télégraphique et téléphonique *Ann. des P. T. T.*, déc. 1916, t. V, p. 488-493, 1 950 mots.

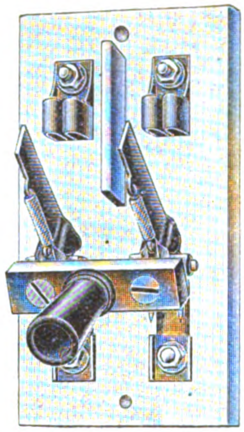
654.6 : 656.05. — Essais de communication téléphonique avec trains en marche. *Elettricista*, 1er avril 1917, t. VI, p. 56. — On a expérimenté avec succès, sur le réseau de la Compagnie « London Brighton and South Coast », un appareil qui permet d'établir une communication téléphonique entre un train en marche et les postes téléphoniques installés dans les diverses stations du parcours. L'appareil, dû aux travaux de l'ingénieur V. Krauer de Birmingham, se compose en substance d'un fil monté sur la voiture et roulé de manière à former un solénoïde horizontal parallèle à l'axe longitudinal de la voiture et un autre fil installé sur la voie entre les rails. Le fil de la voiture et le fil entre rails ne se touchent pas ; ils sont au contraire éloignés de 45 cm environ, mais peuvent s'influencer réciproquement. Le fil de la voiture est directement relié à un téléphone ordinaire logé dans une cabine d'isolement. Il existe un fil conducteur entre les rails de chacune des deux voies montante et descendante, ce qui a permis de poursuivre les expériences tant à l'aller qu'au retour. Cette installation essentiellement pratique ne revient qu'à 55 fr environ le kilomètre. Aux essais, les conversations arrivaient claires et compréhensibles et nullement troublées par le bruit du train en marche, alors même que sa vitesse atteignait 100 kilomètres à l'heure. Bien que les perfectionnements apportés à cette installation la rendent praticable non seulement pour correspondre téléphoniquement du train avec les postes fixes échelonnés sur la voie, mais aussi pour communiquer de ces postes avec le train en marche, elle n'est cependant pas accessible au public. Seuls les agents de la Compagnie peuvent l'utiliser pour les besoins du service. On saisira facilement les avantages de ce système, notamment au point de vue de la sécurité du mouvement, puisqu'il permettra de demander du secours aux stations voisines en cas d'arrêt en pleine voie, de brouillard, etc.

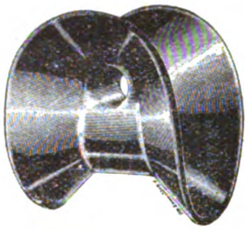
654.6. — Le creusement mécanique des tranchées pour lignes téléphoniques. *Engineering News*, 7 décembre 1916. Résumé dans le *Génie civil*, 3 février 1917, t. LXX, p. 82, 400 mots, 1 fig.

654.6 : 656.2. — Téléphone sélectif des chemins de fer de l'Etat italien; Montanari *Rivista technica delle ferrovie italiane*, décembre 1916, t. X, p. 299-303, 3600 mots, 1 pl.

654.6 00.46. — Dégâts causés aux lignes téléphoniques anglaises par la tempête de mars 1916. *Annales des*

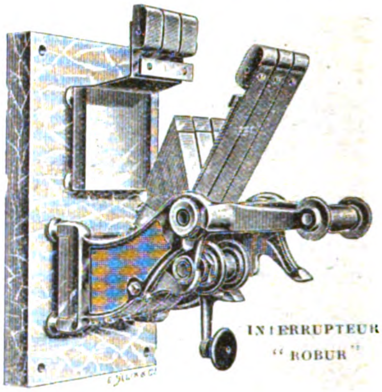
Digitized by Google





MAILLON VPC

SOCIÉTÉ ANONYME
DES ÉTABLISSEMENTS
VEDOVELLI & PRIESTLEY
Siège social, 14, rue Taitbout, PARIS
Usines à Paris et à Ivry.



INTERRUPTEUR "ROBUR"

TOUT MATÉRIEL D'APPAREILLAGE
POUR
INSTALLATIONS DE STATIONS CENTRALES
ET SOUS-STATIONS
HAUTE ET BASSE TENSION

Nombreux appareils en stock pour installation de circuits de Lumière et Force motrice.

TÉLÉPHONE { Bergère, 37-64 ; Saxe { 61-70 ; 08-96

EMPLACEMENT RÉSERVÉ
AUX
ATELIERS H. ERNAULT
MACHINES-OUTILS

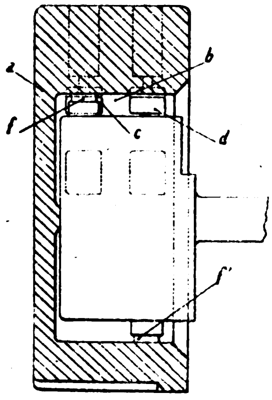
Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIVe)

Digitized by Google

Postes, Télégraphes et Téléphones, mars 1917, t. VI, p. 86, 300 mots. — Les « Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones » donnent un extrait d'un discours prononcé par le Post master General à la Chambre des Communes, le 3 juillet 1916 et qui décrit les effets terribles de la tempête qui a sévi les 27 et 28 mars 1916 dans la région qui va de l'Humber à Panbroke et du Wash au canal de Bristol. Le nombre des poteaux qu'il fallut remplacer dans les lignes télégraphiques et téléphoniques dépendant seulement du Post-Office fut de 41 500. Une longueur de 27 400 km de fils de cuivre, représentant une masse de 1 500 t. fut brisée en petits morceaux et dut être refondue. Les 9000 hommes composant le personnel actuel du Post-Office affecté aux réparations put, grâce à un magnifique effort, assurer le rétablissement complet des lignes avant Noël 1916. Le Post master General fait remarquer que les communications souterraines ont sauvé la situation, et conclut à la nécessité d'en établir de nouvelles afin de pouvoir assurer le service régulier indépendamment des fils aériens sujets à la destruction en cas de tempête. — H. C.

APPLICATIONS THERMIQUES

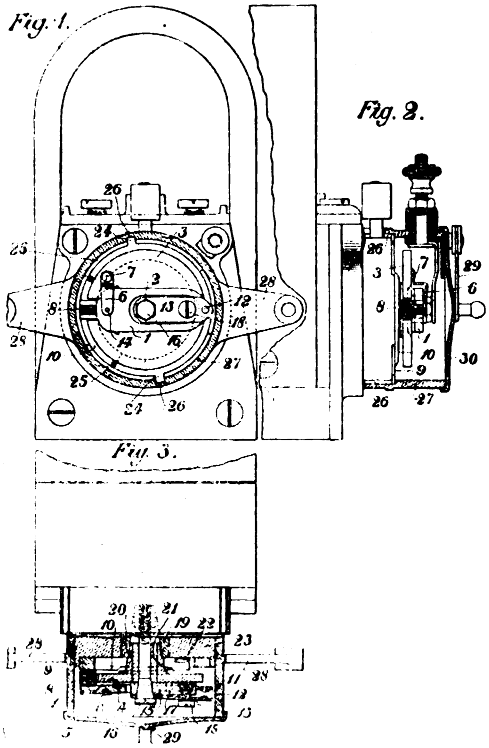
621.431.42. — Distributeur et porte-balais rotatif pour l'allumage électrique des moteurs à explosion ; SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS DE DION-BOUTON (Seine). *Brevet français n° 482 278*, demandé le 26 janvier 1916, délivré le 14 décembre 1916, publié le 8 mars 1917, 450 mots, 2 fig. — Au lieu des distributeurs à fiches avec prises de courant groupées à leur partie supérieure, on utilise des plots en deux ou plusieurs séries situées dans des plans parallèles (fig. 1). Ces plots sont répartis régulièrement dans la demi-portion supérieure de l'évidement cylindrique b de la boite



621.431.42. — Allumage électrique des moteurs à explosion par distributeur et porte-balais rotatif.

fixe du distributeur a. Des balais f et f', reliés électriquement entre eux et décalés d'angles déterminés, sont placés sur un rotor commandé par la magnéto et viennent successivement en contact avec les plots qui leur correspondent. Le dispositif peut être avantageusement utilisé pour tous les moteurs polycylindriques, de manière à obtenir des allumages régulièrement espacés dans les différents cylindres, il permet de réduire la longueur des connexions noyées dans l'isolant, ce qui facilite le moulage de celui-ci et l'isolement des connexions entre elles. — E. P.

621.431 42 — Perfectionnements aux dispositifs d'allumage par magnétos pour moteurs à combustion interne ; Alexander FLEXMAN PAYNE (Angleterre). *Brevet français n° 482 173*, demandé le 30 juin 1916, délivré le 2 décembre 1916, publié le 27 février 1917. 1 460 mots, 11 fig. — Le nouveau dispositif a pour but de simplifier le mécanisme interrupteur d'appareils d'allumage magnéto-électrique, de rendre le bras de contact oscillant facilement démontable pour les nettoyages, ajustages ou inspections, de faciliter l'ajustage des contacts, tout en permettant une interruption rapide et une diminution du martelage des contacts. L'appareil représenté schématiquement par les figures 1 à 5 est constitué en principe par un levier oscillant 1 présentant une ouverture 2 et monté sur une plaque-support 3 au moyen d'une pièce en lame de couteau 4 pénétrant dans une rainure 5 sur la plaque 3. A une extrémité, ce levier porte un bloc de fibre 8 qui, quand l'induit tourne, frotte sur l'anneau fixe 9 muni de la came 10. L'autre bras porte le contact 11 qui sert avec le contact 12, disposé sur le ressort plat 13, à interrompre le courant basse tension du premier enroulement de l'induit. Pour assurer convenablement le retour du courant à la masse, la plaque 3 est pourvue d'un bras à ressort 21 portant un balai métallique 22 qui porte constamment sur la plaque 23 quand l'induit tourne. Cette plaque 3 est clavetée sur l'extrémité de l'arbre d'induit 19, par son moyeu 20 qui s'y trouve serré par la vis 16. Le couteau 4 est maintenu en contact avec la rainure 5 par la



621.431.42. — Mécanisme interrupteur simplifié pour magnétos d'allumage.

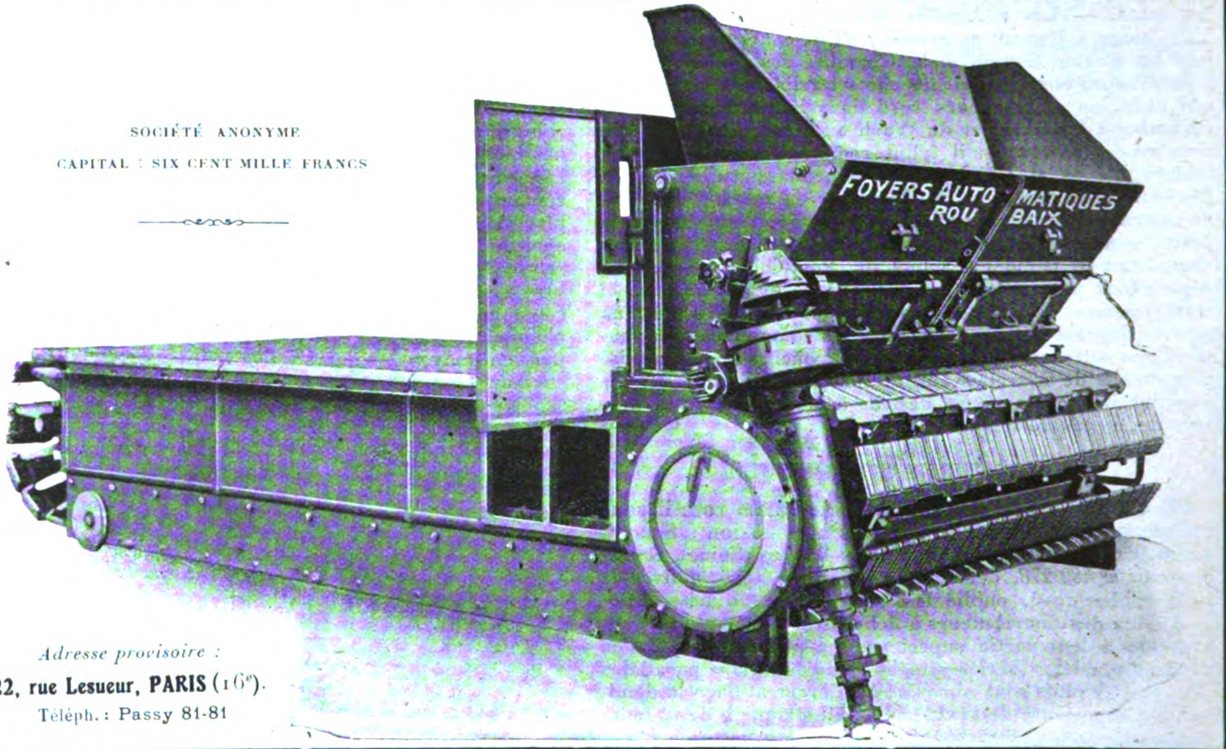
séparation des contacts 12 et 13 se règle par la vis 18. Le ressort 6 pressant sur la face externe du bras 1. Une extrémité de ce ressort 6 peut pivoter en 7 sur la plaque 3, ce qui permet de dégager facilement le levier pivotant. Une saillie 14 du ressort 6 s'engage dans un trou du bras 1 dont il empêche ainsi le déplacement latéral. Pour régler l'allumage, l'anneau à came 9 peut tourner dans un évidement de la plaque 23 ; il est muni de deux ergots 24 qui s'engagent dans des rainures 26 du couvercle d'interrupteur 27. Ce dernier est monté de manière à pouvoir tourner sur la plaque 23 et être plus ou moins incliné au moyen des leviers de réglage 28. On déplace ainsi le disque à came 9, pour provoquer l'avance ou le retard à l'allumage. La rupture du courant est rapide parce que la came 10 s'élève brusquement à l'extrémité que le bloc de fibre rencontre en premier lieu, la rapidité de la rupture est encore augmentée par le fait que le couteau 4 est situé près d'une des extrémités du bras oscillant. La came est taillée de telle sorte que les contacts sont fermés doucement.

Digitized by Google

FOYERS AUTOMATIQUES — ROUBAIX

SOCIÉTÉ ANONYME

CAPITAL : SIX CENT MILLE FRANCS



Adresse provisoire :

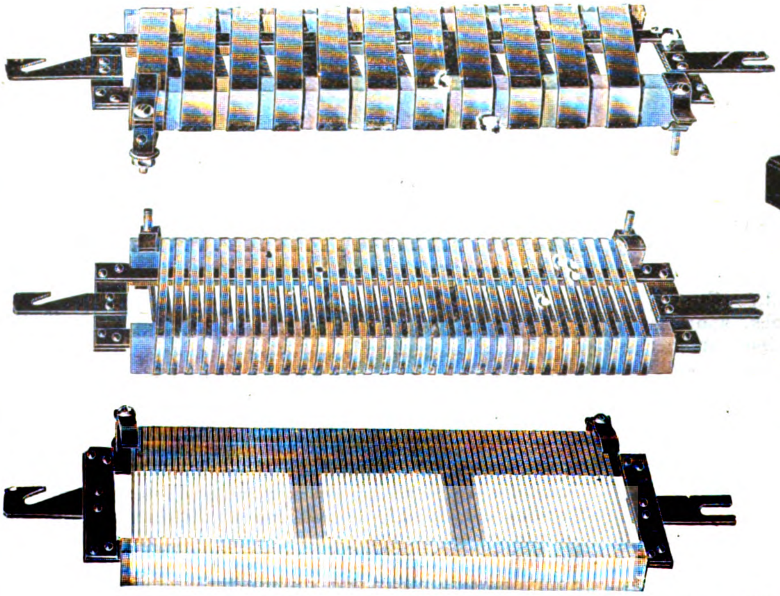
22, rue Lesueur, PARIS (16^e^).

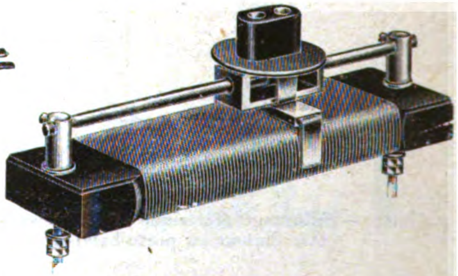
Téléph. : Passy 81-81

RÉSISTANCES

Pour Laboratoires et Écoles, pour Télégraphie et Télégraphie sans fil.

Parois pour le chargement des Accumulatenrs dans les Mines, etc.





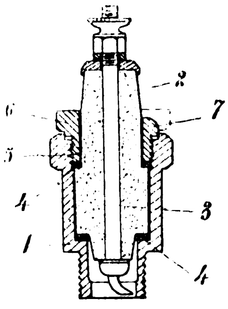
La construction de ces Résistances est une spécialité de notre Maison et nos ateliers peuvent fournir une grande quantité de types variés.

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT
DE LA MARINE ANGLAISE & JAPONAISE
DE L'ARMÉE ANGLAISE
DU GOUVERNEMENT RUSSE, ETC.

ISENTHAL & CO., Denzil Works, Willesdem, London, N. W.

Digitized by Google

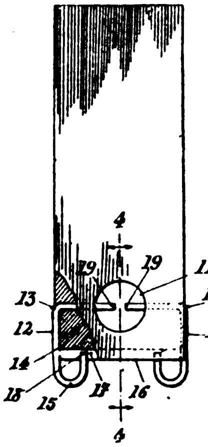
621 431.42. — Perfectionnements dans la construction des bougies d'allumage ; Victor Pons (Rhône). *Brevet français n° 482 252*, démandé le 12 juillet 1916, délivré le 12 décembre 1916, publié le 8 mars 1917, 600 mots, 2 fig. — La nouvelle bougie est représentée par la figure 1. Elle est constituée par un culot 1, dans lequel est placée la matière isolante 2 de l'électrode isolée 3. L'étanchéité aux gaz est assurée par des joints métalliques ou métalloplastiques 4.



621.431.42. — Bougies d'allumage à isolement renforcé.

La matière isolante est fixée au moyen d'un écrou 5, brut de fonderie, qui se visse dans le culot 1 ; la tête 6 de cet écrou est généralement à six pans pour permettre un serrage efficace de la matière isolante lors du montage de la bougie. Cet écrou est vissé à bloc, puis on abat au tour les pans de la tête 6. Dans ces conditions le déréglage de l'écrou 5 est impossible ; grâce au serrage à bloc de la matière isolante, on évite la détérioration de cette dernière. — E. P.

621.431.42. — Appareil pour vérifier le fonctionnement des bougies d'allumage dans les moteurs à explosion ; Société dite : W. Jackson and Company (Etats-Unis d'Amérique). *Brevet français n° 482 041*, demandé le 15 juin 1916, délivré le 20 novembre 1916, publié le 13 février 1917, 850 mots, 4 fig. — L'appareil consiste en un dispositif simple, peu coûteux et efficace pour déterminer l'emplacement d'une cause de perturbation dans l'allumage. Le corps de l'appareil est constitué (fig. 1) par une pièce mince, longue et généralement rectangulaire en matière isolante convenable : bois, fibre, caoutchouc durci, etc. A une extrémité du corps, se trouve un orifice circulaire 11, dans lequel pénètrent, de deux côtés opposés, les deux fils métal-



621.431.42. — Appareil de contrôle pour bougies d'allumage.

liques 12-12. Ces fils sortent sur les côtés opposés du corps 10 et sont repliés à angle droit à la sortie de ce dernier pour venir se loger dans des gorges latérales le long du corps. Elles se prolongent au delà du corps en 15. Le côté arrière 16 du corps porte deux rainures 17, dans lesquelles peuvent coulisser les extrémités 18 des fils 12, qui sont recourbés sur eux-mêmes en arrière des points 15. On peut ainsi facilement faire varier la longueur de l'étincelle entre les extrémités 19 des fils métalliques. L'appareil, tel qu'il est constitué, peut facilement être mis en poche et permet d'établir commodément une dérivation à intervalle d'étincelle entre les bornes d'une bougie d'allumage.— E. P.

SECTION INDUSTRIELLE

EXPLOITATION

669.86. — Etude expérimentale du refroidissement de divers métaux par immersion dans l'eau ; Garvin et Portevin. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 14 mai 1917, t. clxiv, p. 783-785, 1 100 mots. — Les auteurs avaient pour but d'obtenir les courbes températures-temps correspondant au refroidissement d'échantillons cylindriques homothétiques de diamètre d et de longueur $l = 3d$ de métaux différents trempés à température élevée dans un courant d'eau. Pour cela, ils enregistrèrent photographiquement les déplacements du spot d'un galvanomètre spécial relié à un couple thermo-électrique ayant sa soudure au centre de l'échantillon. M. Henry Le Chatelier et M. Carl Benedicks avaient énoncé et réalisé partiellement les desiderata expérimentaux suivants : 1° le galvanomètre doit être à période d'oscillation très courte et convenablement amorti ; 2° la résistance du circuit doit être suffisamment grande pour qu'on puisse négliger les variations de résistance du couple ; 3° le couple et son isolement doivent présenter une inertie thermique aussi faible que possible ; 4° le contact de la soudure et de l'échantillon doit être positif et toujours identique ; 5° il doit y avoir étanchéité convenable au raccordement de l'échantillon et de son support. Les auteurs exposent les dispositifs qu'ils ont employés pour satisfaire à tous ces desiderata et exécuter la trempe. Les résultats obtenus montrent que les courbes correspondant aux échantillons qui se refroidissent le moins vite sont concordantes, mais il n'en est pas de même pour les autres. La conclusion des auteurs est qu'il ne faut pas chercher à représenter ces courbes avec exactitude par une formule mathématique basée sur la théorie analytique de la chaleur, mais utiliser, en pratique, uniquement les courbes obtenues expérimentalement. — H. C.

621.316.00.4. — Les réseaux de distribution du Rand avec références spéciales aux méthodes d'exploitation; Bernard Price. *Transactions of the South african Institute of electrical Engineers*, p. 258-307.

MATIÈRES PREMIÈRES

669.71 : 31. — L'industrie internationale de l'aluminium. *Electrical Review*, 30 mars 1917, t. lxxx, p. 360, 1 200 mots. — La guerre a mis fin temporairement et sans doute pour longtemps, sinon pour toujours, à certains accords internationaux en vue de régulariser le commerce d'exportation dans diverses parties du monde. Parmi ces accords, on peut citer le Syndicat international du Rail, le Syndicat international de la Dynamite et le Syndicat international de l'Aluminium; au contraire, les relations syndicales qui ont existé pendant les années précédentes entre certains groupes

Digitized by Google

Cie des CHARBONS FABIUS HENRION

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.500.000 FRANCS

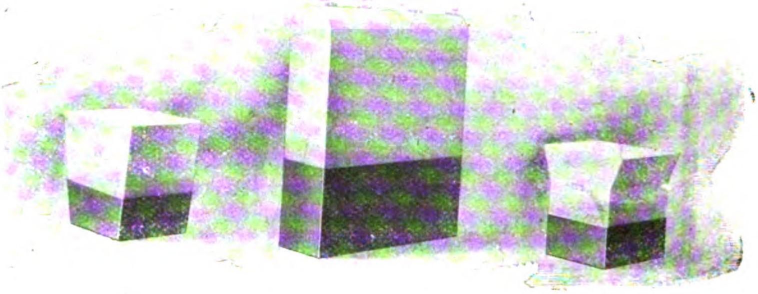
SIÈGE SOCIAL : 56, Rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS VIIIe

Téléphone : **Élysées 42.93.**

USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE

Adresse télégraphique **Carbenrion-Paris.**

UNIS FRANCE



BALAIS POUR DYNAMOS

Balais spéciaux à haute conductibilité et faible frottement

Balais de tramways — Lames pour piles

Anciens Services Électriques BAGUÈS *FRÈRES*

L'ELECTRO ENTREPRISE

46, RUE DU ROCHER, PARIS - Téléphone Wagram 61-56

ENTREPRISES GÉNÉRALES D'ÉLECTRICITÉ

ÉLECTROCHIMIE ÉLECTROMÉTALLURGIE

STATIONS CENTRALES HYDRAULIQUES ET A VAPEUR | GRANDS TRANSPORTS D'ÉNERGIE A HAUTE TENSION

SOUS-STATIONS — POSTES DE TRANSFORMATEURS

AMÉNAGEMENTS DE CHUTES D'EAU

Digitized by Google

de constructeurs électriques des Etats-Unis et d'Allemagne ont persisté jusqu'à ces temps derniers. — Après la dissolution du Syndicat international de l'Aluminium en 1908, le prix de vente du métal descendit de 1 s 7,5 d à environ 1 s 3,5 d par kg, nombre qui représentait sensiblement le prix de revient et une nouvelle diminution se produisit l'année suivante. Le prix cependant fut élevé à 1 s 9,5 d par la formation d'un nouveau syndicat au début de 1913, mais la nouvelle combinaison prit fin au début des hostilités. — La production mondiale de l'aluminium s'est élevée à 46700 t en 1911; 50000 t en 1912; 68200 t en 1913. En 1913, la production s'est répartie ainsi :

Etats-Unis	22 500 t
Canada	5 000
Grande-Bretagne	7 500
Norvège	15 00
Italie	800
France	18 000
Allemagne, Autriche et Suisse	12 005

Le nouveau monde consommait pratiquement la totalité de sa production; les pays centraux en Europe consommaient le double de leur production. Rien qu'en Allemagne, les importations d'aluminium se sont élevées de 8600 t en 1909 à 15500 t en 1912 (dont 4160 par la France); en outre, les importations de bauxite atteignaient 24000 t en 1905, 59900 en 1907, 38000 en 1913. — La guerre a privé l'Allemagne des bauxites françaises; aussi, l'Allemagne et la Suisse ont-elles été obligées d'utiliser les bauxites de Silésie, de Hongrie, de Dalmatie et peut-être le kaolin. — On peut estimer la capacité de production annuelle à 100000 t par an et même, en utilisant au mieux toutes les possibilités, à 150000 t, qui peuvent être réparties de la façon suivante :

Etats-Unis et Canada	75 000 t
France	20 000
Suisse et Allemagne	20 000
Grande-Bretagne	12 000
Norvège	16 000
Italie	7 000

A. B.

669.5 : 31. — Production et consommation du zinc dans le monde. *Le Génie civil*, 12 mai 1917, t. LXX, p. 307-312, 4400 mots, 6 fig. — Notre confrère commence par faire l'historique de la métallurgie du zinc, il examine ensuite quels sont les pays producteurs de minerais de ce métal. Les minerais les plus importants sont la blende ZnS qui est le plus répandu et la calamine ou smithsonite $ZnCO^3$; on rencontre également dans le New-Jersey (E.-U) un minerai appelé franklinite qui répond à la formule : (Fe Zn Mn) O, $(Fe\,Mn)^2\,O^3$. Les principaux pays producteurs de minerai de zinc sont l'Amérique, l'Australie, l'Algérie, la Tunisie, le Japon, la France, l'Angleterre, l'Italie, la Russie, l'Espagne, la Scandinavie et l'Allemagne. Mais seuls les pays riches en charbon, même ne possédant pas de minerai de zinc, sont les seuls grands producteurs de zinc. Les Etats-Unis et l'Allemagne sont à la fois des producteurs de minerai et de zinc métallique; au contraire, la Belgique qui n'a pas de minerai est, grâce à son charbon, le troisième grand producteur de zinc du monde. La production mondiale du minerai de zinc fut, en 1907, de 2 561 000 t, dont plus d'un million de tonnes pour les Etats-Unis et 698 021 t pour l'Allemagne. Dans les autres pays, la production était beaucoup plus faible. La France possède des mines de zinc, leur production a atteint 51 000 t, mais presque tout le minerai était, avant la guerre, vendu à l'étranger et les quelques usines de fabrication de zinc que nous possédions dans le Nord traitaient des minerais étrangers. Plusieurs de nos colonies produisent du minerai de zinc : Algérie (près de 100 000 000 t), Tunisie (33 000 t), l'Indo-Chine (27 000 t) ; tous ces minerais étaient vendus, avant la guerre, en Belgique et en Allemagne ; depuis la guerre, ils sont dirigés surtout vers la France et l'Amérique du Nord. L'auteur passe en revue les différents pays producteurs de zinc métallique; ce sont les Etats-Unis (443991 t en 1915), l'Allemagne, la Belgique la France avec (60 000 t), l'Espagne, l'Autriche-Hongrie et le Japon. L'auteur examine rapidement l'utilisation des déchets et des laminés de zinc et étudie les fluctuations du marché du zinc avant et pendant la guerre ; il termine en considérant les changements qui pourraient se produire dans ce marché après la guerre. — H. C.

666.32. — Sur les propriétés réfractaires de l'argile; H. Le Chatelier et F. Bogitch *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 14 mai 1917, t. CLXIV, p. 761, 767, 2700 mots. — La majorité des briques réfractaires sont faites en argile dont le constituant principal est la kaolinite $2SiO^2\ Al^2O^3\ 2H^2O$. Les principales impuretés sont : le sable quartzeux, le mica potassique et l'oxyde de fer ; tous ces corps diminuent les qualités réfractaires. Dans les argiles de bonne qualité leur proportion ne doit pas dépasser 4 pour 100. — On détermine généralement la valeur d'une argile en cherchant son point de fusion par la méthode de Séger. Les argiles rigoureusement pures fondent vers 1 780° C ; les argiles renfermant dix fois autant de silice que d'alumine fondent vers 1 680° C; et celles qui contiennent en plus 4 pour 100 d'oxyde de fer ou de bases alcalines fondent vers 1 580° C. Quoique ces points de fusion soient très élevés, on n'a pu employer les briques réfractaires argileuses pour la construction des voûtes des fours d'aciéries pour lesquelles on emploie exclusivement des briques de silice ; ces dernières briques ont pourtant le même point de fusion que la kaolinite, savoir 1 780° C. La différence de qualité tient à ce que l'argile se ramollit avant de fondre, et s'affaisse sous son propre poids, c'est-à-dire sous une pression de 1 kg : cm². — M. T.-E. Montgomery a signalé qu'on pouvait déterminer les qualités des briques réfractaires en les essayant à 1 350° C, sous une pression de 3,5 kg : cm². — Les auteurs décrivent ensuite la méthode qu'ils ont employée pour faire l'étude des matières réfractaires Ils utilisaient un petit four de laboratoire chauffé par un chalumeau à gaz, la température était mesurée à l'aide d'un couple thermo-électrique, la pression était obtenue en chargeant un levier à l'aide d'un poids. — Ils ont déterminé les pressions nécessaires pour obtenir l'écrasement de la matière à différentes températures, et étudié l'influence de la pression, de la cuisson et de la pureté de l'argile ; ils terminent en donnant une théorie scientifique de la fusion des matières argileuses. — H. C.

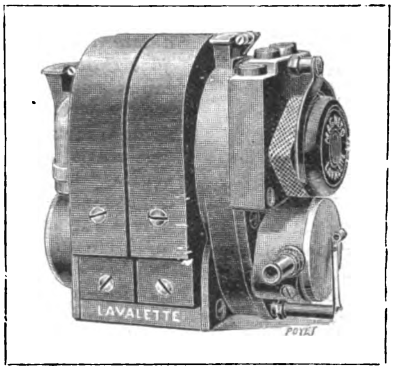
662.65 + 662.96. — L'utilisation du charbon, le problème de l'économie des combustibles et la prévention de la fumée; Président Gérald Stoney, *Electrical Review*, 22 septembre 1916, t. LXXIX, p. 331-333 et 29 septembre 1916, p. 361, 8 000 mots. *Electrician*, t. LXXVII, 22 septembre 1916, p. 906-909, 5 500 mots, 2 fig. *Engineering*, t. CII, 22 septembre 1916, p. 272, 3 300 mots, p. 291, 5 000 mots, 2 fig. *Génie civil*, 23 décembre 1916, t. LXIX, p. 426-427, 1 700 mots.

662.752 : 621.43. — L'essence pour moteurs ; J.-G. Annan. — L'auteur, dans une communication à la Société anglaise de chimie industrielle d'Edimbourg, le 13 février 1917, indique les diverses mesures prises pour remédier à la pénurie actuelle d'essence pour moteurs : 1° élargir les limites de température entre lesquelles on recueille l'essence à la distillation, ce qui augmente la quantité produite en élevant la densité, ce procédé est limité par la capacité des carburateurs de vaporiser d'une façon satisfaisante les essences plus lourdes ainsi fabriquées; 2° augmenter la production de gazoline par condensation des gaz hydrocarburés qui s'échappent des puits de pétrole, les efforts tentés dans ce sens ont augmenté la production d'essence de 30 millions de gallons en 1913 à 80 millions en 1916; 3° développer l'industrie du « cracking » ; aux Etats-Unis cette industrie a donné 80 millions de gallons d'essence en 1915 et 200 millions en 1916.

Digitized by Google

Magnéto Lavalette

TÉLÉGRAMMES :
ALLUMAUTO-PARIS



TÉLÉPHONE :
GOBELINS : 15-99

175, Avenue de Choisy, PARIS

DYNAMOS ET MOTEURS ÉLECTRIQUES
d'Occasion, garantis

LOCATION

de Machines ÉLECTRIQUES
de toutes puissances
VENTE — ACHAT
ÉCHANGE

ALEXANDRE MESSMER

RÉPARATIONS
REBOBINAGES
de Dynamos de tous Systèmes.

Location de Machines pendant les Réparations.

Ateliers, Magasins, Bureaux } 93, Bd Diderot, PARIS (12e)
Anciennement 15, Bd Davout.

TÉL. : Roquette 47-47.
MÉTRO { National, Reuilly.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

FINANCES

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 14 avril 1917 du Comptoir national d'escompte de Paris. *R. G. E.*, 5 mai 1917, t. I, p. 714.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 4 avril 1917 de la Société avignonnaise d'électricité. *R. G. E.*, 5 mai 1917, t. I, p. 713.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 4 mars 1917 de la Société centrale pour l'industrie électrique; *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. I, p. 755, 400 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 14 décembre 1916 de la Société française de chaleur et lumière. *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. I, p. 638, 150 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 24 mars 1917 de la Société française d'incandescence par le gaz (système Auer). *R. G. E.*, 5 mai 1917, t. I, p. 714.

657.37(065)2. — Assemblée générale annuelle du 29 mars 1917 de la Société générale pour favoriser le développement du Commerce et de l'Industrie en France. *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. I, p. 755, 450 mots.

657.37(065)2 — Assemblée générale ordinaire du 6 mars 1917. Société des tramways d'Amiens. *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. I, p. 638, 300 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 25 avril 1917 de la Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force (anciens Etablissements Clémançon). *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 827, 200 mots

657.37(065)2. — Assemblée générale annuelle du 8 mars 1917 du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz. *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 875-876.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 26 avril 1917 de la Société générale de forces motrices et d'éclairage de la ville de Grenoble. *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 876.

657.37(065)2. — Assemblée générale du 17 avril 1917 de la Société Fusion des gaz. *R. G. E.*, 19 mai 1917, t. I, p. 793, 450 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale extraordinaire du 31 mai 1917 des Tréfileries et Laminoirs du Havre. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 953, 200 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 31 mai 1917; Compagnie française d'exploitation des procédés Thomson-Houston. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 954, 700 mots.

657.37(065)2 — Assemblée générale ordinaire du 25 mai 1917; Société anonyme des usines de Paris et d'Outreau. *R. G. E.*, 1917, 16 juin, t. I, p. 953, 300 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale extraordinaire du 31 mai 1917 de l'Energie électrique du Sud-Ouest. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 953, 200 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 26 avril 1917 de la Société des forces du Fier. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. I, p. 916, 250 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale extraordinaire du 14 avril 1917 et ordinaire du 11 mai 1917 de la Compagnie du gaz de Lyon. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. I, p. 914, 800 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 1er mai 1917 de la Banque nationale de crédit. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 830.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 26 avril 1917 de la Compagnie centrale d'éclairage et de transport de force par l'électricité (Compagnie d'électricité de Limoges). *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 829.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 4 mai 1917 de l'Énergie électrique du Sud-Ouest. *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 875 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 19 avril 1917 de la Compagnie française des tramways électriques et omnibus de Bordeaux. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 828, 300 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 25 avril 1917 de la Compagnie générale française de tramways. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 828, 350 mots.

657.37 (065) 2 — Assemblée générale extraordinaire du 14 avril 1917 de la Compagnie du Gaz de Lyon. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 829.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 27 avril 1917 de la Compagnie générale parisienne de tramways. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 827, 300 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 28 avril 1917 de la Compagnie des omnibus et tramways de Lyon. *R. G. E.*, 19 mai 1917, t. I, p. 794, 500 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 21 avril 1917 de la Société Électricité et Gaz du Nord *R. G. E.*, 19 mai 1917, t. I, p. 793, 400 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 22 mars 1917 de la Société électrochimique du Giffre. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 829.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 31 mai 1917 de la Société du gaz et de l'électricité de Marseille. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 28, 400 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 22 mars 1917 de la Compagnie des tramways de Tunis. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 27, 400 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 31 mars 1917 du Comité central des houillères de France. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 27, 400 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 18 juin 1917 du chemin de fer électrique souterrain Nord-Sud. *R. G. E.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 67, 300 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 16 juin 1917 de la Compagnie des chemins de fer départementaux de la Haute-Vienne. *R. G. E.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 68, 400 mots.

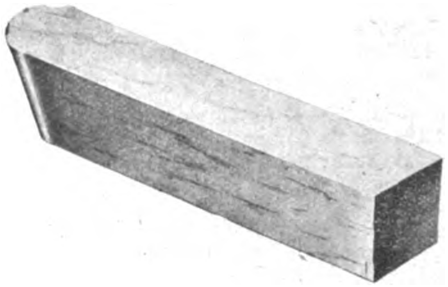
657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 5 avril 1917 de la Compagnie des tramways de Nice et du Littoral. *R. G. E.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 67, 300 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 13 juin 1917 de la Compagnie continentale Edison. *R. G. E.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 67, 300 mots.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. NOUET.

Digitized by Google

“STELLITE”



OUTIL EN “STELLITE”

RENDEMENTS

50 à 300 %

PLUS ÉLEVÉ

QUE L'ACIER RAPIDE

Tél. { NORD 37.64 / — 67.39 / — 70.14

AGENTS EXCLUSIFS

SOCIÉTÉ ANONYME ALFRED HERBERT

47, boulevard Magenta, PARIS

Télégrammes HEXAGON PARIS

Adr. télégr. : Leclique-Paris.

“L'Éclairage Électrique”

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

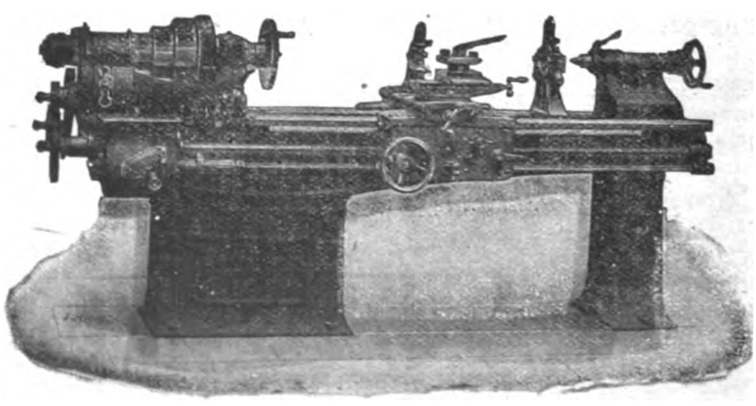
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone : Elysées { 42.90 / 42.91 / 42.92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS

DE

PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES

Perceuses Radiales

etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

52.359. — Les auroles boréales. *E. T. Z.*, n° 20, 17 mai 1917, p. 272, 100 mots. D'après *Ann. d. Physik* IV, tome L, p. 853. — Pendant son séjour à Bossekop, Vegard a observé que les fortes perturbations magnétiques ne procédaient que pour une faible part d'une action directe de l'aurore boréale ; elles doivent être produites par des systèmes électriques des couches supérieures de l'atmosphère. Vegard croit que les radiations de l'aurore boréale résultent des rayons X de substances radioactives du soleil, tandis que Lenard et Störmer pensent que ce sont les rayons β. L'auteur estime que les hypothèses de rayons X ou β émis par le soleil sont inadmissibles, étant donné que ces aurores ont une intensité plus grande et sont plus fréquentes aux pôles et particulièrement au pôle Nord, le plus éloigné du soleil.

537.531. — Halos radio-actifs ; J. Joly. *Engineering*, 1er juin 1917, t. CIII, p. 528-520, 2 200 mots. — L'auteur fait remarquer que, depuis longtemps, on avait observé des phénomènes particuliers dans l'étude microscopique de certains minéraux ; comme leur nature paraissait inexplicable, ils excitaient assez peu d'intérêt. Le plus fréquent de ces phénomènes était un halo enveloppant d'un bord noir ou sombre, certaines parties minérales du roc à étudier. Quand cette particule était petite, le halo paraissait être également développé dans toutes les directions, il formait alors une sphère ou un disque, en examinant différents plans on se rendait bien compte qu'il s'agissait d'une sphère, la plupart des photographies montraient une parfaite régularité. Très peu de corps donnaient naissance à ce halo, et tous ces corps étaient radio-actifs ; émettant des rayons α, β, γ, seuls les rayons α paraissent jouer un rôle dans ce phénomène. Si on examine le halo à la lumière polarisée, les propriétés optiques du mica ne paraissent pas troublées, mais plutôt accentuées, l'absorption dans le plan de clivage n'était pas complète dans le halo. La première preuve de l'origine radio-active du halo était trouvée par ses dimensions ; tous se produisaient en deux dimensions, 0,0333 mm et 0,0408 mm de rayon, ces deux dimensions appartiennent à l'uranium U et au thorium Th ; l'auteur examine ces corps et émet quelques hypothèses sur la formation du halo aussi bien par le thorium que par l'uranium. L'examen approfondi de cette question a amené l'auteur à apprécier l'âge de la terre qu'il estime compris entre 100 000 000 et 150 000 000 d'années. — A. Bt.

535.215. — Equations de transformation de Tolman ; l'effet photo-électrique et la pression de radiation ; S. Karrer. *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. IX, p. 290-291, 900 mots. — L'auteur montre que les équations de transformation de Tolman conduisent à la loi de l'effet photo-électrique d'Einstein, à condition de supposer que l'énergie cinétique des électrons émis par un métal, diminuée d'une certaine constante, ne dépend que de la fréquence de la lumière incidente. — Les mêmes équations conduisent aussi à une relation correcte entre la pression de radiation et la densité de radiation. — A. B.

535.37. — Phosphorescence des sels d'uranyle ; Edward L. Nichols et H. L. Howes. *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. IX, p. 292-304, 4500 mots, 11 fig, 1 tab. — Tous les sels d'uranyle examinés (sulfate d'uranyle-ammonium, sulfate d'uranyle-potassium, nitrate d'uranyle + 6 H^2O, sulfate d'uranyle, chlorure d'uranyle-ammonium) possèdent le même type de phosphorescence ; à vitesse de décroissance de plus en plus rapide et non de plus en plus lente. — Cela est vrai, non seulement des formes cristallines, mais aussi des composés d'uranyle en solution solide ou dans l'état plastique caractéristique des phosphates doubles. — L'éclat initial de la phosphorence pour la même excitation varie notablement avec les différents sels ; il en est de même, jusqu'à un certain point, de la vitesse de décroissance. — L'éclat d'un sel fraîchement préparé dans l'obscurité est plus grand lors de la première excitation que lors des excitations suivantes, mais il atteint bientôt un état stable. — L'exposition aux rayons rouges ou infra-rouges est sans effet sur la vitesse de décroissance. — La phosphorescence, aussi bien que la fluorescence des sels d'uranyle, semble être indépendante du mode d'excitation et la structure du spectre est la même pendant l'excitation que pendant l'intervalle où la phosphorescence est observable. — Dans certains sels tels que le nitrate d'uranyle-ammonium la vitesse de décroissance est diminuée par le refroidissement ; dans d'autres cas l'influence de la température est minime. — Des nitrates d'uranyle à 2, 3 et 6 molécules d'eau de cristallisation ont des vitesses de décroissance très différentes, mais la variation de forme cristalline semble être plus importante à cet égard que la quantité d'eau. — Dans le cas des spectres de polarisation différente des chlorures doubles, les deux spectres montrent les mêmes vitesses de décroissance et aucune variation relative d'éclat ne peut être décelée dans l'intervalle sur lequel portent les observations.

535.33. — Action de l'oxygène sur la production de spectres de lignes et de bandes au four électrique ; Arthur S. King. *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. IX, p. 346, 400 mots. — Les diverses flammes utilisées dans la production des vapeurs lumineuses pour les études spectroscopiques supposent la combustion d'un gaz tel que l'hydrogène et l'acétylène en présence de l'oxgène. L'emploi d'un courant abondant d'oxygène dans un four tubulaire constitue une source dans laquelle le processus est différent de celui de la flamme puisque dans le four la chaleur est fournie par le tube incandescent au lieu de l'être par l'action chimique de la flamme, tandis que l'oxygène peut se combiner directement avec la vapeur métallique. Dans les expériences entreprises par l'auteur, un courant intense d'oxygène est envoyé dans le tube où l'on a vaporisé du fer ou du titane. Les spectres ainsi obtenus ont été comparés à ceux qu'on obtient vers la même température dans le four à vide. Les mesures pyrométriques ne décèlent pas un accroissement de température résultant de l'emploi de l'oxygène, mais plutôt une légère diminution, comme si le courant de gaz frais exerçait un certain effet réfrigérant.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotecnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst, Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S., Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

C^ie des FORGES & ACIÉRIES ÉLECTRIQUES

PAUL GIROD

UGINE — SAVOIE

ACIERS A OUTILS

ACIERS SPÉCIAUX DE CONSTRUCTION

PIÈCES DE FORGE

ACIERS MOULÉS

FERRO-ALLIAGES

DYNAMOS

ET MOTEURS ÉLECTRIQUES

d'OCCASION

garantis

VENTE — ACHAT

ÉCHANGE

LOCATION

ALEXANDRE MESSMER

RÉPARATIONS

REBOBINAGES

de Dynamos de tous Systèmes.

Location de Machines pendant les Réparations.

Ateliers, Magasins, Bureaux: 93, B^d Diderot, PARIS (12^e)

(Anciennement 15, B^d Davout.)

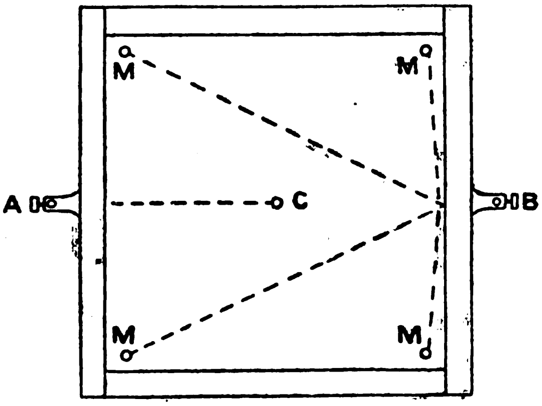
TÉLÉP. : Roquette 37-47.

MÉTRO { Nation. Reuilly.

Digitized by Google

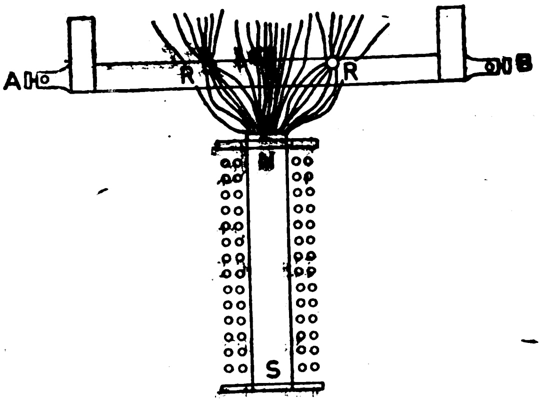
Les bandes dues à l'oxyde sont fournies d'une manière intense pour chaque métal, la méthode étant excellente pour l'étude des spectres des composés des métaux avec l'oxygène ou les autres gaz. — A. B.

537.1 + 539.1. — Un modèle mécanique de l'atome; R.-R. Ramsey. *Philosophical Magazine*, février 1917, t. xxxiii, p. 207-208, 1 400 mots, 1 fig. — Les théories modernes relatives à la structure de l'atome supposent que plusieurs ou un seul électron gravitent autour d'un corps central ou noyau positif. A.-M. Mayer, dès 1878, avait fait appel à l'expérience pour faire comprendre le groupement et les actions moléculaires. J.-J. Thomson en a donné une démonstration qui est devenue classique. A son tour, l'auteur a imaginé un dispositif donnant, de l'atome, une représentation qui se rapproche davantage des conceptions actuelles Pour bien la comprendre, nous rappellerons que Mayer aimante des aiguilles à coudre ; chacune traverse de part en part jusqu'à la tête un petit bouchon de liège. Ces aiguilles, abandonnées sur l'eau, flottent verticalement, la pointe en bas, et, comme le sens de leur aimantation est le même, elles se repoussent. Ce sont ces aiguilles qui représentent les molécules et leur magnétisme figure les forces répulsives. Pour obtenir des forces attractives, Mayer se sert d'un barreau aimanté qu'il tient verticalement au-dessus de l'eau, avec son pôle de nom contraire à celui de la tête des aiguilles dirigé vers le bas. Celles-ci sont attirées ; elles s'approchent et alors se produisent des groupements qui dépendent du nombre des aiguilles, de leur position initiale et impulsions imprimées. (Voir *Journal de physique*, 1879, t. viii, p. 32, 23 fig. de ces groupements.) Malheureusement cet atome est mort ; il faut un effort d'imagination pour se représenter le mouvement des aiguilles. D'autres physiciens ont remplacé l'eau par du mercure et les aiguilles aimantées par des billes de bicyclette ; mais ce sont encore des systèmes sans vie. M. R.-R. Ramsey est parvenu à imprimer un mouvement de rotation au mercure et par suite aussi aux billes par l'artifice suivant. Dans une cuve en bois de 15 × 15 cm² et 2 cm de profondeur, il dispose une électrode centrale C en platine, et, aux quatre coins, quatre électrodes M, en platine ou en fer. C est relié au pôle positif d'une pile par la borne A ; les électrodes M sont couplées en parallèle et reliées à la borne négative B. Un électro-aimant est disposé sous la cuve (fig. 1). Le courant entrant par C et



537.1 + 539.1. — Fig. 1. Cuve à mercure avec billes flottantes et électrodes C et M pour la représentation mécanique de l'atome.

sortant par M suit un chemin sensiblement radial et perpendiculaire au champ de l'aimant, qui joue ici le rôle du noyau positif. Le mercure est donc mis en rotation et entraîne les billes dans son mouvement ; il faut que l'aimant soit rigoureusement centré sur C. — Quand il y a deux billes posées sur la surface, elles ne décrivent pas la même circonférence autour du centre ; l'une tourne d'abord autour de l'autre, puis celle-ci tourne autour de la première, en traçant sensiblement des ellipses. Le mouvement se complique, d'ailleurs, à mesure que le nombre des billes augmente. Le fait, par exemple, que leurs vitesses angulaires ne sont pas les mêmes, produit un certain décalage et, par suite, une perturbation ou un mouvement vibratoire qui se superpose à la circulation régulière. Cette perturbation peut alors être interprétée comme étant l'origine d'une certaine espèce de radiations, de radiations lumineuses, par exemple. L'entrée d'une nouvelle bille jette un profond désarroi dans tout le système ; si les billes sont censées représenter des électrons, on interprète la perturbation en la considérant comme la source de rayons X, par analogie avec un rayon cathodique qui frappe un atome de platine. — Avec le dispositif schématisé en figure 2, il n'est possible de donner une image



537.1 + 539.1. — Fig. 2. Autre disposition de la cuve précédente destinée à matérialiser le phénomène de la désintégration de l'atome de radium.

de la désintégration atomique que du radium. Cette cuve est carrée et a 10 cm de côté sur 2 cm de profondeur. RR est la section d'un anneau de fer encastré dans le fond de la cuve ; les diamètres de l'anneau et de la tige sont respectivement 6 cm et 0,25 cm. Le champ, au centre, est très intense ; il décroît le long d'un rayon jusqu'à un minimum ; puis croît de nouveau pour atteindre un maximum sur l'anneau lui-même. N S représente le noyau qui fournit le champ magnétique. Celui-ci étant d'abord excité seul, on place un certain nombre de billes au centre du système ; elles se groupent suivant les figures de Mayer, mais dès que le courant est lancé à travers le mercure, on constate de temps à autre le départ d'une bille qui est d'ailleurs arrêtée par l'anneau de fer. On peut alors admettre que la bille joue le rôle d'une particule α, dont l'émission nécessite alors un regroupement du reste des particules et c'est pendant cette période troublée que se produisait l'expulsion des rayons β et des radiations γ. De huit à dix billes peuvent abandonner le système et chaque regroupement correspond à un des produits de la série radio-active. L'auteur fait remarquer que l'expérience suggérera d'autres interprétations qui ont pu lui échapper. — J. Br.

537.1. — Sur l'ionisation par les rayons X en champ magnétique; Auguste Righi. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 18 juin 1917, t. clxiv, p. 938, 900 mots, 1 fig. — Les recherches de l'auteur sur les phénomènes de décharge et l'influence d'un champ magnétique dans ces phénomènes l'ont conduit à supposer l'existence d'une action nouvelle du champ sur les gaz et augmentant leur ionisation. Il a reconnu qu'il y a des cas où le potentiel de décharge est rendu moindre par le champ, bien que les déviations magnétiques imposées aux ions et aux électrons doivent donner lieu au résultat opposé. — L'auteur avait déjà appelé la nouvelle action : *magnéto-ionisation* et

Digitized by Google

A. W. PIDWELL

PARIS — 23, Boulevard Malesherbes — PARIS

TÉLÉPHONE : *LOUVRE 03-31*

TOLES — FERS — FONTES

Feuillards laminés à froid et à chaud
Fil Machine — Billettes — Pointes — Tubes
Fils de fer et d'acier recuits, clairs, galvanisés, étamés

PLOMB — ZINC — CUIVRE

Matériel de Chemin de fer

Locomotives, Wagons, Ponts, Grues
Rails et Accessoires — Outillage pour Usines

Agences à LONDRES, NEW-YORK, CLEVELAND

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

éclairage et force motrice
installation d'usines
transport de force

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS

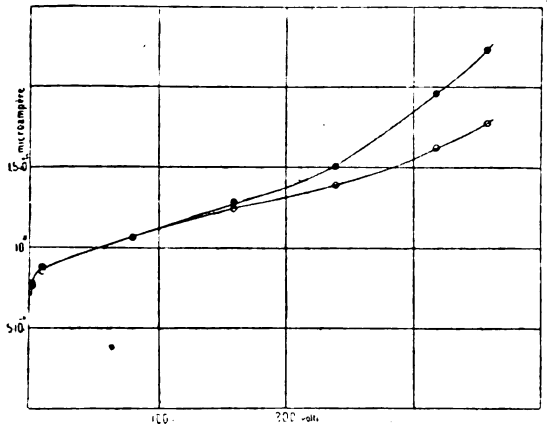
MALJOURNAL & BOURRON

AVENUE THIERS
LYON
Capital : 3.500.000 fr.

HAUTE
et
BASSE TENSION

Digitized by Google

l'expliquait en disant que la force électromagnétique agissant sur un électron satellite dans un atome rendra plus petite ou plus grande l'énergie nécessaire pour séparer l'électron de l'atome, suivant que cette force est dirigée vers l'extérieur ou vers l'intérieur de celui-ci. Il vient d'expliquer comme il suit pourquoi le premier effet doit l'emporter sur le second : la trajectoire parcourue dans un atome par un électron satellite peut être assimilée à un courant fermé, elle doit donc s'orienter ainsi que l'atome sous l'action du champ magnétique, on trouve que l'orientation imposée par le champ est celle pour laquelle la force agissant sur l'électron en mouvement est centrifuge; l'ionisation est donc favorisée par l'orientation des atomes produite par le champ magnétique. — L'agitation moléculaire et l'existence possible dans un même atome de plusieurs électrons d'orbite diversement orientés pourront faire que les atomes n'obéiront qu'incomplètement à la force orientatrice. Quoique la magnéto-ionisation soit vérifiée d'une manière satisfaisante par les expériences de décharge de l'auteur, celui-ci en a donné une démonstration plus directe en répétant, sous l'action du champ magnétique, les expériences classiques qui montrent la relation entre le potentiel et le courant pour un gaz traversé par les rayons X. Il emploie pour cela un récipient de verre contenant un gaz traversé par les rayons émis par une ampoule Coolidge et deux électrodes parallèles : l'une est connectée à un électromètre et reste isolée pendant un certain temps, pendant que l'autre a été portée à un potentiel positif. Si la déviation obtenue est d, l'intensité du courant en microampères est : $i = \frac{d(c + C)}{st}$, c étant la capacité en microfarads de l'électromètre, C celle d'un condensateur à mica qu'on doit



537.1. — Courbe des intensités en fonction de la tension. La courbe inférieure a été obtenue sans champ magnétique, la courbe supérieure sous l'action d'un champ de 300 gauss.

ajouter quelquefois, s la sensibilité (déviation de l'électromètre pour 1 v). Les résultats obtenus sont représentés sur la figure ci-contre. Une première série de mesures (air à la pression de 0,1 mm) a été faite sans champ magnétique. Les potentiels ont été portés en abscisses et les intensités en ordonnées. Les points déterminés par des mesures sont représentés par des petits cercles. La courbe se divise en trois parties, la première (petits potentiels, loi d'Ohm) est à peine indiquée ; la deuxième (courant de suturation) est à peine étendue en raison de la petitesse de la pression, la troisième, obtenue pour les potentiels élevés, montre l'effet de l'ionisation par choc. La seconde courbe est obtenue sous l'action d'un champ de 300 gauss dirigé perpendiculairement aux électrodes, les points déterminés par l'expérience sont en cercles pleins. Sauf pour les petits potentiels où elle se confond avec l'autre courbe, la nouvelle courbe est entièrement au-dessus de l'autre? Quoique l'ionisation soit rendue plus faible par les déviations magnétiques des ions, l'expérience montre le contraire, c'est ce qui prouve l'effet prépondérant de la nouvelle action. Avec des champs dont l'intensité n'est pas assez faible, c'est l'effet des déviations magnétiques qui l'emporte sur la magnéto-ionisation, et la courbe est tout entière au-dessous de la courbe ordinaire. — H. C.

537.4. — **Origine de l'électricité atmosphérique** ; H. Geisel et I. Elster. *E. T. Z.*, n° 20, 17 mai 1917, p. 272, 100 mots. D'après *Phys. Zeitschr.*, t. xvii, p. 455.

537.53. — **Polarisation des électrodes dans les gaz** ; C.-A. Skinner, *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. ix, p. 314-324. 4500 mots, 1 fig., 7 tab. — Dans un récent article (*Phys. Rev.*, février 1917), l'auteur a décrit des expériences qui établissent l'existence d'une forte polarisation en courant continu entre la cathode et le gaz conducteur d'un courant lumineux et qui montrent la concordance des mesures de potentiel faites au moyen d'un fil dans l'espace sombre de Crookes où l'erreur, si elle existe, doit être maxima. — Ces expériences amènent à conclure qu'il existe, en général, une polarisation en courant continu à l'anode aussi bien qu'à la cathode, partout où le courant est transmis du gaz à l'électrode par des véhicules ioniques. Si l'on place l'anode dans la lueur négative, sa polarisation en courant continu s'évanouit pratiquement, sans doute parce que le courant lui est transmis en ce point par des électrons libres qui, probablement, ne doivent pas produire une forte polarisation. En dehors de la lueur négative, la polarisation de l'anode est d'environ 20 v. Ces faits, joints aux expériences de Chrisler sur l'absorption anodique (qui montrent, qu'en général, les véhicules négatifs dans le courant lumineux sont les atomes) conduisent à la conclusion intéressante que les électrons doivent s'attacher fortement aux atomes peu après avoir quitté la lueur négative. — En l'absence de tout électron positif, il n'existe naturellement aucune partie de la lueur du courant où s'évanouisse la polarisation; on a constaté qu'elle a la même valeur dans la lueur négative qu'à la cathode. Seulement, lorsque le courant est constitué entièrement par des électrons libres (et peut-être par des ions qui proviennent des électrodes au lieu de se décharger sur elles), on peut supposer qu'il n'existe aucune polarisation aux électrodes. Une telle condition est approximativement réalisée à la cathode d'un arc ordinaire et aux deux électrodes d'un arc au mercure et d'une cathode Wehnelt. — Dans son étude antérieure, l'auteur avait constaté l'existence de la loi suivante avec une cathode d'aluminium placée dans un courant d'ionisation à travers l'hydrogène :

$$V_b = g\left(\frac{j}{n}\right)^2 \qquad (1)$$

où V_b représente la polarisation, j la densité du courant à la cathode, n le nombre d'ions positifs par centimètre cube dans le gaz entourant la cathode et g une constante. Cette loi se vérifie pour des valeurs de V_b au-dessus d'environ 10 v et subsiste à la cathode principale. — Dans le travail que nous analysons ici, l'auteur donne une théorie mathématique simple de cette polarisation des électrodes comme provenant d'un rebondissement élastique des ions qui se déchargent de l'électrode. Un essai antérieur avait été fait par l'auteur pour résoudre le même problème à partir du même point de vue; dans ce travail, l'auteur avait supposé que la région de la polarisation s'étend jusqu'à une distance de l'électrode égale à un libre parcours moyen de l'ion de décharge. L'équation empirique (1) est cependant indépendante de la pression du gaz. Ce fait, joint à d'autres considérations générales, a conduit l'auteur à la conviction que l'étendue de la région de polarisation à partir de l'électrode n'est qu'une faible fraction d'un libre parcours moyen des ions de décharge. Cette hypothèse simplifie l'étude théorique de la question et augmente son champ d'application. — A. B.

Digitized by Google

ÉTABLISSEMENTS Victor MENG

Téléphone Nord 01-87 01-88

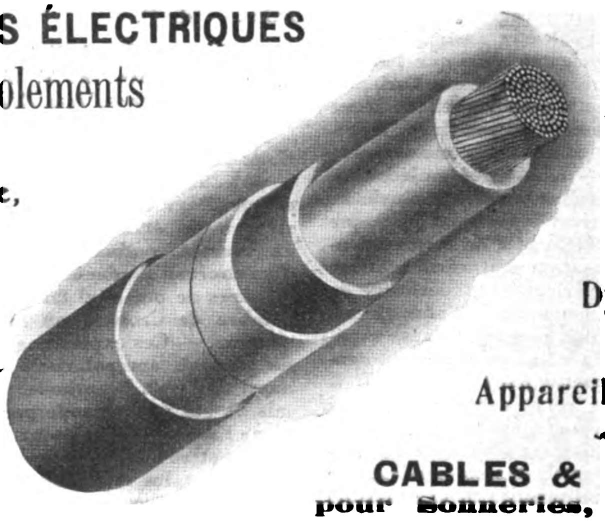
Adresse Télégraphique ÉLECTRICABLE PARIS

78 et 80, rue Bolivar, PARIS

FILS & CABLES ÉLECTRIQUES
de tous isolements

POUR

Transport de force,
Téléphonie,
Sonnerie,
Moteurs,
Lumière,
etc.



FILS CUIVRE ET MAILLECHORT
sous soie ou coton

POUR

Dynamos, Résistances
Lampes à arc,
Appareils de mesures, etc.

CABLES & CORDONS
pour Sonneries, Téléphones, etc.

UNIS FRANCE

"L'Eclairage Electrique", CAPITAL : 25.000.000 de francs. Siège social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

SOCIÉTÉ

OERLIKON

9, rue Pillet-Will — PARIS — Téléph. : Central 20-54.

MOTEURS ÉLECTRIQUES — GÉNÉRATRICES — TRANSFORMATEURS

Perceuses. Riveuses hydroélectriques. Appareillage

APPAREILS DE LEVAGE — PONTS-ROULANTS

Électrolyseurs. Ventilateurs de Fonderie. Cribles à sable

MATÉRIEL DE TRACTION ÉLECTRIQUE

Locomotives. Tramways. Freinage. Aiguillage automatique

TURBINES A VAPEUR OERLIKON

Matériel des Ateliers de Construction Oerlikon (Suisse). — *Bureau à Marseille, 27, rue Pavillon*

Digitized by Google

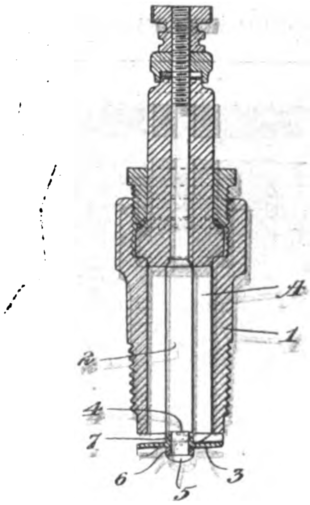
TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

621.315.2. — Quelques notes sur l'armement et la mise à la terre du revêtement de plomb des câbles souterrains, avec considération spéciale des systèmes solides; G. W.S. *Electrical Review*, 6 avril 1917, t. LXXX, p. 387-388, 2 200 mots. — La pratique consistant à réunir le revêtement de plomb des câbles souterrains à l'intérieur des manchons de jonction est aujourd'hui habituellement adoptée. On ne considère plus comme suffisant, comme on le faisait quelquefois, d'assurer la continuité du plomb d'un câble concentrique par un simple fil de cuivre fixé sur le plomb par une mauvaise soudure. Il se pourrait que la jonction et la mise à la terre du plomb dans les câbles soient devenues, pour bien des ingénieurs, un article de foi dont ils n'aperçoivent pas la raison. — On réunit les revêtements de plomb des systèmes de câble de manière à permettre aux différentes parties de ce revêtement d'être maintenues au même potentiel, malgré l'existence d'une fuite de courant. Si le revêtement est en outre mis à la terre, ce potentiel sera sensiblement celui du sol. Pour remplir cette condition, des manchons de section suffisante sont nécessaires, et, ce qui est encore plus important, la jonction du manchon au plomb du câble doit être réelle, sinon le passage d'un courant de fuite considérable pourrait fondre la jonction, isoler le manchon et entraîner naturellement un dégât sérieux du plomb. Les manchons doivent donc embrasser la circonférence entière du plomb, la jonction étant faite au moyen d'une quantité considérable de plomb. — La mise à la terre des câbles qui sont armés et posés directement dans le sol et de ceux qu'on dispose dans des conduits se comprend bien. Dans ces cas, le plomb n'est pas isolé et il est essentiel, pour éviter que des courants vagabonds n'entrent ou ne sortent du plomb, de le maintenir au potentiel du sol. Dans le cas de câbles posés sur système solide la raison n'est pas aussi apparente; le but poursuivi en posant des câbles sur système solide semble être un isolement réel du plomb. Les nombreuses précautions qu'il est nécessaire de prendre pour remplir les canalisations et l'emploi de ponts d'asphalte ou de grès qui caractérise actuellement les meilleures pratiques font que l'on se demande pourquoi, après avoir pris tant de peine pour isoler le plomb des câbles, nous devrions le mettre aussi soigneusement au sol. La mise à la terre du revêtement de plomb d'un système solide de câbles se produit à chaque service si, comme c'est la coutume habituelle, les manchons sont reliés au plomb, et à travers le plomb des feeders aux plaques de terre des ateliers. On peut voir qu'en isolant le plomb du câble dans les différents manchons et enlevant la connexion de terre du plomb des feeders aux ateliers le revêtement métallique de l'ensemble des câbles d'un système solide serait isolé du sol. — L'auteur envisage jusqu'à quel point l'isolement pourrait être maintenu et étudie un système particulier.

621.315.52. — Alimentation des petites agglomérations à l'aide de lignes aériennes avec conducteurs en fer; A. HARDGRAVE. *Electrical World*, 7 avril 1917, t. LXIX, p. 647-648, 1 800 mots, 4 fig. — Il existe aux Etats-Unis près de 13 000 villes de moins de 5 000 habitants, ayant une population totale de plus de 12 000 000 habitants, soit environ 13 pour 100 de la population des Etats-Unis. Un certain nombre de ces petites villes est alimenté par des usines particulières ayant seulement un service de nuit, mais beaucoup ne possèdent aucune distribution d'énergie électrique. Pour rattacher ces petites villes à un réseau de distribution, il est nécessaire d'établir des lignes aériennes d'un prix aussi faible que possible, car le revenu brut de ces distributions est assez faible. L'auteur cite un cas particulier intéressant; il s'agissait d'alimenter cinq petites communes à l'aide d'une ligne aérienne ayant une longueur totale de 36 km; le courant triphasé, 13 200 v; est conduit par une ligne en fil de fer (n° 6 BB) galvanisé et supportée par des poteaux en cèdre de 7,60 m à 9,15 m de hauteur, à raison de 25 par kilomètre en moyenne. La moitié de la longueur de la ligne est monophasée, le reste triphasé. La station génératrice à vapeur, avec machine à grande vitesse sans condensateur, est située dans la ville la plus importante (3 500 habitants), les autres villes (400 à 700 habitants) sont situées à des distances variant de 8 à 16 km. Les dépenses de premier établissement se sont montées approximativement à 16,5 dollars par tête, le gain net réalisé a été de 2,27 dollars, le revenu total fut d'environ 20 pour 100 du capital engagé. L'exploitation n'est cependant pas très économique, la perte en ligne atteint en effet près de 20 pour 100, néanmoins les résultats sont entièrement satisfaisants.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.431.42. — Bougie d'allumage pour machines à combustion interne; John-William BAIRD (Etats-Unis d'Amérique). *Brevet français n° 481 995*, demandé le 10 juin 1916, délivré le 14 novembre 1916, publié le 6 février 1917, 1 100 mots, 5 fig. — Cette bougie d'allumage est représentée par la figure 1. Elle comprend un corps tubulaire 1 formant un des pôles de la bougie, une tige intérieure isolée 2 formant l'autre pôle. La partie inférieure du corps 1 est évidée de manière à laisser un intervalle entre les deux pièces. Cet intervalle est ouvert à la partie inférieure. A l'extrémité inférieure de la tige 2, on dispose un disque ventilateur 3. Les ailettes de ce disque sont disposées radialement par rapport au moyeu, de manière que le disque tourne comme un ventilateur lorsque ces ailettes sont frappées par un

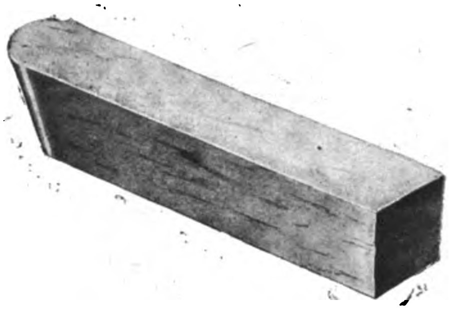


621.431.42. — Bougie d'allumage à nettoyage automatique.

courant d'air. Ces ailettes forment les points d'éclatement d'étincelles du pôle intérieur 2, les étincelles partant de ces points à travers les intervalles laissés entre eux et le bord inférieur du corps extérieur 1. Les gaz d'échappement venant de la chambre de combustion, en passant devant la bougie d'allumage, provoquent la rotation du disque. Par suite, à chaque décharge de gaz de combustion du moteur, les points d'éclatement de la bougie d'allumage sont automatiquement nettoyés ; il se forme autour de l'extrémité inférieure et dans l'espace A des tourbillons et des courants d'air qui aident à empêcher tout dépôt de suie, de charbon ou de matière étrangère sur l'extrémité inférieure du corps 1 ou sur les parois de l'intervalle A. Au lieu d'un disque ventilateur, on peut employer, à l'extrémité de la tige 2, une petite palette oscillante pouvant pivoter autour d'un axe transversal situé dans l'extrémité inférieure de la tige polaire. Naturellement, l'oscillation de cette palette est

Digitized by Google

"STELLITE"



OUTIL EN "STELLITE"

RENDEMENTS

50 à 300 %

PLUS ÉLEVÉ

QUE L'ACIER RAPIDE

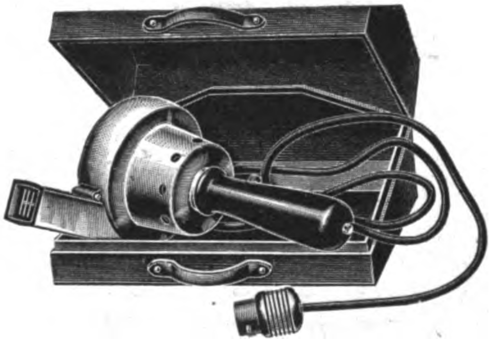
Tél. { NORD 37.64 / — 67.39 / — 70.14

AGENTS EXCLUSIFS

SOCIÉTÉ ANONYME ALFRED HERBERT

47, boulevard Magenta, PARIS

Télégrammes HEXAGON PARIS



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS
pour MASSAGE VIBRATOIRE

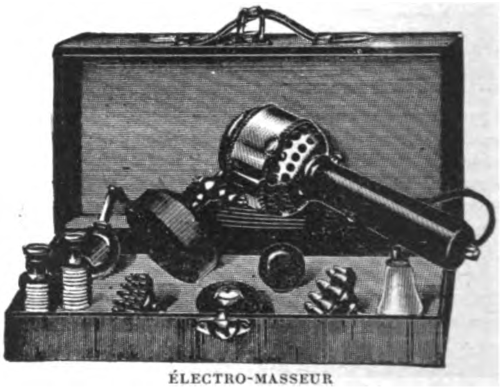
SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

Téléph. Gutenberg 47-80. *Télég.* Cespir-Paris.

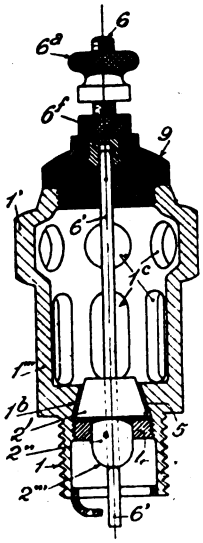


ÉLECTRO-MASSEUR

Digitized by Google

limitée par des moyens appropriés, de manière qu'elle ne puisse jamais venir en contact avec le corps 1 et qu'il existe toujours un intervalle entre elle et le bord inférieur du corps 1 pour le passage des étincelles. — E. P.

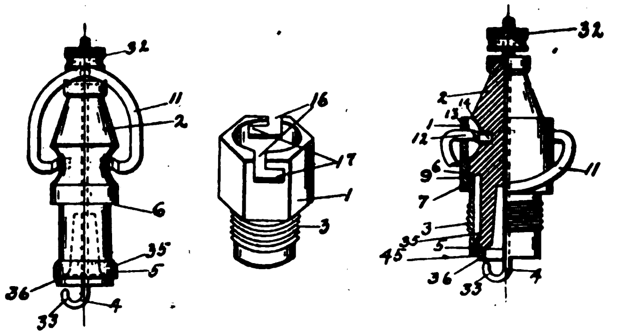
621.431.42. — Bougie d'allumage pour moteur à explosion; GINO REDINI (Italie). *Brevet français n° 482 163*, demandé le 29 juin 1916, délivré le 2 décembre 1916, publié le 27 février 1917, 2 000 mots, 16 fig. — Pour permettre un refroidissement par l'air de l'ensemble de la bougie, le corps métallique est creux et perforé de trous pour la circulation. La figure 1 représente le dispositif le plus perfectionné de ce nouveau type de bougie d'allumage ; le corps métallique est désigné par 1', l'électrode est constituée par deux parties distinctes 6 et 6' ; la partie inférieure 6', destinée à pénétrer dans la chambre d'explosion du moteur, est scellée d'une manière étanche tout le long de son logement dans le corps de l'isolant ; l'autre partie supérieure 6 est destinée à recevoir le serre-fil d'attache du conducteur d'amenée du courant. Elle est reliée par friction à la partie inférieure et fixée à demeure dans la partie supérieure du corps de l'isolant. L'isolant principal est réduit au minimum et ne



621.431.42. — Bougie d'allumage ajourée pour le refroidissement par l'air.

comprend que la partie tronconique 2', prolongée par les parties 2" et 2'". L'isolant secondaire 9 a la forme d'un bouchon vissé au sommet du corps métallique creux de la bougie ; c'est dans ce bouchon 9 que vient se visser la pièce 6f de la partie supérieure de l'électrode dans laquelle vient s'emboîter à friction l'extrémité libre de la tige 6'. La partie supérieure de cette tige est alors entièrement libre à l'intérieur de la cavité du corps creux de la bougie et se trouve, par conséquent, dans les meilleures conditions pour être efficacement refroidie. L'étincelle éclate entre l'extrémité de la tige 6' et le bord du corps métallique. Ce corps métallique porte à l'extérieur une partie filetée 1, grâce à laquelle il peut être vissé sur le cylindre du moteur. Grâce à cette construction l'air de circulation produit un refroidissement très efficace de tous les éléments de la bougie, ce qui lui assure un meilleur fonctionnement et une plus longue durée. — E. P.

621.431.42. — Bougie d'allumage; SOCIÉTÉ WOLVERINE SPARK PLUG C° (Etats-Unis d'Amérique). *Brevet français n° 482 059*, demandé le 16 juin 1916, délivré le 21 novembre 1916, publié le 14 février 1917, 1 600 mots, 15 fig. — Cette bougie d'allumage est construite de façon à permettre un démontage facile de l'armature isolante ou isolateur porte-électrode, quand on veut accéder à l'intérieur du cylindre du moteur ou nettoyer les contacts. Les figures 1, 2 et 3 représentent un dispositif d'exécution de cette bougie d'allumage. Elle comprend un corps métallique ou douille 1 et un isolateur 2. Le corps 1 est fileté en 3 pour permettre sa fixation sur la culasse du moteur, cette douille présente dans son bord supérieur deux fentes ou joints à baïonnette ; dans ces joints vient s'emboîter une agrafe ou organe de fixation 11. L'épaulement 6 de l'isolateur vient en contact de la nervure 9 du corps tandis que les parties 12 de l'agrafe s'engagent dans les parties 16 des fentes. On fait alors tourner l'isolateur de manière que les parties 12 pénètrent dans les parties 17 des fentes ; on rabat ensuite l'étrier ou agrafe, les parties 12 formant pivots et prenant appui sur le bord supérieur des parties 17 des fentes. L'isolateur se trouve ainsi maintenu élastiquement sur la nervure 9 formant siège. L'élasticité est suffisante pour tenir compte des différences dans les dimensions des pièces et pour permettre la dilatation de l'isolateur quand il est chaud, tout en n'étant



621.431.42. — Bougie d'allumage démontable.

cependant pas suffisante pour permettre à l'explosion des gaz, dans le cylindre du moteur, de dégager l'isolateur de son siège. Au lieu d'utiliser un organe de fixation comme ci-dessus, on peut aussi employer une pièce affectant la forme d'une tige ou goupille cordée et excentrée que l'on peut enfiler au travers d'ouvertures pratiquées dans les côtés du corps et dans l'isolateur. Les deux électrodes sont portées par l'isolateur et permettent de produire deux étincelles en série en des points distincts de la chambre à explosions. L'électrode centrale 4 porte la borne usuelle 32 pour la fixation du conducteur d'amenée de courant. La seconde électrode 5 entoure la partie inférieure de l'isolateur ; elle est sertie ou assujettie à force sur le rebord périphérique 35 de cet isolateur. Le corps ou douille 1 présente un rebord 45 à son extrémité inférieure, pour empêcher la seconde électrode de tomber dans le cylindre du moteur si elle se détachait pour une raison quelconque ou si l'extrémité inférieure de l'isolateur qui porte l'électrode se cassait. — E. P.

621.43 : — 014. — Dispositif électrique de mise en marche de moteurs à combustion interne; SOCIÉTÉ BOSCH MAGNETO COMPANY (Etats-Unis d'Amérique). *Brevet français n° 481 994*, demandé le 9 juin 1916, délivré le 14 novembre 1916, publié le 6 février 1917, 2 600 mots, 4 fig. — La figure 1 représente un schéma d'exécution du dispositif préconisé. L'induit 1 du moteur en série, servant à la mise en marche, porte un pignon 2, qui, lorsque le champ 3 est alimenté normalement par la batterie 4, se déplace automatiquement de manière à venir en prise avec un pignon 5 porté par l'arbre du moteur à combustion interne. Lorsque le champ 3 cesse d'être alimenté, l'action du ressort 6 maintient l'induit dans une position magnétiquement décentrée, c'est-à-dire déplacée latéralement par rapport à l'inducteur ; le pignon 2 cesse alors d'être en prise avec la roue 5. L'ensemble des segments fixes, 7, 8 et 9 et des balais 15, 16 et 17 permet

Digitized by Google

Adr. télégr. :
Leclique-Paris.

"L'Éclairage Électrique"

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

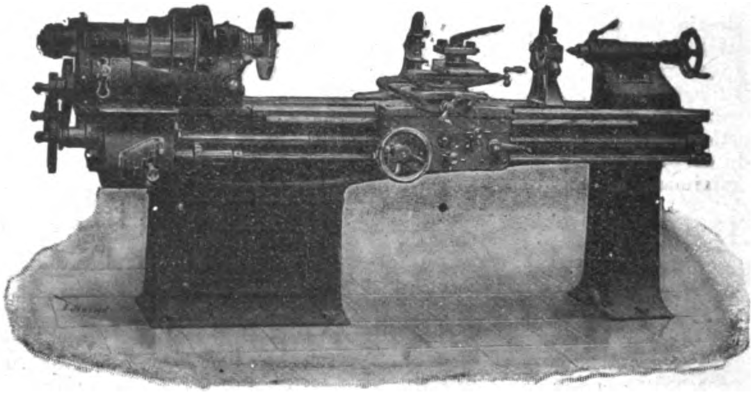
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone :
Elysées 42-90 / 42-91 / 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

LANDIS & GYR

BUREAUX ET LABORATOIRE :

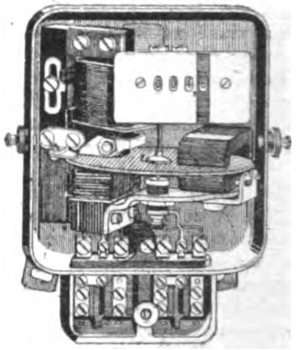
12, RUE LAPEYRÈRE, PARIS

ATELIERS : 4, rue des Cloys.

Téléph. : MARCADET 11-03. — Adr. télégr. : DIVISOR-PARIS.

Compteurs d'Electricité

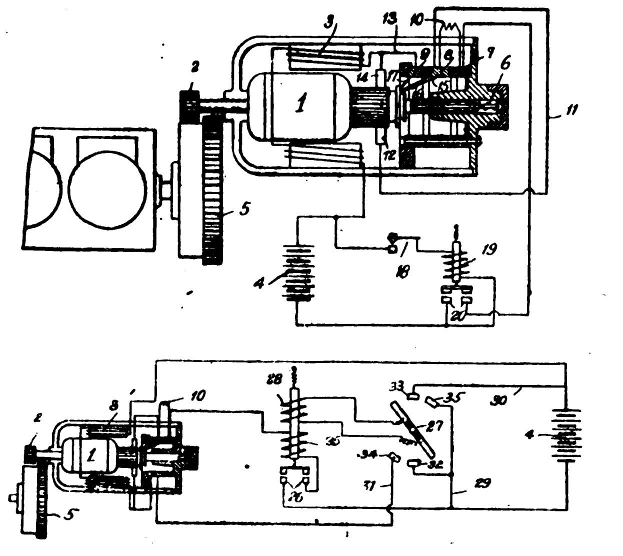
Wattmètres Ferraris
Interrupteurs horaires
Limiteurs de courant



Compteur courant alternatif.

Digitized by Google

d'établir les connexions convenables pendant la manœuvre. Les balais 15, 16 et 17 sont fixés sur l'induit et sont disposés de façon à se déplacer axialement avec celui-ci, mais à ne pas participer à son mouvement de rotation. Dans la position de non-fonctionnement, le balai 15 est en contact avec le segment 8, le balai 17 avec le segment 9; le courant passe de la batterie 4 au segment 7, puis à travers la résistance 10 au plot 8; là il, se divise; la plus grande partie passe à travers les balais 15 et 17, à l'enroulement inducteur 3, une autre faible partie se rend, par le conducteur 11, au balai 12, à l'enroulement d'induit, au balai 14 et à l'enroulement inducteur 3. L'induit se déplace alors latéralement; le pignon 2 vient en prise avec la roue 5; le faible courant passant à travers l'induit produit un léger mouvement de rotation de celui-ci, suffisant pour permettre aux pignons de venir plus facilement en prise, quelle que soit la position initiale des dents. Puis le balai 17 quitte le segment 9, tout le courant de la batterie traverse alors l'induit 1, la résistance 10 et le champ 3. L'induit se met alors à tourner en entraînant le moteur à combustion interne; lorsque l'induit est arrivé à sa position magnétique centrée, le balai 15 vient en contact avec le segment 7, mettant ainsi en court-circuit la résistance 10. Le temps nécessaire au déplacement est d'environ 1/16 de seconde. Lorsque le moteur à combustion atteint la vitesse à laquelle il démarre, le commutateur électromagnétique 18 est dégagé et déconnecte la batterie du moteur de mise en route. Cette disposition présente l'inconvénient suivant : avant que le pignon soit hors de prise, le balai 17 vient à nouveau en engagement avec le segment 9, fournissant ainsi au champ un courant suffisant pour amener un mouvement arrière tendant à faire venir complètement en prise les deux



621.43:.14. — Schémas d'un dispositif électrique de mise en marche de moteurs à combustion.

pignons. Il se produira donc un mouvement d'oscillation axiale de l'induit, qui se continuera jusqu'à ce que le commutateur 18 soit complètement dégagé. On remédie à cet inconvénient, soit en utilisant un commutateur auxilaire à commande électromagnétique, soit un commutateur auxiliaire rotatif; dans ce dernier cas, non seulement la batterie est automatiquement déconnectée du moteur de mise en route au moment où le moteur à combustion démarre, mais elle est également déconnectée automatiquement du moteur de mise en route, dans le cas où l'induit ne parvient pas, dès le début, à amener en prise les deux pignons 2 et 5. Le fascicule donne le délai du fonctionnement de ces deux dernières dispositions. — E. D.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

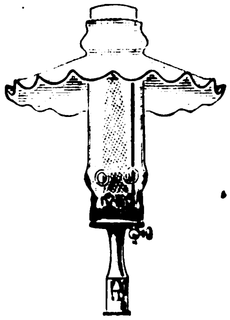
654.6. — Exploitation du téléphone semi-automatique d'Angers; Angelle. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1917, t. vi, p. 1-17, 4500 mots. — *Description du meuble de l'opératrice.* La table de l'opératrice est plate sur sa plus grande surface et légèrement rehaussée du côté opposé à l'employée; cette partie rehaussée est en pan coupé face à l'opératrice. Elle contient quatre rangées de lampes horizontales. La ligne supérieure est constituée par des lampes à capuchons verts qui sont les lampes d'appel du demandeur; la deuxième rangée de lampes et la troisième, à capuchons blancs, sont respectivement les lampes de supervision côté demandeur et côté demandé; la quatrième rangée, à capuchons rouges, sont les lampes d'appel du demandeur. De plus, une lampe pilote, placée soit à côté des lampes, soit sur la partie plate de l'exhaussement, s'allume et s'éteint en même temps que les lampes d'appel. — Au-dessous des rangées de lampes se trouve une rangée de clés pouvant occuper deux positions : la première, d'arrière en avant, sert à la fois à couper la conversation et à faire fonctionner le compteur de conversation; la deuxième, d'avant en arrière, constitue la clef d'écoute. Le meuble est équipé pour pouvoir assurer simultanément 30 communications. — Sur la partie plate de la table est placé le clavier constitué par 4 rangées de 10 boutons chacune numérotés, de 0 à 9. Ce sont ces boutons qui servent à composer le numéro du demandé. Même lorsque le nombre d'abonnés est inférieur à 1000, le numéro doit être composé de 4 chiffres, le premier chiffre est alors 0. Sur le côté est placé un bouton poussoir qui sert en cas d'erreur à ramener à leur position initiale les boutons du clavier; toutefois l'erreur ne peut être corrigée que si le numéro n'est pas entièrement composé, car la machine n'est pas encore entrée en mouvement. Enfin, la table possède une prise de courant pour le microphone plastron de l'opératrice, une clef d'entr'aide et trois clefs servant à bloquer, à ne pas compter et à relâcher. — Ceci dit, voyons quelle est la succession des opérations. L'abonné, qui possède un poste ordinaire, décroche son récepteur, le chercheur de ligne le connecte avec l'opératrice si le poste de cette dernière est libre, la lampe verte d'appel s'allume et indique ainsi le jeu de lampes qui sera utilisé dans l'établissement de la communication. — Ceci fait, un léger ronflement se produit sur la ligne et la téléphoniste dit : « J'écoute. » Le ronflement a pour but d'indiquer à l'abonné le moment où l'opératrice est libre. — Si plusieurs appels se produisent à intervalles très courts pendant lesquels l'employée est occupée, la machine allume les lampes d'appel et connecte à tour de rôle les abonnés avec le poste de la téléphoniste dès qu'elle est libre. Si l'encombrement est trop grand on peut faire pratiquer l'entr'aide et remédier ainsi à cet encombrement. — L'opératrice ayant dit : « J'écoute », l'abonné donne le numéro qu'il désire sans aucune formule de politesse; l'employée transcrit ce numéro sur son clavier, et dès que la machine est mise en marche les boutons du clavier retournent à leur position normale, la lampe verte s'éteint et la lampe rouge indicatrice d'appel s'allume. L'opération totale, depuis le ronflement jusqu'au retour des boutons du clavier à la position de repos, c'est-à-dire le temps qui nécessite le concours de la téléphoniste, est de 5 secondes environ. — Pendant le fonctionnement de la machine la lampe rouge scintille, elle ne devient fixe que lorsque la connexion est réalisée. A ce moment la machine envoie un courant d'appel sur la ligne du demandé. Si ce dernier répond, c'est-à-dire décroche son récepteur, la lampe rouge s'éteint. En cas de non-réponse, au bout d'une ou deux minutes, l'opératrice intervient au moyen de la clef d'écoute correspondante. Si la ligne demandée est occupée, l'abonné est prévenu par un ronflement intermittent et l'opératrice par l'allumage et l'extinction successifs de la lampe de supervision correspondante; l'abonné raccroche, et l'opératrice ramène les appareils au repos à l'aide de la clef de rupture associée au jeu de lampe utilisé. — Si le demandeur ne comprend pas le

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

Magasins et Bureaux : 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

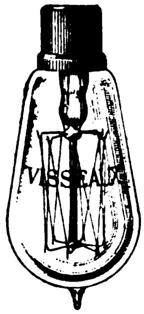
Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D. G.

Fabrique de Manchons.

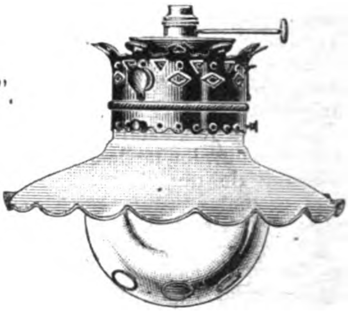
Soie et Ramie.



Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré

Verrerie " Baccarat ".

Cristallerie.



Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

***LYON 1914* : Membre du Jury. Hors concours. — *SAN FRANCISCO 1915* : Hors concours.**

TÉLÉGR. : VISSEAUX-LYON — CATALOGUES SUR DEMANDE — EXPORTATION

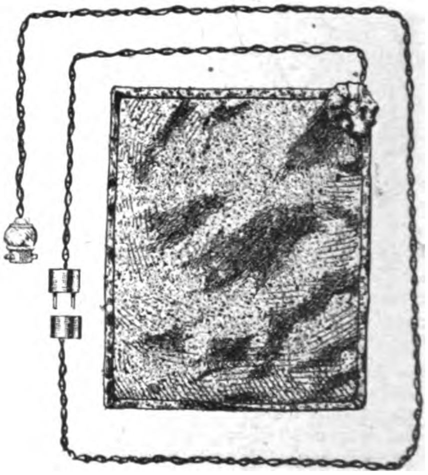
FABRIQUE D'APPAREILS DE CHAUFFAGE PAR L'ÉLECTRICITÉ

GEORGE FOX, Ingénieur-Électricien breveté, **24, rue Victor-Hugo, LYON**

Cataplasme Électrique

Appareil souple et léger. **Recommandé par les sommités Médicales** pour le traitement des : **Rhumatismes, Lumbago, Sciatique, Crampes, Indigestions, Congestions, Rhumes, Douleurs intercostales, Maux de dents, etc., etc.**

Il se livre avec taie en flanelle lavable.



DIMENSIONS :	CONSOMMATION :	PRIX :
10 × 25 c/m	20 watts	frs 24
15 × 15 c/m	20 —	— 22
25 × 32 c/m	40 —	— 36
30 × 40 c/m	50 —	— 48
40 × 20 c/m	70 —	— 46
20 × 70 c/m (ceinture)	50 —	— 64

TOUTE AUTRE DIMENSION SUR DEMANDE

Indiquer le voltage désiré. — Remise aux Électriciens et Revendeurs.

Digitized by Google

signal que lui fait la machine, la lampe de supervision côté demandé s'allume et s'éteint et la lampe de supervision côté demandeur reste éteinte, l'opératrice intervient alors au moyen de sa clef d'écoute, invite le demandeur à raccrocher son récepteur et libère la ligne. Dans les cas de non-réponse et d'occupation, le compteur de conversation ne fonctionne pas. — La fin de conversation est indiquée par l'allumage simultané des deux lampes de supervision côté demandeur et côté demandé; la téléphoniste libère les deux lignes au moyen de sa clef de rupture et le compteur du demandeur enregistre la conversation. — Nous avons dit plus haut que le meuble possédait une clef de bloquage, une clef de non-comptage et une clef de relâchement. — La clef de bloquage sert à mettre hors service un organe de la machine dont le fonctionnement est défectueux, cet organe ne pourra rentrer en service qu'après intervention du mécanicien et réparation. — La clef de non-comptage sert à empêcher une conversation qui n'a pu aboutir d'être enregistrée; l'opératrice abaisse simultanément, dans un tel cas, la clef de rupture et la clef de non-comptage, le compteur ne fonctionne pas et la conversation défectueuse n'est pas enregistrée au compte du demandeur. — La clef de relâchement met au repos les organes utilisés de la machine pour une communication déterminée, soit lorsqu'une erreur a été commise dans la composition du numéro, soit pour mettre au repos les organes immobilisés par la clef de bloquage quand le dérangement a été relevé; soit lorsque le demandeur ne raccroche pas son récepteur lorsque la conversation est terminée. — L'entr'aide est utilisé lorsqu'il y a encombrement sur un meuble d'opératrice. Cependant l'entr'aide ne fait que décharger l'opératrice aidée, mais ce sont toujours les appareils de son meuble qui fonctionnent; tout se passe donc comme si c'était elle qui avait effectué l'opération. — Le service interurbain est assuré par un meuble spécial constitué par des tables comprenant des panneaux de jacks multiples, placés en avant de l'installation automatique et par lesquels passent les lignes d'abonnés. La commmunication est alors donnée suivant la méthode ordinaire sans intervention des appareils automatiques. Les appels interurbains sont enregistrés par des annotatrices — Quand un abonné demande l'interurbain à l'opératrice du semi-automatique, celle-ci enfonce sur son clavier le bouton 7 des mille et la machine connecte l'abonné avec une ligne libre d'annotatrice, une lampe s'allume sur une table spéciale. L'annotatrice abaisse une clef correspondant à cette lampe, donne les indications nécessaires et remet sa clef au repos; la lampe de supervision côté annotatrice du semi-automatique s'allume et l'opératrice du semi-automatique rompt la communication dès que l'abonné a raccroché son récepteur, ce qui lui est indiqué par l'allumage de la lampe de supervision correspondante. — L'installation comporte neuf lignes d'annotatrices desservies par une seule employée; si plusieurs lignes d'annotatrices ne sont pas libres, la machine connecte automatiquement l'appel avec une quelconque des lignes libres sans manœuvre supplémentaire. Pendant les heures de faible trafic, la présence d'une annotatrice est inutile et les neuf lignes sont connectées par renversement d'une clef spéciale placée sur la table d'annotatrice avec une table interurbaine dont l'opératrice assurera le service. — L'opératrice du semi-automatique, en appuyant sur les boutons 8 et 9 de son clavier, peut donner à l'abonné les postes d'essais ou de renseignements; dans ce cas le compteur ne fonctionne pas. — *Résultats de l'exploitation.* L'auteur donne ensuite les résultats de l'exploitation des semi-automatiques d'Angers. Ces appareils ont donné entière satisfaction. Ainsi, le 4 août 1916, le réseau d'Angers comprenait : 721 abonnés et 20 cabines publiques, le nombre de communications établies entre 9 heures et 10 heures a été de 233. L'auteur donne deux tableaux qui montrent que le rendement d'une opératrice peut atteindre 10 communications à la minute, chiffre qui pourrait peut-être être élevé à 12. Le service est exécuté régulièrement, sans à-coup, et sans fatigue de l'employée. — Si les avantages du semi-automatique sont considérables, il présente quelques inconvénients; l'opératrice ne peut intervenir directement pour remédier à certaines difficultés dont peuvent avoir à se plaindre les abonnés. L'auteur examine deux cas particuliers qui montrent les difficultés que présente alors le système semi-automatique et qui exigent l'intervention du personnel technique. Ces difficultés sont moindres quand le semi-automatique possède, comme c'est le cas à Angers, des lampes de supervision. — L'auteur termine en faisant remarquer que, dans le cas d'entr'aide, c'est sur le meuble de l'employée aidée qu'est connectée la communication et non sur le meuble de l'employée aidante, ce qui revient à rendre responsable d'une opération défectueuse une opératrice qui n'y a pas pris part. — H. C.

538.56. — Les phénomènes électriques oscillatoires de l'arc parlant; J.-P. Van Zandt. *Electrical World*, 1916, t. LXVIII, p. 1 415; *Electrician*, 1re décembre 1916, t. LXXVIII, p. 287, 1 100 mots, 1 fig; *Elettrotecnica*, 25 mars 1917, t. IV, p. 175, 800 mots, 1 fig.

654.25 + 538.56. — Vérification expérimentale d'une formule de la théorie des radiocommunications; Boutillon. *Ann. des P. T. T.*, décembre 1916, t. v, p 443-447, 3 400 mots.

654.25. — Les systèmes modernes de réception radiotélégraphique; G. Martinez. *Elettrotecnica*, 25 mai 1917, t. IV, p. 278-284, 5 500 mots, 16 fig. — Cet article comprenp une description sommaire des appareils employés aujourd'hui pour la réception des signaux radiotélégraphiques, et une exposition qualitative de leur fonctionnement. Pour les ondes amorties l'auteur considère les circuits simples des révélateurs à contacts ou à tubes à vide et les circuits avec intensificateur; pour les ondes entretenues les systèmes à interrupteurs, c'est-à-dire le ticker et la roue phonique, et les plus modernes dispositifs à interférence, c'est-à-dire l'hétérodyne et l'auto-hétérodyne. Enfin il examine brièvement les moyens d'affaiblir les perturbations produites dans les récepteurs par les phénomènes atmosphériques et par la simultanéité de plusieurs transmissions. —

538.561. — Courbes caractéristiques du générateur d'ondes Poulsen à arc; N.-W.-Mc Lachlan. *Electrical Review*, 20 octobre 1916, t. LXXIX, p. 429, 700 mots; *Electrician*, t. LXXXII, 15 et 22 septembre 1916, p. 883-885 et 900-901, 3 400 mots, et 2 600 mots, 5 fig., 2 fig., 3 tab.; *Electrical World*, t. LXVIII, 14 octobre 1916, p. 775, 140 mots; *Wireless World*, novembre 1916, t. IV, p. 594-599; *Sc. Abst* B, novembre 1916, t. XIX, p. 412 n° 866.

654.25. — Le détecteur de terre employé par la Pacific Coast Co; George-E. Armstrong. *Electrical World*, 9 décembre 1916, t. LXVIII, p. 1 145-1 146, 1 200 mots, 6 fig.; *Sc. Abst.* B, février 1917, t. XX, p. 7, n° 135.

DIVERS

92. — Quelques aspects de la vie et de l'œuvre de lord Kelvin; Alexander Russel. *J. I. E. E.*, décembre 1916, t, LV, p. 1-17, 16 680 mots. *Electrician*, 17 novembre 1916, t. LXXVIII, p. 216-218, 5 700 mots.

331.86. — Sur la réorganisation des écoles professionnelles techniques en Italie; F. Lori. *Elettrotecnica*, 25 octobre 1916, t. III, p. 658-662, 4 500 mots. Discussion, à l'Associazione elettrotecnica italiana à Firenze du 28 au 31 octobre 1916, des conférences faites à Milan et Rome, en mars et avril et reproduites dans *Elettrotecnica* du 25 septembre 1916, p. 598-603, 6 000 mots.

331.86. — La question de l'enseignement professionnel; A. Canali et Hess. *Elettrotecnica*, 25 novembre 1916, t. III, p. 723-726, 3 300 mots.

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Dynamos, Phares, etc. — Installations électriques sur voitures et canots automobiles.

Société d'Électro-Métallurgie de Dives

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 20 millions de francs.

CUIVRE

LAITON

NICKEL

ALUMINIUM

ÉTAIN

EN LINGOTS, BARRES, FILS, PLANCHES, FEUILLES, EMBOUTIS

Fils en cuivre de haute conductibilité, Fils pour Trolley, Fils bi-métal, Coins pour collecteurs, Étain en feuilles, Maillechort en fils et en lames.

USINES à
DIVES-sur-MER (Calvados).

SIÈGE SOCIAL à PARIS
11 bis, Rue Roquépine.

SECTION INDUSTRIELLE

EXPLOITATION

621 316 : 31. — Distribution de l'électricité; vue rétrospective. *Electrical Review*, 13 avril 1917, t. LXXX, p. 397-398, 2 200 mots. — Un fait de la plus grande importance parmi les événements de l'an passé, conclut l'auteur de l'article, qui doit frapper tous les esprits observateurs, est la communauté des intérêts des usines de distribution de l'électricité en général. Actuellement ces intérêts, quoique agissant à l'unisson, sont semi-indépendants, et ce devrait être notre but commun de les fusionner d'une manière permanente, aussi intimement que possible, de manière qu'après la guerre, un corps représentatif — une National Electric Supply Association of Great Britain — puisse exister pour le plus grand profit de l'industrie de distribution électrique envisagée comme un tout. — A. B.

621.316.00.3. — Récents développements des entreprises de distribution d'énergie électrique; A.-E. Mc. Kenzie. *Electrician*, 24 novembre 1916, t. LXXVIII, p. 258-259, 1 650 mots, d'après *J. I. E. E.*

621.31.00.3. — Considérations à l'usage du « Board of Trade Committee. *Electrician*, 27 avril 1917, t. LXXIX, p. 153, 1 800 mots. — Le nouveau « Board of Trade Committee », constitué dans le but de pourvoir l'Angleterre d'une fourniture adéquate et économique de puissance électrique doit tenir compte des entreprises existantes et de la nécessité d'utiliser le mieux possible les capitaux engagés. — Il est évident que des mesures énergiques de coordination sont nécessaires au point de vue de l'économie, et que les développements futurs des demandes nécessiteront de puissantes stations génératrices. En outre, le problème tout entier de la puissance à bon marché est étroitement lié au traitement économique de la houille et à la récupération de sous-produits comme l'ammoniaque et le goudron. — L'assistance de l'État devra être envisagée au point de vue financier. Reste à décider sous quelle forme se produira l'intervention de l'État. Il semble possible que le Comité se décide contre la solution qui consisterait à instituer l'État entrepreneur comme il l'est pour les Postes, en faveur de quelque sorte de contrôle de l'État, signifiant par là, non seulement contrôlé, mais aussi aide à l'entreprise privée. — La question du combustible devra passer au premier plan dans les préoccupations du Comité : 200 000 000 de tonnes de charbon sont consommées annuellement en Angleterre et il semble possible, par un traitement économique, de produire un effet utile triple avec la même consommation. Il est vraisemblable que la production de l'électricité consomme plus de la moitié du charbon dépensé dans le pays et, par suite, le problème de l'économie du combustible exige la coopération entre les entreprises de puissance électrique, les usines à gaz, les houillères, les industries du fer et de l'acier, et les industries des goudrons de houille. — A. B.

621.31.00.3. — Résultats de l'exploitation des stations centrales pendant le mois de janvier 1917. *Electrical World*, 7 avril 1917, t. LXIX, p. 654-655, 600 mots, 7 tab., 5 fig. — Dans le premier mois de cette année, le résultat de l'exploitation montre une augmentation des recettes de 14.3 pour 100; le montant des recettes atteint en nombres ronds 41 000 000 de dollars, pour la fourniture de 2 170 000 000 kw-h. L'augmentation de la puissance fournie montre dans quelle mesure les stations centrales étaient amenées à alimenter les établissements industriels que le prix élevé du charbon, ainsi que la difficulté à se procurer le combustible, incitaient à chercher une nouvelle source d'énergie. Dans une certaine mesure cependant, les opérations industrielles, pendant le mois de janvier, étaient entravées par les mauvaises conditions climatériques, la congestion des voies de transport, l'embargo et une insuffisance notable dans la fourniture de la matière brute. L'article est accompagné de courbes représentant les augmentations de recettes et de débit depuis février 1915, les stations étant groupées d'après l'importance des villes alimentées, l'augmentation est continue bien qu'inégale pour les différents groupes. — A. Bt.

621.311 : 31 — La puissance fournie dans les stations génératrices américaines. *Electrical World*, 7 avril 1917, t. LXIX, p. 651, 600 mots, 2 tab. — L'article donne les statistiques complètes pour 1916 de la puissance débitée, la charge en pointe et le facteur de charge des plus grandes stations génératrices des États-Unis. Le total de la puissance fournie atteint 17 500 000 000 kw-h; la plus grande partie de cette énergie provenait des stations hydrauliques, la valeur du facteur de charge est très variable, passant de 26 pour 100 à la Georgia Railway et Power Company à 91,5 pour 100 à l'Hydraulic Power Company, cette dernière Compagnie a constaté fréquemment un facteur de charge égal à 98 pour 100. Toutes les exploitations ont souffert de l'augmentation du prix des matières et de la main-d'œuvre, ainsi que du manque de charbon et de son prix élevé dans le cas des stations à vapeur. — A. Bt.

ORGANISATION ET AMÉNAGEMENT

656.405. — Mesures de protection contre les accidents causés par les tramways. *Electric Railway Journal*, t. XLIX, 31 mars 1917, p. 594-596, 1 000 mots, 12 fig. — La Société américaine pour la sécurité de l'exploitation des tramways a décerné son prix annuel à la Connecticut Company de New-Haven; l'article montre les dispositions prises par cette Compagnie pour éviter, dans la mesure du possible, les accidents de personnes, aussi bien dans ses ateliers que sur les voies. Le trafic a été cette année particulièrement chargé, un grand nombre d'ateliers ayant dû augmenter leur production dans de grandes proportions, par suite des fournitures à effectuer pour la guerre; d'autre part, le personnel nécessaire pour la conduite, l'entretien et la réparation du matériel roulant fut très difficile à trouver, l'exploitation du réseau dans ces conditions offrit de nombreuses difficultés. Les résultats satisfaisants, obtenus au point de vue des accidents, sont dus en grande partie à ce que la Compagnie s'efforça de stimuler le public à étudier lui-même la meilleure manière d'obtenir sa sécurité; un concours avec récompenses, offertes par la Compagnie fut ouvert à tous les élèves des écoles; une rédaction sur le sujet : « Comment j'assure ma sécurité dans la rue » fut traitée par tous ces élèves et les meilleures compositions furent insérées dans les journaux accompagnées des portraits des jeunes lauréats. Des concours du même ordre, des conférences faites au personnel conducteur améliorèrent également le service au point de vue de la sécurité, de nombreuses brochures sur les sujets suivants : « Règles pour les employés; instructions pour la sécurité des employés; règles pour les secours à donner aux victimes d'une électrocution, furent également distribuées au personnel et les résultats de toutes ces mesures furent une exploitation d'une sécurité à peu près parfaite. D'autres Compagnies de traction reçurent aussi des récompenses pour les mesures qu'elles avaient prises pour assurer la sécurité du personnel et du public. — B.

Digitized by Google

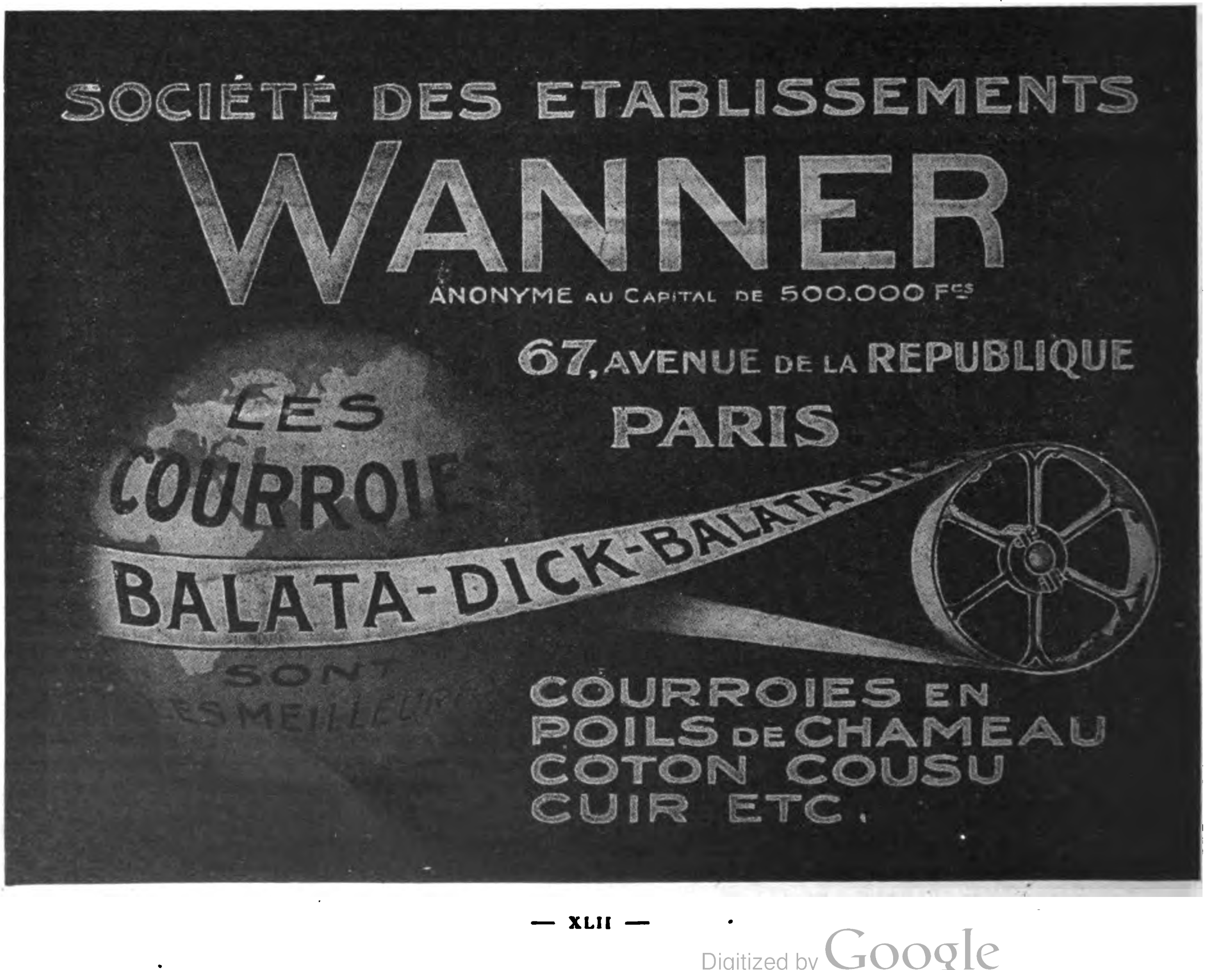
EMPLACEMENT RÉSERVÉ

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIV^e)



Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.52. — Arcs électriques dans l'éther ; A. Rönnholm. *Engineering*, 1er juin 1717, t. ciii, p. 531, 100 mots. — Dans les « Archives pour les mathématiques, l'astronomie et la physique » de Stockholm, l'auteur décrit quelques expériences intéressantes sur les arcs produits dans l'éther entre électrodes métalliques, en parallèle avec des circuits possédant de la self-induction, de la résistance, et de la capacité. Il a trouvé que, pour chaque résistance, il y a une certaine valeur du courant au-dessus de laquelle l'arc est le siège d'oscillations et ne peut être maintenu. En portant en ordonnées les tensions aux bornes de l'arc, en fonction du courant et en traçant des lignes divergentes du point 220 v vers différentes valeurs du courant portées en abscisses, de 0,2 A à 2 A, il obtient un diagramme composé de lignes divergentes et une ligne coupant ce diagramme indiquant les valeurs entre lesquelles le courant oscille. Cette amplitude d'oscillation augmente en même temps que la capacité et diminue quand l'inductance augmente ; cette amplitude augmente avec la conductibilité des électrodes, très grande pour le cuivre, elle est petite pour l'aluminium et encore plus petite pour le fer. La température a également une grande influence sur le phénomène ; si les deux électrodes ne sont pas de même métal, l'anode devenant plus chaude a une influence plus grande que celle de la cathode. La fréquence des oscillations ne paraît pas dépendre de la nature du métal. A. Bt.

537.531. — Notes sur l'absorption des rayons X ; Tycho E. son Aurén. *Philosophical Magazine*, juin 1917, t. xxxiii, p. 471-487, 4200 mots, 2 fig., 7 tab. — Les expériences sur l'absorption des rayons X, des rayons secondaires, des rayons α, β ou γ, etc., sont toujours assez délicates, parce qu'il est difficile d'obtenir un pinceau primaire bien homogène et que, quand il s'agit de rayons X, le faisceau émis par l'ampoule est très inconstant ; il faut aussi tenir compte de l'intervention des rayons déviés qui peuvent troubler les mesures. Négligeant ce dernier effet, l'auteur appelle coefficient d'absorption, le facteur μ de la formule $I = I_0 e^{-\mu d}$; si ρ est la densité de la substance traversée, $\frac{\mu}{\rho}$ sera le coefficient d'absorption massique, comme nous l'avons déjà défini d'autre part. Mais, à l'instar de Bragg et Pierce, il est préférable d'adopter le coefficient d'absorption atomique (α) parce que ce dernier est plus facilement comparable aux autres constantes caractéristiques de l'atome ; on obtient $\frac{\mu}{\rho}$ en divisant le coefficient atomique (α) par la masse comme de l'atome. D'après Bragg et Pierce on a : $\frac{\mu}{\rho} = A\lambda^x$ et $(\alpha) = CN^4\lambda^{\frac{5}{2}}$; d'où l'on conclut que le rapport des coefficients d'absorption massiques, pour deux substances, est indépendant de la longueur d'onde et qu'il est aussi égal au rapport des quatrièmes puissances des nombres atomiques N de ces deux éléments ; A et C sont des constantes. Il y a donc intérêt à considérer les coefficients d'absorption relatifs à un élément pris comme terme de comparaison qui sera l'eau, parce que ce coefficient peut se déterminer avec une plus grande précision et qu'il est tout aussi apte à caractériser les différentes espèces d'atomes de molécules. Au lieu de prendre les métaux simples, on étudie l'absorption de la solution de l'un de leurs sels. L'auteur est le premier qui ait adopté cette façon de procéder. Son dispositif expérimental comporte une méthode de zéro, obtenue en séparant en deux pinceaux le faisceau issu d'une ampoule à rayon X. Ces pinceaux traversent respectivement une cuve à faces parallèles de 1 cm d'épaisseur contenant de l'eau pure et un comparateur qui est aussi une cuve à faces parallèles, mais dont les faces peuvent être écartées ou rapprochées de quantités mesurées par un micromètre. Les rayons ayant traversé les cuves pénètrent dans deux chambres d'ionisation distinctes, dont les courants circulent en sens contraires sur deux conducteurs extérieurs reliés à la boule d'un électroscope à fil : le réglage consiste à ramener toujours le fil à son zéro. Pour cela, on verse d'abord de l'eau dans la cuve et le comparateur, et on ajuste l'épaisseur de celui-ci de façon que le fil de l'électroscope ne bouge pas. On lit sur le micromètre la division d_1. Soient alors μ_w et μ_s, les coefficients d'absorption de l'eau et de la substance ; I et kI les intensités des faisceaux qui tombent sur les récipients correspondants, on a : $Ie^{-\mu_w} = kIe^{-\mu_w d_1}$ On remplace l'eau du comparateur par la solution et on agit encore sur l'écartement des faces de façon à ramener le fil au zéro ; soit d_2 la division indiquée par le micromètre ; on a : $Ie^{-\mu_s} = kIe^{-\mu_{10} d_2}$. D'où l'on tire $\mu_s - \mu_w = \mu_w (d_2 - d_1)$. $\mu_x = \mu_s - \mu_w$ représente le coefficient d'absorption de l'élément, car μ_s comprend à la fois μ_x et le coefficient d'absorption μ_{10} de l'eau de dissolution : $\frac{\mu_x}{\mu_w} = d_2 - d_1$. Le coefficient d'absorption moléculaire se calcule facilement si l'on détermine le nombre de molécules contenues dans un litre ; ce nombre, pour l'eau, est $1000 : 18 = 55,5$; si la concentration de la solution correspond à m molécules g par litre, on a : coefficient d'absorption moléculaire $= \frac{(d_2 - d_1)\ 55,5}{m}$. Cette formule suppose que la quantité d'eau dans le comparateur est égale à celle de la cuve ; ceci n'est vrai que pour des solutions très étendues. Connaissant la densité de la solution, il est facile d'en déduire de combien il faut augmenter d_2 pour tenir compte de cette eau déficitaire. L'auteur a utilisé des rayons correspondant à 10 cm d'étincelle équivalente et filtrés à travers une lame d'aluminium de 1,25 cm d'épaisseur. Il a obtenu les résultats suivants : 1° le coefficient d'absorption atomique de l'aluminium est indépendant de l'épaisseur ; 2° pour différentes concentrations le coefficient d'absorption moléculaire est constant, sauf pour les solutions colloïdales ; 3° les coefficients d'absorption atomiques croissent en même temps que les poids atomiques ; 4° les présentes expériences semblent infirmer la formule de Bragg et Pierce rappelée plus haut. Si l'on porte en abscisses les nombres atomiques et en ordonnées les coefficients d'absorption atomique des

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

L'APPAREILLAGE ÉLECTRO-INDUSTRIEL

PÉTRIER, TISSOT & RAYBAUD Ing. (A. & M. — E. S. E. P.)

Marque déposée

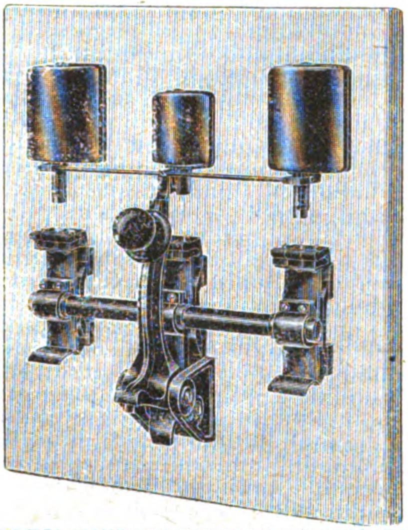
CONSTRUCTEURS ÉLECTRICIENS

24, rue de la Part-Dieu

LYON

Télég. : ÉLECTRO-LYON

Téléphone 42-49 / 54-45



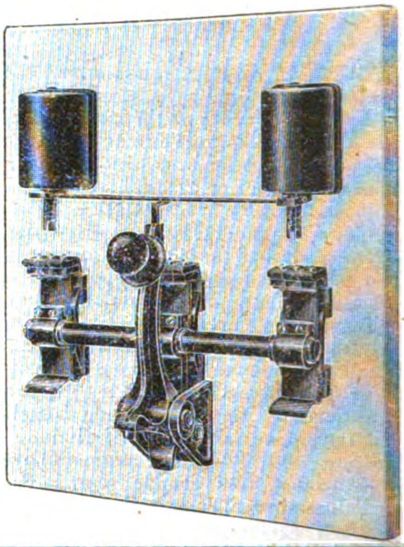
Disjoncteurs Tripolaires

NOUVEAUX MODÈLES
SIMPLES & ROBUSTES

SÉRIE INDUSTRIELLE

PRIX ET TARIFS SUR DEMANDE

UNIS PTR FRANCE 1 8 MARQUE INTERSYNDICALE



ÉTABLISSEMENTS VICTOR MENG

78 et 80, rue Bolivar, PARIS

TÉLÉPHONE NORD 01-87 / 01-88

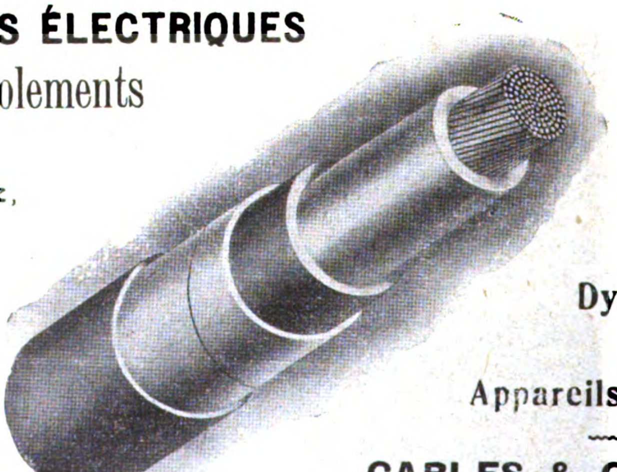
Adresse Télégraphique ÉLECTRICABLE PARIS

FILS & CABLES ÉLECTRIQUES

de tous isolements

POUR

Transport de force,
Téléphonie,
Sonnerie,
Moteurs,
Lumière,
etc.



FILS CUIVRE ET MAILLECHORT

sous soie ou coton

POUR

Dynamos, Résistances
Lampes à arc,
Appareils de mesures, etc.

CABLES & CORDONS

pour Sonneries, Téléphones, etc.

UNIS FRANCE 1

"L'Eclairage Electrique", CAPITAL : 25.000.000 de francs. Siège social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Digitized by Google

éléments étudiés par les auteurs, on obtient une ligne brisée dont les divers tronçons rectilignes groupent tous les corps dont les coefficients d'absorption sont proportionnels à leur nombre atomique ; entre les différents groupes, la relation paraît plus compliquée ; 5° le tungstène, le cérium et le baryum ont montré une absorption sélective pour la longueur d'onde employée. — J. Br.

537.531. — Examen critique de la loi de répartition des raies dans les spectres de rayons X; Horace Scudder Uhler. *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. ix, p. 325-335, 3 200 mots, 1 fig., 3 tab. — L'auteur montre que la loi de Moseley, $\nu = A(N - B)$ ne représente pas d'une façon satisfaisante les séries des rayons X pour l'ensemble des longueurs d'onde actuellement connues. — Il propose la formule

$$\sqrt{\nu} = A + BN + \frac{C}{D - N}$$

où A, B, C et D sont des constantes pour une sous-série et il montre qu'elle représente bien les observations dans les limites des erreurs d'expérience. — Il discute l'incertitude qui résulte de l'extrapolation des séries jusqu'à l'hydrogène. Il aboutit à la conclusion que, si les raies du spectre de rayon X de l'hydrogène existent, elles doivent avoir des longueurs d'onde inférieures à 400 Å. — Il appelle l'attention sur le fait que la série des nombres naturels commençant par 1 n'est pas la seule progression arithmétique qui puisse être utilisée comme suite des nombres atomiques concordant avec les « régularités » de Moseley. — A. B.

538. — Le magnétisme résiduel dans la protection magnétique; E. Wilson et J.-W. Nicholson. Société royale de Londres, séance du 8 mars 1917. — Les auteurs poursuivent l'étude des problèmes soulevés par la construction d'un écran magnétique capable de réduire le champ terrestre à moins de 0,001 unité C. G. S. dans un grand espace. Ils ont trouvé que le processus ordinaire de démagnétisation d'une masse de fer est complètement inefficace si, durant le fonctionnement du courant, un champ magnétique constant comme celui de la terre continue à agir. Ce phénomène n'a pas été noté jusqu'à présent, probablement à cause de la faiblesse du champ terrestre, mais il devint prépondérant dans les expériences de mesure de champs aussi faibles que 0,001 unité C. G. S. Cet effet du champ magnétique constant est associé à un renversement des effets résiduels d'hystérésis dans le fer soumis dans le champ terrestre à des courants situés dans un certain intervalle où ils annulent à peu près le champ. Il est possible de faire disparaître complètement la polarisation irrégulière ou l'histoire magnétique antérieure des enveloppes de l'écran pourvu que, pendant la démagnétisation préliminaire des enveloppes, le champ terrestre constant qui agit sur elles soit annulé par un courant constant convenable entourant tout l'écran.

538.11. — L'inertie magnétique; W. Walker. Société royale de Londres, séance du 29 mars 1917. — L'auteur estime qu'un corps magnétisé doit posséder une inertie magnétique, de même qu'un corps électrisé possède une inertie électrique. Dans le cas d'une sphère de rayon a et de moment magnétique m, l'inertie pour l'accélération parallèle à l'axe magnétique est égale à $2/5\ (m^2a - 3\ C - 2)$ et pour l'accélération perpendiculaire à l'axe magnétique à $4/5\ (m^2a - 3\ C - 2)$, où C est la vitesse de radiation. L'auteur considère l'ordre de grandeur de cette inertie à la fois au point de vue astronomique et atomique.

538.23. — Influence d'un champ magnétique transversal sur l'hystérésis; N.-H. Williams. *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. ix, p. 339, 200 mots. — L'influence d'un champ alternatif appliqué normalement au champ direct pendant le tracé de la courbe d'hystérésis a été étudiée sur des échantillons d'acier de dureté variable. Le champ direct atteignait 150 gauss tandis que le champ alternatif avait une intensité maximum de 150 gauss. Avec des échantillons doux, toute trace d'hystérésis disparaît ; avec de l'acier très dur, la largeur de la courbe d'hystérésis est réduite au dixième de la courbe primitive. — Pour des échantillons doux, la courbe d'aimantation, quand on applique le champ alternatif, est tout entière à l'extérieur et au-dessous de la courbe normale d'hystérésis. Pour de l'acier dur elle est à l'intérieur de la courbe normale, sauf au voisinage du sommet où elle passe à l'extérieur et au-dessus. — On a pu calculer l'induction qui devrait correspondre à toute intensité de champ, et les points ainsi déterminés se répartissent au voisinage de la courbe expérimentale. Les légers écarts constatés conduisent aux deux conclusions suivantes : 1° les effets observés ne sont pas dus à un choc mécanique comme quelques-uns l'ont supposé ; 2° avec les échantillons durs on constate l'existence d'une hystérésis rotationnelle, c'est-à-dire d'une tendance du flux de maintenir sa grandeur quand on fait varier sa direction. — A. B.

538.61. — Polarisation rotatoire magnétique et naturelle dans le spectre infra-rouge; L.-R. Ingersoll. *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. ix, p. 257-268, 4 000 mots 4 fig. — Le dispositif utilisé pour la mesure est le suivant : la lumière émise par le filament d'une lampe de tungstène L, est, après réflexions sur un miroir M, polarisée par un polariseur P, transmise suivant l'axe d'un électro-aimant et, après s'être scindée en deux rayons par le passage dans un analyseur à double image A, tombe sur la fente du spectromètre. Les deux images, dont les plans de polarisation sont rectangulaires, forment deux spectres sur les bandes d'un bolomètre différentiel relié à un galvanomètre sensible de Thomson. Si le polariseur est orienté de manière que son plan fasse un angle de 45° avec chacun des plans principaux de l'analyseur, l'intensité du rayonnement a la même valeur sur chacune des fentes du bolomètre et le galvanomètre ne dévie pas. Mais si l'on place sur le trajet des rayons, entre l'analyseur et le polariseur, une solution de sucre, il se produit une déviation du galvanomètre qui peut être utilisée pour mesurer la rotation produite. La rotation fournie par une substance douée de polarisation rotatoire magnétique, quand on excite l'électro-aimant, est mesurable de la même manière. — L'auteur a étudié, par la méthode précédente, les polarisations rotatoires magnétique et naturelle relatives au quartz, au limonène, au pinène, et à des solutions de sucre, d'acide tartrique, de camphre, dans un intervalle de longueurs d'onde allant des radiations visibles au delà de 2 μ. Les courbes sont toutes régulières sauf celle de l'acide tartrique pour les courtes longueurs d'onde. — La rotation naturelle du quartz dans tout le spectre est bien représentée par la formule de Lowry (*Phil. Trans.* ccxii, p. 261 ; 1913) avec les valeurs des constantes que ce dernier auteur a déduites des mesures dans le spectre visible. — Les coefficients de température du pouvoir rotatoire déterminés pour le quartz et le limonène, ne semblent pas dépendre de la température. Les coefficients relatifs à la polarisation rotatoire magnétique et à la polarisation rotatoire naturelle, ont cependant des valeurs tout à fait différentes pour le limonène. — La loi de Wiedemann sur la proportionnalité entre les polarisations rotatoires magnétique et naturelle se vérifie bien pour le quartz et les deux terpènes sur toute l'étendue spectrale envisagée. La vérification est moins bonne pour les solutions ; l'écart maximum a été constaté pour le camphre. — A. B.

538.3. — Action alternative de deux solénoïdes à axes obliques; H. Lorenz. *E. T. Z.* 17 mai 1917, n° 20 p. 272, 150 mots. D'après *Arch. f. Elektrotech.* 1916, t. iv, p. 256.

538.56. — L'effet des étincelles sur les oscillations d'un circuit électrique; J. Stone-Stone. *Proc. Inst. Radio Eng.* 1916, t. iv, p. 463. Reproduit dans *Elettrotecnica*, 15 juin 1917, t. iv, p. 320, 1 000 mots, 3 fig.

Digitized by Google

Chauffage Electrique Incandescent

Modèle Q - 10

Convient pour les pièces de dimensions moyennes. Est muni d'une tablette chauffante permettant la cuisson des aliments. Placé devant une cheminée produit un effet gracieux et confortable.

de 1 à 4 kilowatts
de 1 à 3 réglages
de 88 à 260 francs

Fonte noire — Fonte ébonite — Emaux vitrifiés

Les Foyers Incandescents

" QUEAD "

Sont des radiateurs établis sur un principe entièrement nouveau assurant une utilisation du rendement thermique supérieure à tous les procédés connus à ce jour.

La resistance est composée d'un fil en alliage spécial encastré dans une armature réfractaire et fonctionnant à l'air libre à 600°. Le résultat est une masse incandescente émanant de l'énergie radiante tout comme un beau feu de coke.

Une garantie formelle de durée des résistances est fournie avec notre tarif Q - 1 que nous envoyons sur demande.

En nous aidant à la vente des " QUEAD " vous vous assurez un chiffre certain et la satisfaction de votre clientèle.

Le MATÉRIEL, 19, Rue de Cronstadt
: Bécon-Courbevoie (Seine) :

Demandez notre tarif **R G Q - 1**

Cie des FORGES & ACIÉRIES ÉLECTRIQUES

PAUL GIROD

UGINE — SAVOIE

ACIERS A OUTILS

ACIERS SPÉCIAUX DE CONSTRUCTION

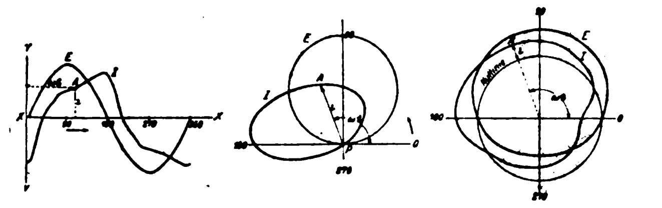
PIÈCES DE FORGE

ACIERS MOULÉS

FERRO-ALLIAGES

Digitized by Google

538.56. — L'analyse des ondes périodiques. Un nouvel analyseur mécanique ; Max Hartenheim. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 25 janvier et 1er février 1917, p. 49-52, 4 500 mots, 10 fig. — L'auteur décrit dans cet article une nouvelle méthode pour prendre des courbes à l'oscillographe et un nouvel analyseur qui permet de déterminer, en partant directement des oscillogrammes, les différents coefficients de la série de Fourier correspondant à la fonction périodique donnée. La méthode décrite est appliquée depuis de longues années à la « Westinghouse Electric and Mfg Co » à Pittsburgh, et paraît appelé à une grande extension par suite de sa simplicité et de l'exactitude des résultats obtenus. Le principe de la méthode est le suivant : au lieu de prendre les diagrammes en coordonnées rectangulaires, comme dans la figure 1_a, ou en coordonnées polaires, comme dans la figure 1_b ; on les prend en coordonnées circulaires (fig 1_c). Les équations représentatives d'une fonction périodique en coordonnées circulaires sont les suivantes : pour la tension $E = x + E_{max} \sin \omega t$; pour le courant $I = r + F(\omega t)$. Cette représentation, à laquelle on n'est pas très habitué, ne présente peut-être pas immédiatement une clarté aussi grande que la représentation en coordonnées rectangulaires, mais elle offre l'avantage pour l'analyse des courbes de donner des diagrammes pour une période à beaucoup plus grande échelle et, par conséquent, une plus grande exactitude dans le relevé et dans l'analyse des courbes. La prise d'un diagramme en coordonnées circulaires est plus commode qu'en simples coordonnées polaires. Avec ce dernier système, il est en effet nécessaire de faire coïncider exactement le point milieu de la plaque avec le point zéro de la courbe à relever, tandis qu'avec les coordonnées circulaires, cette coïncidence n'est pas nécessaire

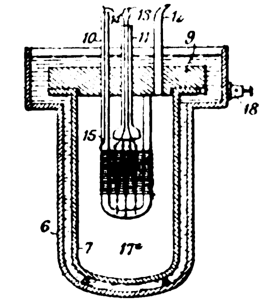


538.56. — Représentation des fonctions périodiques ; (courbes de tension et de courant) : *a*) en coordonnées rectangulaires ; *b*) en coordonnées polaires ; *c*) en coordonnées circulaires.

parce que, au lieu d'avoir affaire à un point zéro, on a affaire à un cercle zéro. L'oscillographe est constitué de la manière suivante : le déplacement de la tache lumineuse se fait sur une plaque photographique circulaire qui tourne autour de son centre ; la tache lumineuse oscille radialement suivant la direction horizontale. Le plateau porte-plaque est animé d'un mouvement de rotation synchrone au moyen d'un moteur électrique généralement à courant continu. On obtient le synchronisme au moyen d'un procédé stroboscopique en se servant d'une lame vibrante. Lorsqu'on veut analyser une courbe ainsi obtenue, on reproduit cette courbe par un moyen photographique, sur un fort papier cartonné, on découpe alors une sorte de gabarit qu'on introduit dans l'analyseur mécanique. Cet appareil se compose essentiellement d'une plaque circulaire sur laquelle on fixe le gabarit, cette plaque circulaire peut tourner autour de son centre et peut se déplacer verticalement vers le haut ou vers le bas sur un système de glissières approprié. Au-dessus du gabarit de la courbe à analyser vient se rabattre une barre horizontale transversale, qui peut avoir un déplacement latéral perpendiculaire au déplacement du plateau portant le gabarit. Une pointe, fixée sur cette barre transversale, suit pendant la rotation du gabarit le contour de ce dernier ; à une extrémité de la barre transversale se trouve fixée la tige de commande d'un planimètre polaire qui suit les mouvements de la barre transversale. La rotation du plateau ou du gabarit correspond à une période, de sorte que, pour l'onde fondamentale, le plateau oscillant fait une allée et venue complète pendant une rotation du plateau. Pour les harmoniques plus élevés, la fonction coupe l'axe des abscisses, pendant une période, un nombre de fois égal à l'ordre de l'harmonique dans la série. Il faut naturellement pour chaque harmonique changer les rapports des vitesses de rotation et de déplacement du disque oscillant ; il suffit en général de changer une seule roue d'engrenage pour passer d'un harmonique à l'harmonique immédiatement au-dessus de lui dans la série. Le planimètre conduit par l'extrémité de la barre transversale intègre les courbes de Lissajoux, les lectures, divisées par une constante et le numéro d'ordre de l'harmonique cherché, donne directement l'amplitude ou les coefficients de la courbe principale. L'auteur donne ensuite la théorie du fonctionnement de l'analyseur. — E. P.

539.414 : 546.78. — Elasticité de torsion des fils de tungstène étirés ; Sieg, *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. IX, p. 337, 300 mots. — Des expériences ont été faites en vue de la détermination du coefficient de rigidité sur des fils de tungstène étiré d'un diamètre compris entre 0,099 et 0,510 cm. Les résultats suivants ont été obtenus : 1° pour des amplitudes comprises dans la limite d'élasticité la période varie avec l'amplitude, la variation pouvant atteindre 7,6 pour 100 ; 2° le décrément logarithmique varie avec l'amplitude ; 3° la force de torsion déterminée par une méthode statique est proportionnelle à la déformation de torsion dans les limites indiquées au 1° ; 4° le coefficient de rigidité varie de 9,88 à 18,95 10^{11} dynes par cm^2 ; c'est la plus forte rigidité qui ait été obtenue, la valeur maximum trouvée étant environ deux fois et demi celle de l'acier ; 5° le coefficient déterminé statiquement est compris entre 9,08 et 17,28 10^{11} dynes par cm^2 ; ces valeurs sont uniformément plus faibles que celles déterminées cinétiquement ; 6° la variation des valeurs de la rigidité est voisine de 100 pour 100 ; elle est inférieure à la valeur constatée pour le cadmium et le plomb qui est d'environ 140 pour 100 ; 7° le coefficient ne varie pas régulièrement avec les dimensions du fil. Il serait bon d'opérer sur de nouveaux fils qui soient étirés à partir du même bloc initial. Les fils utilisés dans les expériences de l'auteur étaient choisis au hasard et il n'est pas du tout certain qu'ils proviennent du même échantillon ; 8° pour un fil déterminé, les résultats relatifs à l'élasticité sont remarquablement constants ; ils ne sont que légèrement affectés par la fatigue et par une variation de la période de vibration. — A. B.

533.55. — Dispositifs électriques à vide ; L. de Forest, New-York V. S. A. *Brevet anglais n° 100959*, 22 juillet 1915, 5 fig. Bibliographié dans *Engineering*, 1er juin 1917,



533.55. — Dispositifs électriques à vide. Coupe de l'appareil.

t. CIII, p. 536. — Cette invention concerne les dispositifs à vide contenant une cathode incandescente, 6 et 7 représentent les parois de l'appareil qui sont en métal, 9 est la fermeture en matière isolante supportant les tubes 10, 11, 12. Le tube 10 a la forme d'un fer à cheval supportant une élec-

Digitized by Google

Société d'Électro-Métallurgie de Dives

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 20 millions de francs.

CUIVRE

LAITON

NICKEL

ALUMINIUM

ÉTAIN

EN LINGOTS, BARRES, FILS, PLANCHES, FEUILLES, EMBOUTIS

**Fils en cuivre de haute conductibilité, Fils pour Trolley, Fils bi-métal,
Coins pour collecteurs, Étain en feuilles, Maillechort en fils et en lames.**

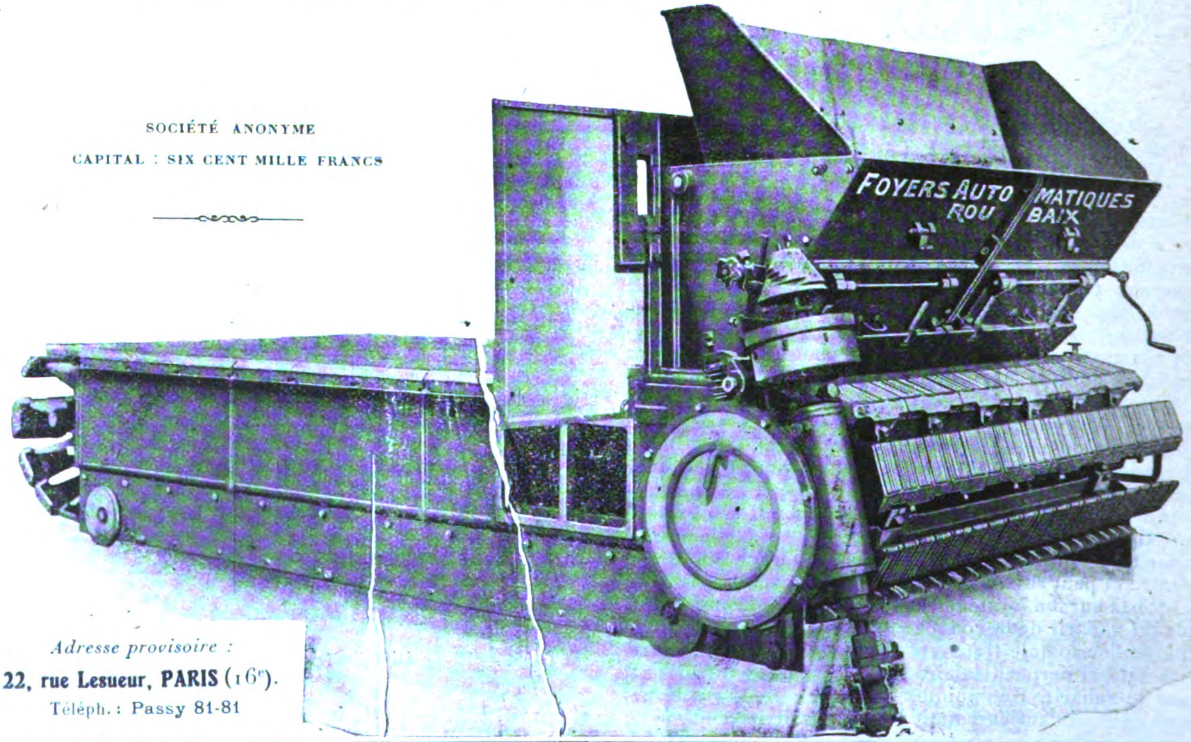
USINES à
DIVES-sur-MER (Calvados).

SIÈGE SOCIAL à PARIS
11 bis, Rue Roquépine.

FOYERS AUTOMATIQUES — ROUBAIX

SOCIÉTÉ ANONYME

CAPITAL : SIX CENT MILLE FRANCS

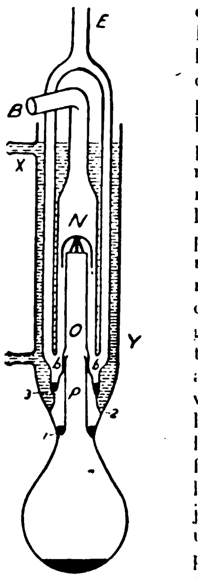


Adresse provisoire :
22, rue Lesueur, PARIS (16^e).
Téléph. : Passy 81-81

Digitized by Google

trode en forme de gril s'étendant du point 15 où il sort de 10 sans être en contact avec ce dernier, il s'enroule ensuite sur le fer à cheval, le filament 13 passe à travers le tube 11 et est supporté en partie par le fer à cheval. La double enveloppe 6 de l'appareil est ensuite remplie de mercure en volume suffisant pour recouvrir le couvercle 9. On voit ainsi que la chambre 17^a est complètement à l'abri de l'air qui peut être évacué à l'aide d'une pompe, l'extrémité du tube 12 est alors fermée lorsque le degré de vide désiré est atteint. Comme l'enveloppe 7 est métallique, elle sert d'électrode et la patente montre un dispositif convenable pour contenir l'appareil et permettre les connexions à la source de force électromotrice. — A. Bt.

533.52. — Pompe à vapeur de mercure perfectionnée réalisant un vide élevé : Chas. T. Knipp. *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. IX, p. 311-313, 800 mots, 1 fig. — La pompe est représentée sur la figure 1. Le récipient où l'on doit faire le vide est soudé en B, le tube E est relié à une pompe à vide ordinaire. La vapeur de mercure provenant de l'ampoule inférieure que l'on chauffe dans un bain d'huile ou de sable s'élève par les tubes P et O et est rejetée vers le bas à travers une gorge annulaire par l'ombrelle N ; elle se condense à nouveau sur la surface du tube extérieur refroidi par un courant d'eau, et, comme l'a fait remarquer Langmuir, le gaz qui provient de B est entraîné mécaniquement vers le bas à partir du bord inférieur de N, le long de la surface refroidie de la chambre de condensation. Ce gaz accumulé est enlevé au moyen des tubes latéraux bb qui communiquent avec le sommet et forment le tube à vide E, l'ensemble étant enveloppé par la chemise d'eau X Y, ainsi que le montre la figure. Cette construction maintient froid le mercure qui se rassemble dans la soudure annulaire 3 et supprime l'objection que la vapeur de mercure ayant une vitesse dirigée vers le haut devrait pénétrer dans la chambre annulaire de condensation. Une petite ouverture représentée en 3 sert de soupape et permet au mercure accumulé de passer. Le tube court P est inséré pour protéger la vapeur chaude de mercure qui s'élève de la chaudière contre la condensation des surfaces en 3. La température varie lentement entre les soudures 1 et 2, 3 et bb, ce qui est une condition de solidité. — Les avantages de cette pompe sont les suivants : 1° une symétrie qui simplifie le soufflage du verre ; 2° un bon rendement du courant chaud de vapeur de mercure sans perte sensible de chaleur le long du tube ; 3° un refroidissement efficace au moyen d'une chemise d'eau convenable, des soudures annulaires et un tube interne de protection ; 4° l'emploi de simples soupapes à mercure pour le retour direct à la chaudière de la vapeur de mercure condensée. — A. B.



533.52. — Pompe à vapeur de mercure à vide élevé.

MESURES ET ESSAIS

535.24. — Nouvelle méthode pour la photométrie des lumières de différentes couleurs (II) : Irwin G. Priest. *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. IX, p. 341-345, 1600 mots, 1 fig. — L'auteur a proposé antérieurement (*Physical Review*, 2e série, t. VI, p. 64) d'éliminer les différences de coloration au moyen de la dispersion rotatoire du quartz. La méthode étudiée alors qualitativement a été soumise par l'auteur à des essais quantitatifs : 1° ces essais ont montré que la méthode proposée est pratique et que les résultats obtenus ne sont pas entachés de grosses erreurs ; 2° pour obtenir la concordance avec les autres méthodes à moins de 2 pour 100 il faudrait sans doute beaucoup de recherches expérimentales ; l'auteur ne pense pas que la précision de la méthode puisse être rendue de beaucoup supérieure à celle obtenue avec l'appareil actuel qui a été improvisé rapidement ; 3° utilisée avec la sphère intégrante, la méthode précédente peut être d'une aide précieuse dans la photométrie des lampes à atmosphère gazeuse et à rendement élevé. — A. B.

621.317.5. — Un nouveau compteur à tarif multiple ; Louis Martenet. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, février 1917, t. VIII, p. 65, 600 mots. — Le système de vente du courant le plus rationnel est, d'après l'auteur, l'application du tarif multiple qui permet de vendre l'énergie à différents prix suivant les heures de la journée et en fonction de la charge du réseau. Les compteurs spéciaux sont d'un prix très élevé et l'auteur propose le système suivant qui permet d'utiliser, sans aucune modification de leurs organes, les compteurs existants, à courant continu ou alternatif comme compteurs à tarifs multiples. Chaque compteur est relié, par un fil spécial, à une horloge centrale qui commande tous les compteurs installés dans un même bâtiment ou dans un même quartier. Cette horloge, à remontage électrique, possède un dispositif interrupteur à tube de mercure qui, combiné avec un système de lames, provoque chaque minute l'arrêt complet du compteur en interrompant le circuit à fil fin de celui-ci. La durée de l'interruption est calculée en fonction du tarif que l'on veut appliquer et suivant les heures du jour. L'arrêt du compteur peut aussi être obtenu en laissant le compteur en circuit, mais en faisant enclancher et déclancher à distance par l'horloge centrale, le mécanisme de la minuterie. Les interruptions ayant lieu toutes les minutes, il est impossible au consommateur d'utiliser une certaine quantité d'énergie sans qu'elle soit enregistrée. Les essais effectués jusqu'ici ont donné d'excellents résultats. — H. C.

621.317.5. — Nouveau compteur d'électricité : Stosiek. *E. T. Z.*, n° 20, 17 mai 1917, p. 272, 400 mots, 1 fig. — Résumé du *Brevet allemand n° 297 499*. Cet appareil réunit les avantages du compteur à induit rotatif et du compteur électromagnétique sans en avoir les inconvénients.

621 317.5 — Détermination du couple dans un compteur à courant continu : Alberti. *Electrician*, 11 mai 1917, t. LXXIX, p. 226-227, 1 200 mots, 5 fig. — Deux types d'appareils sont utilisés pour la détermination du couple d'entraînement des compteurs : le dynamomètre à ressort, et le dynamomètre Schmiedel basé sur le parallélogramme des forces. Ces deux appareils permettent de déterminer le couple statique, c'est-à-dire la tension exercée sur l'armature fixe. Si le couple demeure constant pendant une révolution de l'armature, une seule mesure suffit ; mais s'il est variable, il faut construire une courbe représentant l'intensité du couple pour chaque position de l'armature. Le tracé de cette courbe au moyen d'un des appareils précédents constitue une opération laborieuse. L'auteur a construit à la Reichsanstalt un instrument enregistreur qui résout simplement le problème. — L'appareil utilise un dynamomètre à ressort dont le réglage s'effectue en tournant un levier qui augmente ou diminue la tension d'un ressort de manière à amener l'aiguille en deçà du zéro. La tension du ressort mesure alors l'intensité du couple. Supposons les mouvements du levier limités des deux côtés par deux arrêts qui servent de contacts pour le passage du courant. Chaque fois que le levier vient au contact de l'arrêt, le couran passe. Si ce courant est envoyé dans un moteur qui puisse tourner dans deux directions, on peut de cette manière effectuer le réglage automatique du dynamomètre. La méthode est la suivante : aussitôt que démarre le compteur, un couple se produit qui entraîne le levier du dynamomètre hors du zéro, l'amenant à toucher un des contacts. Le moteur démarre et augmente la tension du ressort de

Digitized by Google

SOCIÉTÉ

OERLIKON

9, rue Pillet-Will — PARIS — Téléph. : Central 20-54.

MOTEURS ÉLECTRIQUES — GÉNÉRATRICES — TRANSFORMATEURS

Perceuses. Riveuses hydroélectriques. Appareillage

APPAREILS DE LEVAGE — PONTS-ROULANTS

Électrolyseurs. Ventilateurs de Fonderie. Cribles à sable

MATÉRIEL DE TRACTION ÉLECTRIQUE

Locomotives. Tramways. Freinage. Aiguillage automatique

TURBINES A VAPEUR OERLIKON

Matériel des Ateliers de Construction Oerlikon (Suisse). — *Bureau à Marseille, 27, rue Pavillon*

FRÉDÉRIC AEBI

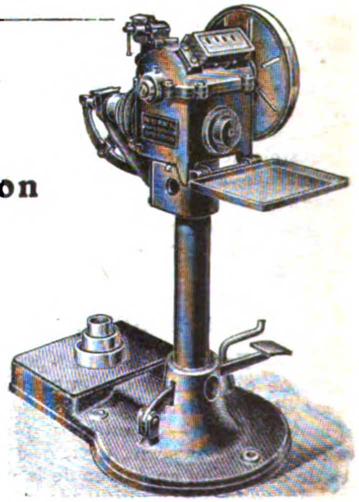
ZURICH-ALTSTETTEN (SUISSE)

Atelier de Construction.

MACHINES A BOBINER POUR TOUT BUT

Installations de séchage et d'imprégnation dans le vide pour le traitement au vernis ou au compound.

FILTRES ET APPAREILS POUR LA REGÉNÉRATION DES HUILES TRANSFORMATEURS, INTERRUPTEURS, ETC.



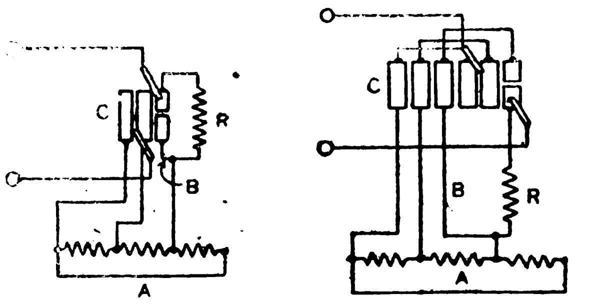
Maison exclusivement suisse. ◇ *Références à disposition*

Digitized by Google

manière que les deux tractions s'équilibrent, et le levier cesse d'être au contact de l'arrêt. Si le couple diminue, le levier vient au contact de l'autre arrêt, le moteur tourne dans l'autre direction et la tension du ressort diminue. Si les deux contacts sont assez voisins l'un de l'autre, l'aiguille oscille entre eux ; la courbe du couple devient sinueuse. L'intensité de ces mouvements vibratoires dépend de la longueur du levier et de la distance entre les contacts. Ceux-ci peuvent être réglés de manière que les vibrations disparaissent à peu près, et la courbe devient bien régulière. L'emploi d'un moteur pour le réglage automatique des instruments de mesure a été proposé par M. Arcioni et utilisé par la maison Olivetti pour la construction de wattmètres, de voltmètres et d'ampèremètres enregistreurs. La seule différence essentielle entre les appareils décrits par l'auteur et ceux d'Arcioni réside dans l'emploi de contacts de mercure au lieu de contacts d'argent. On a utilisé des contacts de mercure pour les pendules électriques. Dans le cas présent où le couple des compteurs est très petit, ils présentent sur les contacts d'argent et de platine l'avantage de ne nécessiter aucune pression pour assurer un bon contact. Des condensateurs sont utilisés pour affaiblir l'étincelle au contact du mercure. Le couple est transmis, comme dans les dynamomètres ordinaires, au moyen d'un fil de soie dont l'autre extrémité est fixée au levier du dynamomètre. — L'auteur a pu étudier comment varie le couple avec la position de l'armature. Pour cela le compteur est déplacé graduellement dans la direction du fil de soie vers le dynamomètre. Quand la distance diminue, le fil de soie qui est maintenu tendu par le couple du compteur, s'enroule graduellement autour de l'armature ou du disque du compteur. En vue de ce déplacement le compteur glisse le long d'une tige directrice. Quand le compteur se déplace, l'armature tourne sur son axe et le papier enregistreur se déplace en même temps. Quand le déplacement s'est produit suivant une longueur qui correspond à la circonférence de l'armature, celle-ci a effectué une révolution complète. L'abscisse des courbes indique donc la position de l'armature et l'ordonnée, l'intensité du couple. Le disque de l'armature est généralement en aluminium de 1 mm d'épaisseur. Si l'extrémité est arrondie il n'est pas commode d'enrouler le fil de soie autour du disque ; il est bon de recouvrir le bout d'un léger mucilage. Le dynamomètre peut être aisément calibré au moyen de poids ou par comparaison avec un autre dynamomètre dont la courbe est connue. — L'article que nous analysons contient plusieurs courbes relatives au type de compteurs qui possèdent un couple variable suivant la position de l'armature 8. L'étude est ainsi limitée aux compteurs à moteur munis de commutateurs qui comprennent : les compteurs construits sur le principe dynamométrique « watt-hour meters » et les compteurs à magnéto « magneto-motor meters ». Il résulte des courbes obtenues que le couple varie beaucoup suivant les différents types ; il peut varier de 200 pour 100 : l'intensité du courant de démarrage dépend de la position de l'armature. Les légères variations du couple qui s'étendent sur toutes les courbes doivent être attribuées aux vibrations du levier du dynamomètre. Ces courbes permettent de voir si le commutateur a été fixé dans la position la plus favorable. — A. B.

621.317.5. Caractéristiques des compteurs de consommation maxima; par W.-F. Kimball. *Electrical World*, t. LXIX, n° 21, 26 mai 1917, p. 1011, 1013-1 800 mots, 1 fig. — Fonctionnement et limites d'emploi des deux principaux types de compteurs de consommation maxima actuellement utilisés dans la majorité des centrales.

621.317.5. — Caractéristiques nouvelles dans la construction des compteurs à courant continu. *Electrical Review*, 27 avril 1917, t. LXXX, p. 477-475 ; 1 200 mots, 2 fig. — Les compteurs à courant continu du type Thomson sont utilisés d'une manière si étendue et cependant ont fait si peu de progrès au point de vue technique pendant le dernier quart de siècle que les perfectionnements décrits par L. R. Zeigenberg dans un numéro récent de l'*E. T. Z.* revêtent un intérêt particulier. Les principales caractéristiques du nouveau compteur consistent dans l'emploi d'une armature à bobine plate et d'un connexion électromagnétique entre le compteur proprement dit et le dispositif de mesure. — Afin de mieux faire ressortir les avantages de ces innovations, l'auteur énumère certaines défectuosités du compteur Thomson à enroulement tambour tel qu'il a été construit jusqu'ici et qui proviennent d'une sensiblité extrême aux champs magnétiques vagabonds et d'une importante résistance de frottement. En doublant le compteur de manière à constituer un système astatique on obtient un appareil très peu maniable et encore loin d'être insensible aux champs vagabonds dyssymétriques. Cet expédient qui tout au plus peut être partiellement heureux, n'est applicable qu'aux tableaux de distribution. Pour tous les cas ordinaires, il faut employer un compteur à système simple : les conducteurs voisins parcourus par un courant doivent être disposés avec un soin particulier, et dans la plupart des cas, le compteur doit être réglé et calibré *in situ*, puisque le champ magnétique terrestre lui-même influe sur la constante de l'instrument. Quant à la résistance de frottement, les essais de Schmeidel sur sept compteurs de fabrication diverse ont montré que, suivant le type d'entrainement utilisé, le frottement dans l'engrenage s'élève de 7 à 28 pour 100 et dans un des cas à 54 pour 100 du frottement total dans le compteur. Ces données sont relatives à des compteurs



621.317.5. — Schémas des circuits shunt d'un compteur de puissance à armature A à section triple. — Fig. Champ à 2 pôles et 3 lames au collecteur. — Fig. 2. Champ à 4 pôles et 6 lames au collecteur.

neufs ; on trouve des valeurs plus élevées pour le frottement dans les compteurs en service depuis un certain temps. — La seule raison d'être des compteurs de puissance à courant continu c'est qu'ils mesurent les watt-heures au lieu de mesurer des ampère-heures et de supposer constante la tension d'alimentation. Toutefois, si les avantages qui dépendent du principe devaient être contrebalancés par des erreurs de frottement et par une sensibilité exagérée aux champs vagabonds il serait tout aussi bon d'utiliser le compteur à ampère-heures, plus simple et meilleur marché, surtout dans les petites installations d'éclairage dont le revenu est faible et pour lesquelles le prix du compteur est une fraction importante du prix de l'installation. — Plusieurs essais ont été entrepris en vue de construire des compteurs de puissance à courant continu du type d'armature à disque dont les avantages seraient : l'insensibilité aux champs vagabonds ; la simplicité et la legèreté de la construction ; un facile accès à l'armature ; et la possibilité d'enlever et de replacer le système mobile sans troubler le calibrage. On utilise des bobines d'armature en forme de secteurs, et le disque de l'armature ainsi construit tourne entre deux paires de bobines dont le champ a la forme d'un D. L'armature et le pivot peuvent être retirés sans déplacement des bobines du champ ni des bobines de compensation et comme les deux

Digitized by Google

Cie des CHARBONS FABIUS HENRION

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.500.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS VIIIe

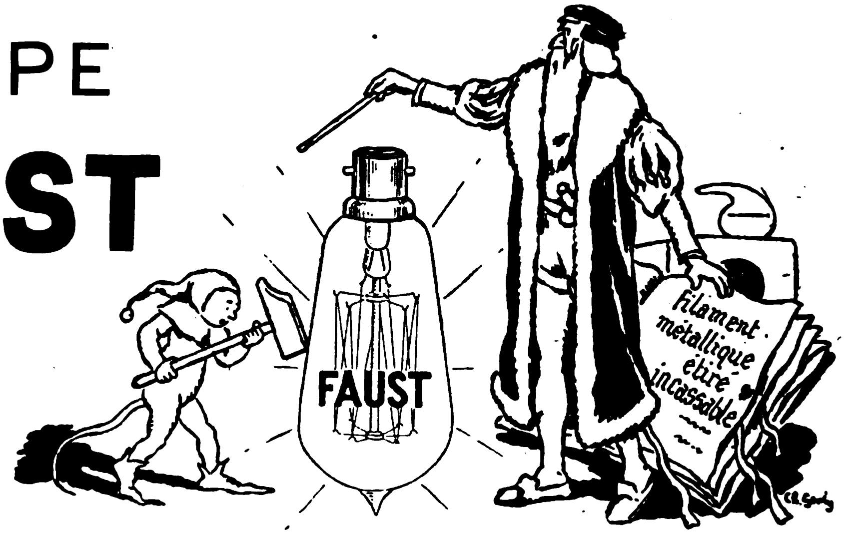
Téléphone : Élysées 42-93.

USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE

Adresse télégraphique Carbenrion-Paris.

LAMPE

FAUST



UNIS FRANCE

Anciens Services Électriques BAGUÈS FRÈRES

L'ELECTRO ENTREPRISE

46, RUE DU ROCHER, PARIS - Téléphone Wagram 61-56

ENTREPRISES GÉNÉRALES D'ÉLECTRICITÉ

ÉLECTROCHIMIE ÉLECTROMÉTALLURGIE

STATIONS CENTRALES HYDRAULIQUES ET A VAPEUR | GRANDS TRANSPORTS D'ÉNERGIE A HAUTE TENSION

SOUS-STATIONS — POSTES DE TRANSFORMATEURS

AMÉNAGEMENTS DE CHUTES D'EAU

Digitized by Google

moitiés de l'armature se trouvent dans des champs de directions opposées, l'instrument est astatique à un degré élevé ; avec un système de champ à quatre pôles, le compteur demeure presque parfaitement astatique, même lorsqu'on dispose un aimant permanent près de l'armature. — La principale raison pour laquelle les armatures à disque n'ont pas obtenu beaucoup de succès provient de ce qu'on a employé des bobines dont le secteur est d'un trop petit angle. En augmentant le nombre des bobines de l'armature on rend plus uniforme le couple du compteur, mais on réduit également sa valeur réelle. Les courants qui circulent dans des conducteurs adjacents radiaux sont de sens opposés (sauf dans le cas des conducteurs radiaux reliés aux lames du collecteur sur lesquelles porte la commutation au même instant), et lorsque de tels courants opposés se produisent dans un champ unique le couple résultant dû aux conducteurs envisagés est nul. Pour obtenir un couple d'entraînement élevé avec une armature légère à disque de faible résistance tout en utilisant des secteurs d'angle élevé, il ne convient pas de prendre plus de deux bobines d'armature par pôle, mais de préférence un nombre plus faible. Les conducteurs adjacents radiaux se trouvent alors dans des champs de polarités opposées quand ils sont parcourus par des courants de sens opposé ou, dans le cas le plus défavorable, une série de fils radiaux se trouve dans un champ faible de même polarité (près de la zone neutre). — La construction d'une armature à disque ne présente aucune difficulté mécanique particulière. — La méthode la plus simple pour affranchir le compteur de l'obligation d'entraîner le système enregistreur réside dans l'emploi d'un électro-aimant à enroulement shunt et d'un dispositif commandé par un contact sur le pivot du compteur, ce contact complétant le circuit de l'électro une fois par tour du pivot. La solution n'est cependant pas tout à fait satisfaisante car de fortes étincelles se produisent au contact du pivot dont l'emploi introduit un élément d'incertitude dans le fonctionnement de l'instrument. Il n'est pas nécessaire de fermer et d'interrompre réellement le circuit de l'électro-aimant. Une variation convenable du courant d'excitation assurera le résultat désiré et, en même temps, éliminera la difficulté provenant de l'étincelle. Le courant minimum peut être très faible (par exemple, 1 milliampère) ou s'élever jusqu'à 3 milliampères quand on désire actionner le dispositif enregistreur. Le problème revient à obtenir une variation convenable de courant. Un courant d'intensité variable préexiste dans le circuit de l'armature, mais ne peut être dévié dans le circuit de l'aimant enregistreur sans que s'introduisent les difficultés du contact qu'on désire éliminer. Evershed a imaginé un dispositif qui consiste à disposer autour du pivot une petite bobine le reliant au circuit de l'armature et utilisant les alternances du courant pour faire osciller par induction un second enroulement ou un aimant permanent. Ce dispositif nécessite que le système enregistreur soit très rapproché de la partie réellement active du compteur, tandis que le dispositif suivant permet de leur donner les positions qui conviennent le mieux, à quelque distance qu'elles se trouvent, et de les réunir seulement par une paire de conducteurs. — Les figures 1 et 2 montrent les circuits shunt d'un compteur de puissance possédant une armature A à section triple, et trois ou six lames au collecteur. La figure 1 correspond à un système de champ à deux pôles et la figure 2 à un système à quatre pôles, chaque section de l'armature dans le dernier cas comprenant deux bobines opposées l'une à l'autre sur l'armature et reliées en série. On voit que, dans les deux cas, une lame du collecteur est divisée en son centre et que les balais sont disposés de manière que, pour chaque tour de l'armature, le circuit se ferme une fois à travers le conducteur direct B et une fois à travers la résistance *R*. Quand celle-ci est en circuit, la différence de potentiel entre les balais est accrue de la quantité *IR* (*I* étant le courant de l'armature) et cet accroissement de tension suffit à actionner l'aimant inscripteur qui est branché sur les balais. Par raison de commodité et de sécurité, on a fait le collecteur plus long que d'habitude. — Des compteurs basés sur ce principe sont actuellement construits par la maison Elster (Berlin et Vienne) mais il n'est pas nécessaire, dit *Electrical Review* de rappeler au lecteur que des dispositions ont été prises qui permettent d'exploiter les brevets ennemis quand cela paraît désirable. Les avantages de la nouvelle construction peuvent être résumés ainsi : simplicité forme ramassée, protection contre l'action des champs vagabonds, légèreté du système mobile, couple d'entraînement plus élevé qu'on ne pourrait l'obtenir avec un plus grand nombre de bobines de poids égal, etc. L'erreur possible est faible pour toutes les charges. — A. B.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

627. — La rénovation de la France par la houille blanche; Auguste Pawlowski. *La Nature*, 23 juin 1917, n° 2 282, p. 385-391, 2 800 mots, 8 fig. — L'auteur examine tout d'abord quelles sont les ressources hydrauliques de la France : d'après M. de la Brosse, on peut les estimer à 10 millions de chevaux, ce qui nous placerait en tête des nations européennes à ce point de vue, mais nous laisserait encore loin derrière les Etats-Unis qui, paraît-il, possèdent près de 30 millions de chevaux hydrauliques. En Europe, la Norvège possède 7 500 000 ch, la Suède, 6 750 000; l'Autriche-Hongrie, 6 450 000; l'Italie, 5 500 000; l'Espagne, 5 000 000; la Suisse, 1 500 000; l'Allemagne, 1 425 500 et la Grande-Bretagne, 396 000 ch. — En 1910, la puissance aménagée sur le territoire français étant de 600 000 ch, de 1910 au milieu de 1914, elle augmenta d'environ 150 000 ch. Depuis la guerre, la manque de charbon a fait ouvrir les yeux à bien des gens et, surtout depuis 1915, on s'est mis à aménager des chutes d'eau. Depuis le début des hostilités jusqu'à la fin de 1918, 300 000 ch seront ainsi captés. De plus, l'industrie hydraulique ne s'est pas seulement développée considérablement, elle s'est encore très perfectionnée. — L'auteur montre ensuite les services énormes que l'industrie hydro-électrique pourra nous rendre après la guerre, en nous permettant de diminuer nos importations de charbon et, par suite aussi, le prix de revient des produits fabriqués français, ce qui favorisera les industriels français dans la grande lutte industrielle qui suivra la guerre. Beaucoup d'industries qui n'ont besoin que de force motrice pourront avoir recours uniquement au courant électrique produit car les usines hydrauliques, mais il en est d'autres qui, jusqu'ici, semblaient ne pas pouvoir se passer de charbon, et auxquelles le courant électrique apportera la chaleur qui leur est nécessaire. La métallurgie, entre autres, et l'industrie chimique commencent déjà sur une grande échelle, à substituer le courant électrique au charbon et cela avantageusement, car, la plupart du temps, les produits obtenus électriquement sont chimiquement plus purs que ceux obtenus par d'autres procédés. L'auteur termine en faisant remarquer les services précieux que le développement extrême de l'industrie hydro-électrique pourra rendre à l'agriculture et à la vie domestique et publique et il espère que grâce à la « houille blanche » la France sera transformée, rénovée et atteindra un degré de prospérité qu'elle n'a pas encore connu. — H. C.

626. — Le nouveau canal de Trollhättan à Göteborg (Suède). *Génie civil*, 17 février 1917, t. LXX, p. 105-109, 15 fig., 3 600 mots.

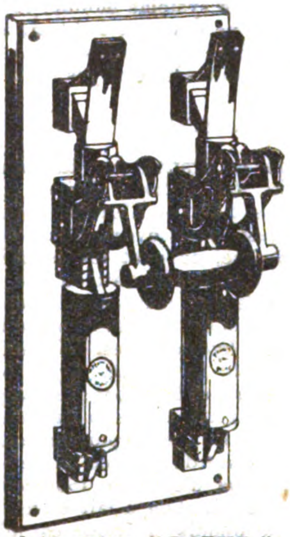
627.82. — Reconstitution du barrage en béton armé de la Stony River (Virginie. E-U); W. Scheidenhelm. *Proceedings of American civil Engineers*, février 1917. — Un barrage de 15 m de hauteur sur la Stony River s'était rompu en 1914. Cette rupture a été due à l'insuffisance de protection de ses fondations contre l'affouillement. Pour prévenir toute nouvelle rupture, on adopta les moyens suivants : afin d'éviter tout glissement sur le sol argileux, on a renforcé les anciens murs par des murs parafouilles descendant à une grande profondeur. Les coefficients de sécurité

Digitized by Google

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS

VEDOVELLI & PRIESTLEY

Capital Social 2.500.000 de francs.



Interrupteur « ROBUR » à coupe-circuit.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
HAUTE ET BASSE TENSION

INTERRUPTEUR & DISJONCTEUR

« ROBUR »

DISJONCTEUR

« CARTER »

SIÈGE SOCIAL

14, Rue Taibout, Paris

Tél. : BERGÈRE 37-64

TÉLÉGR. : **VEDOPRI**, Paris

UNIS VPE FRANCE

Le Maillon

V P E

MATÉRIEL DE TRACTION

TRANSPORT DE FORCE

FONDERIE

BRONZE, LAITON, ALLIAGE

USINES

IVRY-S -SEINE, 130, av. Jean-Jaurès

Télép. : GOBELINS 11 13 et 11-42

PARIS, 160 et 161, Rue St-Charles.

Télép. : SAXE 08-96 et 61-70

EMPLACEMENT RÉSERVÉ

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIV^e^)

Digitized by Google

dans la construction renforcée ont été pris égaux à 1,07 et 2,14 au lieu de 0,22 où ils étaient réduits dans l'ouvrage primitif. La crête du déversoir de 45 m de longueur a été placée à 2 m en contre-bas du sommet du barrage primitif au lieu de 0,90 m. Pour ne pas diminuer la capacité du réservoir en temps ordinaire et n'utiliser le débit total du déversoir que pendant les crues, on a surmonté la crête du déversoir d'un barrage en acier à aiguilles faisant une saillie de 0,91 m. On a augmenté ainsi la capacité du réservoir de 25 pour 100. L'auteur termine en donnant des détails sur la façon dont ont été accomplis les travaux de reconstruction. — H. C.

621.182.2. — L'économie de combustible dans les chaufferies; Moffat Myers. *Industrial Management*, février 1917. — *Génie civil*, 23 juin 1917, t. LXX, p. 412. — Dans son article, l'auteur rend compte des essais qui ont été exécutés pendant une période de quinze jours dans une salle de chaudières de 15 000 ch comportant un groupe moderne de bon rendement et deux autres groupes plus anciens et de rendement inférieur. L'auteur examine les causes de pertes et les moyens à employer pour les éviter. Ces moyens consistent dans le choix et l'analyse des charbons, dans la réduction des pertes par entraînement de gaz chauds, dans la suppression de l'excès d'air, etc. L'auteur pense qu'en ayant recours à certaines précautions qu'il recommande, on pourrait réduire les pertes par rayonnement à 1,5 pour 100, les pertes de combustible dans les cendres à 3 pour 100, etc. Le rendement des chaudières atteindrait ainsi 76,5 pour 100. Enfin, il termine en disant que le meilleur moyen de réaliser des économies serait d'y faire participer les chauffeurs en leur donnant une prime proportionnelle à l'économie réalisée. — H. C.

621.182.11. — Emploi du coke et du lignite dans les foyers de chaudières à vapeur des usines d'électricité. *E. T. Z.*, n° 8, 22 février 1917, p. 109-110, 1 500 mots. D'après *Mitt. d. Vereinig d. Elektrizitats Werke*, t. XIV, p. 37, 40, 65, 72, 77, 112 et 374. — L'auteur étudie l'emploi des différents cokes et lignites dans les foyers modernes. Le coke ne donne, en général, pas de bons résultats à moins de transformer les foyers. Le chauffage est très irrégulier et sa conduite nécessite un personnel très entraîné et une très grande attention. L'emploi du coke peut être plus avantageux lorsque l'économie réalisée sur son prix d'achat correspond à sa valeur calorifique. Un mélange de coke et de houille donne de meilleurs résultats lorsqu'il est composé de coke concassé fin et de houille riche en produits volatils. La conduite du foyer demande également une très grande surveillance. Le lignite seul ne peut pas s'employer sur les grilles à charbon ordinaires, il nécessite des grilles spéciales et l'économie n'est sensible que lorsque l'installation est à proximité de l'extraction. Un mélange de coke et de lignite donne des résultats passables sur les grilles automatiques. Les briquettes de lignite peuvent être employées indifféremment sur les grilles ordinaires ou sur les grilles automatiques. Les dimensions et la forme des briquettes et la hauteur de la couche variant suivant le type de foyer doivent être déterminées au préalable. La mise sous pression de la chaudière est plus lente qu'avec la houille et l'encrassement des grilles plus rapide. L'économie réalisée est de 40 à 50 pour 100 suivant la forme des briquettes. Le rapport des quantités de houilles ou de briquettes produisant le même effet est de $\frac{5}{8}$. Le mélange de briquettes de lignite et de coke n'est pas avantageux pour les foyers ordinaires. Sur une grille automatique, Wilkens recommande un mélange de briquettes avec 10 pour 100 de coke. La diminution de la vaporisation est de 5 pour 100. Un mélange de houille et de 20 pour 100 de briquettes a donné, d'après le même auteur, de bons résultats sur une grille ordinaire. Dans le cas des grilles automatiques, la proportion de briquettes est de 40 pour 100. L'addition de briquettes a une action d'autant meilleure que la houille est plus riche en produits volatils. Goldenberg au contraire préconise l'emploi de briquettes seules car l'addition de houille détériore les grilles. — D.G.

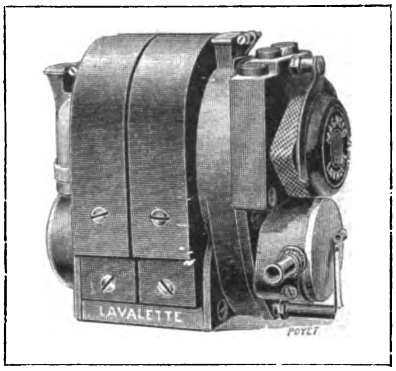
621.187.5. — Recherches sur la diminution du temps nécessaire à la mise sous pression des chaudières dans les usines d'électricité *E. T. Z.*, n° 7, 15 février 1917, p. 96, 500 mots. D'après *Mitt. d. Vereinig Elek. W.*, t. XIV, p. 197. — Dans cet article, M. Wilkens étudie les mesures à prendre pour mettre rapidement sous pression les chaudières de secours. L'Union Electric Light and Power Co de Saint-Louis réchauffe à 100° l'eau des chaudières de secours au moyen de serpentins parcourus par de la vapeur prise sur les chaudières du service normal. Les grilles à chaîne sans fin des foyers sont recouvertes de charbon menu. La couche de charbon contient également des chiffons gras de nettoyage et des copeaux secs et est arrosée d'huile, 16 min après l'allumage du foyer la chaudière est sous pression. Ce procédé est plus économique et plus rapide que celui consistant à entretenir en permanence un petit feu sur la grille. Des essais faits à la Société d'Electricité de Berlin, il résulte que, partant d'une chaudière complètement froide, seul le chauffage au gaz ou à l'huile et le tirage artificiel permettent d'obtenir une production de vapeur rapide. La surface de chauffe doit être aussi grande que possible ainsi que la surface de la grille. Wilkens remplace le procédé de réchauffage continu américain, qui est assez peu économique, par l'adjonction de tuyères à vapeur à la partie inférieure de la chaudière La vapeur introduite en même temps qu'elle assure le mélange des différentes couches produit également un réchauffage. — G.

621.311.9. — Système de protection pour appareils électriques. Société Westinghouse, France. *Brevet français n° 482 775*, demandé le 4 septembre 1916, délivré le 30 janvier 1917, publié le 26 avril 1917, 2 100 mots, 3 fig. — Cette invention est relative à des systèmes de protection et en particulier à des systèmes utilisés concurremment avec un appareil électrique dans le but de le protéger contre les augmentations excessives de température dues au passage de courant d'intensité ou surcharges anormales. L'invention a pour objet un dispositif permettant : 1° de reproduire et d'indiquer les conditions de température intéressant les parties les plus chaudes du transformateur ou autre appareil électrique qui lui est connecté ; 2° de protéger l'appareil électrique contre les échauffements dangereux développés dans certaines parties par suite de brusques surcharges momentanées et fréquentes, de surcharges excessives, etc. Le premier point est réalisé par un petit transformateur annexe, installé dans la cuve réfrigérante du transformateur à protéger et reproduisant en petit, suivant une proportion définie, les conditions de température des parties les plus chaudes du transformateur. Le second point utilise la chaleur développée par le transformateur annexe, à l'échauffement d'un régulateur thermique constitué par un élément thermostatique qui comprend un récipient tubulaire rempli d'une huile lourde d'hydrocarbure dont les parois sont constituées par un cylindre en cuivre ondulé extensible et contractible, un deuxième élément thermostatique, relié au premier par un tube en cuivre également rempli d'hydrocarbure, est placé à l'extérieur du transformateur et la variation calorifique du volume totale de l'huile lourde des 2 éléments et du tube de connexion est employée à actionner le robinet de réglage du débit d'eau réfrigérante du transformateur. Une autre disposition utilise le transformateur annexe à l'échauffement d'un contact à mercure qui actionne un dispositif à rappel automatique de telle sorte qu'un échauffement dangereux met le transformateur hors circuit jusqu'à rétablissement d'une température normale de l'appareil. — J.-D.

Digitized by Google

Magnéto Lavalette

TÉLÉGRAMMES : ALLUMAUTO-PARIS



TÉLÉPHONE : GOBELINS : 15-99

175, Avenue de Choisy, PARIS

DYNAMOS & MOTEURS ÉLECTRIQUES
d'Occasion, garantis

LOCATION
de Machines ÉLECTRIQUES
de toutes puissances

VENTE — ACHAT
ÉCHANGE

ALEXANDRE MESSMER

RÉPARATIONS
REBOBINAGES
de Dynamos de tous Systèmes.

Location de Machines pendant les Réparations.

Ateliers, Magasins, Bureaux } 93, Bd Diderot, PARIS (12e)
Anciennement 15, Bd Davout.

TÉL. : Roquette 47.47
MÉTRO { Nation, Reuilly.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

MATIÈRES PREMIÈRES

662.621. — Analyse de combustibles ; George S. Pope. *Electrical World*, 21 avril 1917, t. LXIX, p. 759-760, 1 200 mots. — Deux récentes publications du Bureau des Mines sont d'un puissant intérêt pour les industriels en général, car elles traitent de l'utilisation des combustibles. La première est contenue dans le bulletin 119 du Bureau des Mines, sous le titre « Analyse des combustibles ». Le gouvernement des Etats-Unis dépense annuellement environ 8 000 000 de dollars en achats de combustibles ; avant 1906, le charbon était acheté principalement sur sa réputation sans aucun contrat définissant la valeur calorifique, teneur en cendres, en humidité, etc. ; depuis cette date, les contrats sont établis très sérieusement, les études et analyses suivies avec tout le soin désirable. Le bulletin 119 donne un résumé de ces études et des essais exécutés entre 1908 et 1915 sur 735 sortes de charbons. L'autre publication est contenue dans le n° 137 du journal technique du Bureau des Mines, sous le titre « Combustion dans les foyers chargés à la main » ; les résultats des recherches sont très intéressants, ils fournissent des données exactes pour l'établissement correct des grilles et foyers et sur leur exploitation, ils éclairent le problème important de la fusibilité des cendres. Ces résultats peuvent être résumés comme suit : la couche de combustible de la plupart des foyers agit d'abord comme un générateur à gaz. Avec une couche de combustible de 15 cm d'épaisseur, l'oxygène de l'air passant par la grille est consommé dans une épaisseur de 10 cm de combustible, à la surface du lit de charbon, les gaz ne contiennent plus d'oxygène, seulement 6 à 8 pour 100 de bioxyde de carbone et 20 à 32 pour 100 de gaz combustibles. La composition des gaz est pratiquement indépendante de la quantité d'air qui passe, seule la qualité de combustible brûlé varie proportionnellement et le rapport entre le poids d'air qui passe et le poids de combustible brulé reste sensiblement constant et égal à 7 pour un. La température la plus élevée dans la couche de combustible est comprise entre 7 à 13 cm au-dessus de la grille. L'épaisseur de la couche de combustible doit être comprise entre 10 et 15 cm pour assurer la combustion des gaz produits, il est nécessaire d'admettre une certaine quantité d'air au-dessus du combustible, environ 7 kg d'air : km de charbon. — A. B.

669.1. — Propriétés des lingots ; A.-W. et H. Brearley. *Engineering*, 29 septembre et 6 octobre 1916, t. CII, p. 315-318, 332-333 et 338, 4500, 900 et 4 422 mots, 23 et 14 fig. Extrait de communications à l'*Iron and Steel Institute*, le 21 septembre 1916.

DIVERS

659.1 : 621 31. — Publicité électrique municipale ; E.-P. Hollis. *Electrical Review*, 13 avril 1917, t. LXXX, p. 415-416, 2 800 mots. — L'objet réel d'une distribution municipale d'électricité n'est pas uniquement de fournir de l'énergie électrique, mais surtout d'accroître le confort de la communauté et la prospérité des industries dans l'enceinte municipale au moyen d'une distribution à bon marché et utile de l'énergie électrique. On a récemment annoncé qu'une des plus grandes villes anglaises a décidé d'organiser un bureau municipal de publicité relatif à son entreprise électrique et l'auteur, commentant cet exemple, expose ses vues sur le rôle d'un tel bureau. — Avant la guerre les municipalités se sont tenues à l'écart de toute publicité étendue. Si quelqu'un avait besoin d'électricité il pouvait s'en procurer à condition d'aller lui-même au bureau et d'être à proximité des conducteurs de distribution. S'il n'était pas dans le voisinage immédiat du système de distribution, il devait lutter pour obtenir une extension des conducteurs. Mais les municipalités qui comprenaient qu'une application intensive de l'électricité dans le home familial et dans l'industrie était une condition essentielle de la prospérité de la communauté étaient peu nombreuses et éloignées les unes des autres. Moins nombreuses encore étaient celles qui comprenaient que le seul moyen d'atteindre la prospérité maximum qui résulte de l'électrification était d'inculquer au public la conscience d'un besoin d'électricité. — Avant la guerre, la publicité électrique était insuffisante et ne s'inspirait pas suffisamment des besoins de la communauté, elle n'était pas confiée à des hommes au courant de la technique industrielle. Un vaste champ s'ouvre aujourd'hui devant elle. La guerre a vivifié l'industrie britannique. Elle a nécessité l'introduction de méthodes et d'appareils nouveaux, et, en outre, a amené la construction de grandes usines destinées uniquement à la fabrication du matériel de guerre. Au moment de la fin de la guerre, il faudra envisager les moyens de convertir ces installations en vue de fabrications différentes. Elles seront transformées en de nouvelles manufactures où l'électricité aura à jouer un rôle important : il faudrait que la municipalité fût en état d'indiquer où l'installation électrique peut être employée avec succès. Toute personne intelligente sait que l'électricité permet dans bien des cas de diminuer le prix de revient, d'améliorer la condition des ouvriers, etc. Mais cette connaissance vague gagnerait souvent à être précisée. Tel est le rôle de la publicité. — Par publicité l'auteur de l'article ne conçoit pas seulement un envoi de circulaires, de catalogues, etc. Le bureau de publicité devrait pouvoir fournir tous renseignements techniques à chaque famille, boutique ou usine de son rayon et s'assurer que les industries et les installations domestiques sont munies de la meilleure forme d'appareillage électrique, que ces appareils fonctionnent économiquement, etc. Naturellement, le rôle le plus important du bureau municipal de publicité électrique serait de fournir la preuve aux consommateurs, existants ou à venir, de l'économie et de la possibilité de l'installation qu'ils proposent. Le bureau devrait être dirigé par un ingénieur technique au courant des installations de forte puissance, aussi bien que de la consommation domestique et de l'électrification des diverses industries. Un tel bureau aurait sans doute pour effet d'accroître grandement dans son rayon la vente des installations électriques et serait ainsi d'une aide précieuse pour les fabricants. — L'encouragement de l'industrie électrique domestique est d'une importance nationale. Autrefois, plusieurs municipalités ont envisagé l'achat d'une installation électrique comme une simple affaire. Elles ont acheté celles-ci meilleur marché, qu'elles viennent d'Allemagne, d'Amérique ou de Suisse, et la Grande Bretagne a payé chèrement le découragement ainsi provoqué de l'industrie électrique domestique. Une demande domestique importante est le point de départ de l'industrie britannique électrique et ne peut prendre naissance que par une publicité électrique étendue. — Il semble raisonnable de demander aux fabricants, qui profiteraient grandement de cette publicité, de la subventionner. — A. B.

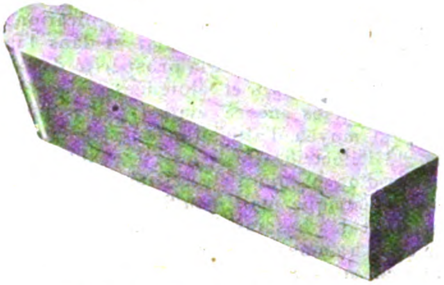
621.3 00.72. — The electrical contractor (L'entrepreneur électricien) ; Louis W. Moxey. Mc Graw-Hill Book Company, New-York, éditeur, 86 p., 50 fig. 42 t. Bibliographie dans *Electrical World*, t. LXVIII, 21 octobre 1916, p. 822, 160 mots.

35.52. — Mobilisation civile, la discipline de guerre, l'activité d'après-guerre ; Pietro Lanino. *Rivista tecnica delle ferrovie italiane*, 15 novembre 1916, t. X, p. 1-35, 17 400 mots.

Paris. — Imprimerie Levé, 17, rue Cassette. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Digitized by Google

"STELLITE"



OUTIL EN "STELLITE"

RENDEMENTS
50 à 300 %
PLUS ÉLEVÉ
QUE L'ACIER RAPIDE

Tél. { NORD 37.64 — 67.39 — 70.14

AGENTS EXCLUSIFS
SOCIÉTÉ ANONYME ALFRED HERBERT
47, boulevard Magenta, PARIS

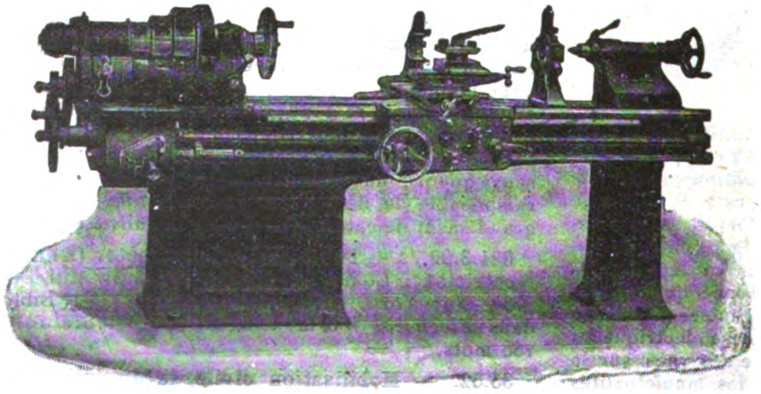
Télégrammes HEXAGON PARIS

"L'Éclairage Électrique"
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Adr. télégr. : Leclique-Paris.

Téléphone : Elysées { 42.90 42.91 42.92

Section : MACHINES-OUTILS
ATELIERS de CONSTRUCTIONS des
ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

627.1. — La « houille blanche dans les Alpes » *R. G. E*, 19 mai 1917, p. 761-762, 750 mots. — Résumé d'une conférence faite par M. P. Ducrest, sous les auspices de la Chambre de commerce de Grenoble et ayant pour titre : « La houille blanche dans les Alpes ; son rôle au double point de vue de la production et de la distribution de l'énergie électrique. »

621.311 : 672.1. — Sur l'utilisation rationnelle des chutes d'eau pour la création d usines hydro-électriques ; D. Eydoux. *R. G. E*, 2 juin 1917, t. I, p. 857-860, 2 000 mots, 3 fig. — Dans cet article l'auteur commence par établir à l'aide d'un exemple concret, la nécessité de ne commencer l'aménagement d'un cours d'eau qu'après une étude complète de tout son bassin ; il montre ensuite qu'une utilisation rationnelle de toute l étendue d'un cours d'eau n'implique pas nécessairement la création d'une chute unique de grande hauteur et qu'elle peut fort bien être obtenue par la création de plusieurs chutes en échelons ; enfin, il fait voir que les lacs que l'on rencontre souvent aux hautes altitudes peuvent remplir un autre but que celui de régulateurs du débit du cours d eau dans sa partie inférieure : ils peuvent servir à alimenter des usines hydrauliques de secours venant en aide aux usines situées plus bas, seulement au moment des basses eaux, solution qui assure, avec le minimum de dépenses, la régularisation de la production d'énergie électrique. En terminant M. Eydoux émet le vœu qu'il soit apporté le plus tôt possible à notre législation les modifications nécessaires à un aménagement rationnel et complet de nos richesses hydrauliques.

627 8 00.44 — La protection des installations hydrauliques contre les glaces ; A. Kaminer et J. Vichniak. *R. G. E.*, 14 avril et 5 mai 1917, t. I. p. 569-576 et 701-710, 14 200 mots, 6 fig. — Le fonctionnement des usines hydro-électriques des régions froides est souvent troublé en hiver par les glaces. Dans la lutte contre ces ennemis, on emploie les moyens les plus divers, inspirés dans la majorité des cas par les conceptions différentes de la formation des glaces. Les auteurs se proposent donc d'étudier successivement les inconvénients des glaces pour les installations hydrauliques, les diverses théories, émises jusqu'ici sur leur formation, en commençant par les plus anciennes pour terminer par les toutes récentes, et enfin les mesures de protection contre les glaces, aussi bien préventives que défensives, actuellement employées. Dans la deuxième partie les auteurs traitent les théories nouvelles relatives à la formation des glaces ainsi que du sorbet et décrivent les expériences faites à l'appui de ces théories. Leur conclusion est un exposé de tous les moyens utilisés jusqu'ici pour protéger les usines hydro-électriques contre les glaces et des résultats pratiques qu'ils ont donnés.

621 312 : 621.431.42. — Magnéto d'éclairage pour automobile, assurant l'allumage normal et la mise en marche automatique du moteur à explosion ; Joseph Bethenod et Emile Girardeau, France (Seine). *Brevet français n° 482 696*, demandé le 21 octobre 1915, délivré le 23 janvier 1917, publié le 12 avril 1917. — Cette magnéto est destinée à produire l'éclairage d'un véhicule automobile sans l'emploi d'accumulateurs. Pour réaliser l'allumage normal de ce moteur à l'aide de la même magnéto alimentant une bobine d'induction, on choisit le rapport de multiplication entre la vitesse du moteur et celle de la magnéto de façon que la rupture du courant primaire d'allumage s'opère toujours, grâce à un rupteur mécanique analogue à celui de la magnéto d'allumage usuelle lorsque le courant alternatif est à un de ses maxima. Dans ce cas, naturellement, les appareils d'éclairage sont alimentés par du courant alternatif. L'entraînement de la magnéto est, produit par engrenages ou chaînes pour assurer le synchronisme désiré. Un distributeur à haute tension, tournant par rapport au moteur à la même vitesse que tournerait un distributeur de magnéto usuelle doit être, en outre, prévu dans le cas d'un moteur polycylindrique. On peut envisager une commande par friction ou par courroie en munissant la magnéto, en outre des bagues fournissant le courant alternatif d'éclairage, d'un collecteur à courant continu qui peut alimenter une bobine d'induction d'un type connu quelconque. Le démarrage automatique du moteur peut être obtenu en adoptant le virage préalable à vitesse réduite décrit dans le Brevet français du 21 septembre 1915 déposé par les inventeurs sous le titre : « Dispositif pour le démarrage des moteurs à explosion. » Un condensateur pourra être avantageusement branché entre les balais frottant sur le collecteur à courant continu, ceci dans le but de supprimer l'effet de la self-induction de l'induit dans le circuit d allumage.—E.P.

621.312.2. — Sur le balancement progressif des machines synchrones ; A. Dina. *Elettrotecnica*, 15 et 25 juin 1917, t. IV, p. 314-319 et 330-334, 11 000 mots, 2 fig. — L'auteur explique comment la résistance de l'armature peut causer parfois dans les machines synchrones des oscillations pendulaires d'amplitude croissante qui donnent lieu ensuite ou à un état de régime ou au décrochage, et, après avoir discuté les formules finales, il applique la théorie développée à l'interprétation de l'influence d'une ligne de transmission sur ces oscillations.

621.312. — Machine dynamo ; The M. L. Magneto Syndicate et E Watson Coventry. *Brevet anglais n° 102 845*, 15 février 1916, 3 fig. Bibliographie dans *Engineering*, 18 mai 1917, t. CIII, p. 489. — Cette machine appartient au type dans lequel un enroulement à haute tension destiné à l'allumage d'un moteur à explosion, est superposé à l'enroulement inducteur. Le brevet porte plus spécialement sur l'emploi d'un shunt magnétique commun au flux inducteur et au flux opposé de l'armature. L'enroulement d'excitation ordinaire a, est recouvert par un autre enroulement b qui fait fonction de secondaire à haute tension. Pour éviter l'action de la force magnétomotrice de l'armature qui est opposée à celle de l'enroulement d'excitation, un shunt magnétique est disposé entre chacun des côtés de la pièce polaire et le circuit magnétique l formant culasse de la

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotecnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

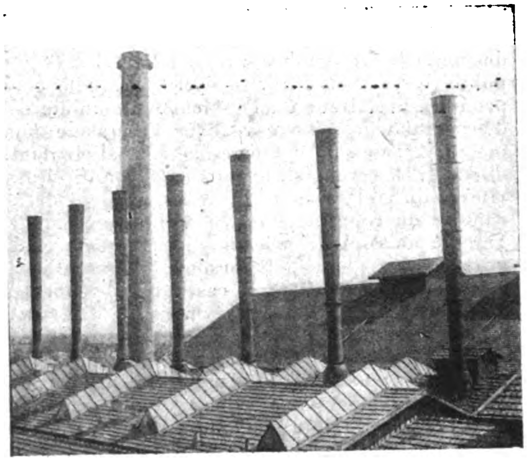
Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

GRANDS PRIX : TURIN 1911 — GAND 1913

Le Tirage induit L. PRAT

est appliqué à toutes les Centrales modernes



Mines de Blanzy, 10.000 chevaux.

parmi lesquelles :

C. P. D. E, (6 installations)	*180.000 ch.*
Birmingham Corporation (6 install.)	*45.000 ch.*
Usines chimiques du Rhône (10 inslal.)	*18.000 ch.*
Mines de Béthune (16 installations)	*30.000 ch.*
O. E. G. à Sampierdarena (8 instal.)	*32.000 ch.*
Centrale de Stepney (4 installations)	*16.000 ch.*
Victoria Falls Power Cº (42 instal.)	*160.000 ch.*
Centrale du Grand-Quevilly (8 instal.)	*25.000 ch.*
Le Triphasé, à Asnières (5 installat.)	*15.000 ch.*
Mines de Blanzy (7 installations)	*10.000 ch.*
Centrale de Millery (4 installations)	*12.000 ch.*
Centrale d'Auvelais (4 installations)	*12.000 ch.*

LOUIS PRAT

Ingénieur-Constructeur E. C. P.

29, Rue de l'Arcade, PARIS

Téléph. Central 75-83. *Télégr. TIRAGPRA*

Demander le Catalogue "R".

EXPOSITION DE LYON, 1914 — HORS CONCOURS

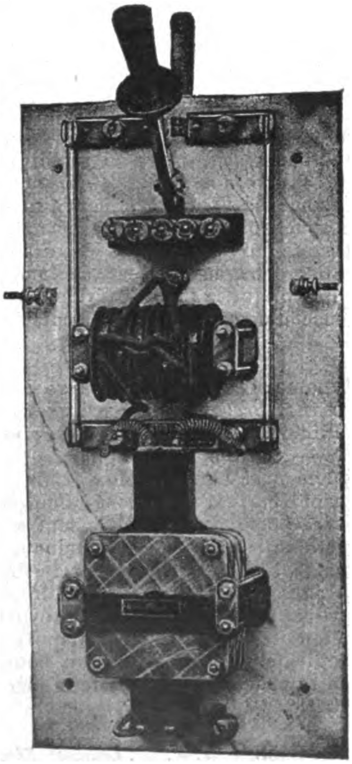


Tableau téléphonique de sécurité anti-inductif, type C 3.

Société A^me des Brevets Arthur PEREGO

MILAN, rue Salaino, N° 10

Adresse télégraphique : " ANTINDUCTIF ".

Marque internationale "ANTINDUCTIF".

APPAREILS BREVETÉS EN TOUS LES ÉTATS

Spécialités des Brevets PEREGO

Téléphonie et Télégraphie simultanées sur fil simple et double.

Téléphonie et Télégraphie de sûreté anti-inductive pour lignes parallèles ou établies sur les mêmes poteaux des conducteurs de n'importe quelle tension.

Appareils pour éliminer les perturbations produites par la traction électrique à haute tension sur les circuits télégraphiques et téléphoniques.

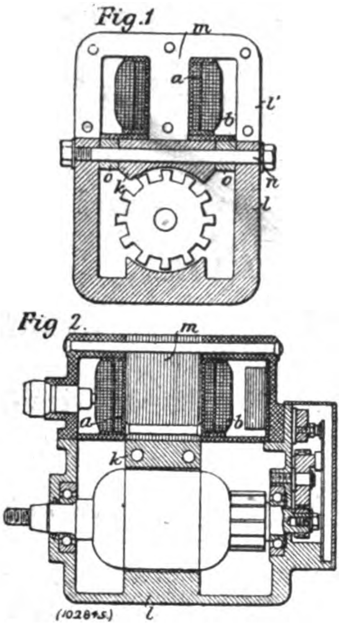
Téléphones extra-puissants pour très grandes distances.

Appareils et accessoires pour la Téléphonie et pour la Télégraphie.

CATALOGUE FRANÇAIS ET DEVIS GRATUITS SUR DEMANDE

Digitized by Google

machine. Cette disposition assure la production d'un flux, suffisant dans toutes les circonstances, dans le noyau nu; lorsque l'enroulement d'excitation est ouvert, le flux dû à l'armature peut alors contribuer à augmenter la tension du secondaire. L inducteur m est feuilleté et peut être enlevé



621.312. — Machine dynamo.

de la machine à laquelle il est fixé d'une manière convenable. La pièce polaire k est fixée au bâti au moyen des boulons n et de pièces en métal non magnétique o, tel que le laiton, fixées de même par les boulons n déjà mentionnés.
E. B.

621.312 : 621.311.73. — Dynamo avec fonctionnement automatique du conjoncteur-disjoncteur; Isidore Brunel. France. *Brevet français n° 482 648*, demandé le 25 août 1916. délivré le 16 janvier 1917. publié le 5 avril 1917. 800 mots. 2 fig. — Ce brevet concerne une nouvelle disposition de dynamo avec fonctionnement automatique du conjoncteur-disjoncteur, spécialement applicable aux groupes électrogènes. L'induit de la dynamo comporte deux enroulements indépendants, savoir : 1° un enroulement principal relié à un collecteur à balais d'un côté de l'induit pour fournir le courant d'excitation des inducteurs et le courant de régime de la machine; 2° un enroulement secondaire ou supplémentaire ayant une plus faible valeur et relié à un autre collecteur à balais, de l'autre côté de l'induit; cet enroulement secondaire étant destiné à fournir un courant spécial à un électro-aimant destiné à actionner une lame à ressort formant conjoncteur-disjoncteur du circuit principal de la dynamo, lequel est interrompu et pourvu de plots de contact pour recevoir la lame de conjonction, la disjonction étant automatique par l'effet du ressort sans calage possible. — J. D.

621.312.2.2. — Un alternateur triphasé de 15 000 kw. *Engineering*, t. CIII, 18 mai, 1er et 8 juin 1917, p. 465-468, p. 516-518 et 539-540, 72 fig. — La puissance unitaire des groupes turbo-alternateurs va toujours en croissant, de même le rendement de ces groupes a été continuellement en s'améliorant, la dépense de premier établissement été augmentée de ce fait, le capital ainsi immobilisé est amplement rémunéré par la réduction de la consommation; là encore, les perfectionnements ont été tels que le haut rendement actuel est acheté à un prix inférieur ou au plus égal à celui des anciens rendements. L'article donne les consommations de vapeur en fonction de la charge; une planche montre la coupe de la turbine et de l'alternateur, la longueur totale de la turbine atteint 14 m, elle est divisée en une partie à haute pression et une partie à basse pression, la première utilise le principe du double écoulement de la vapeur avec introduction de la vapeur au milieu de la turbine, il en résulte que la section offerte à l'écoulement de l'énorme volume de vapeur est très grande sans recourir à l'emploi d'ailettes de très grande hauteur, il est en outre inutile de disposer un ensemble de cylindres d'équilibre. La division en deux parties de la turbine permettait aussi de faire reposer l'arbre sur trois paliers et de diminuer notablement le poids unitaire des pièces de la machine, lequel, pour des raisons de montage, ne devait pas dépasser 40 t La turbine à haute pression est à simple écoulement, le premier groupe de 15 séries d'aubes comporte une hauteur de 25 mm pour ces dernières, le diamètre moyen étant d'environ 1 m, le dernier groupe comporte des aubes de 140 mm de hauteur, toutes ces aubes sont munies d'une double fixation. Le corps du rotor est un bloc d'acier forgé de 5,50 m de longueur environ dans lequel sont prélevées les portées des coussinets sur lesquels il tourne, leur diamètre est voisin de 60 cm. La poussée est équilibrée par un palier de butée du type Michel à un seul collier, la longueur est ainsi entièrement réduite ainsi que la puissance absorbée. Les paliers principaux ont des coussinets à sièges sphériques facilitant l'alignement, ils sont graissés à l'huile, sous une pression de 0,350 kg : cm², l'huile sous pression est fournie par une pompe actionnée par l'arbre de régulation. Le bâti de la turbine à haute pression est séparé en quatre parties assemblées et boulonnées, il est essayé sous pression avant montage. Le bâti de la turbine à basse pression est en fonte et a également été essayé sous pression. L'article donne un grand nombre de renseignements sur les détails de construction de la turbine, des manchons d'accouplement, du régulateur dont les dessins sont joints. L'alternateur est donné en coupe et en élévation sur l'une des planches; il est complètement fermé et ventilé par de l'air filtré amené par deux ventilateurs montés aux extrémités du rotor. L'excitation est faite sous 110-125 v, l'excitatrice est montée en bout d'arbre de l'alternateur; le courant nécessaire à l'excitation peut cependant être pris sur un réseau séparé si cela devient nécessaire Les enroulements du stator sont disposés de telle manière que la forme de l'onde du courant soit à peu de chose près sinusoïdale, à peu près sans harmoniques. La tension peut être réglée entre 10 500 et 11 500 v avec une surcharge maximum de 50 pour 100. L'augmentation de tension en coupant la charge totale avec facteur de puissance unité, est égale à 20 pour 100, cette augmentation atteint 30 pour 100 si le facteur de puissance est égal à 0,95. Le courant instantané du court-circuit atteint 15 000 A, le courant d'excitation étant réglé pour obtenir 11 000 v aux bornes à charge nulle. Le courant normal de court circuit étant égal à 1 750 A avec l'excitation correspondant à la pleine charge. L'alternateur est capable de développer 22 500 kw pendant cinq secondes. L'augmentation de température à charge normale ne dépasse pas 36° C avec de l'air à 15° C ou 39° avec de l'air à 40° C. L'article donne également tous les détails du condenseur à surface dont l'importance est considérable, car le poids de vapeur à condenser atteint 85 000 kg : h, de grandes précautions ont été prises pour assurer à la vapeur une vitesse suffisante pour éviter la formation de couches d'air à la surface intérieure des tubes, et qui diminuent considérablement l'effet de refroidissement de ces derniers La construction est du type « Contraflo », toutes les pompes sont du type centrifuge et actionnées par des moteurs d'induction, l'un de 160 ch à 975 t actionne les pompes à air et pompe d'extraction et pompe d'alimentation, ce moteur alimenté sous 220 v a son rotor en court-circuit. Les pompes de circulation ont été prévues en double, chacune d'elle est commandée par un moteur asynchrone de 550 ch à 485 t, à axe vertical; leur aspiration est à un niveau inférieur à celui des plus basses eaux de la Tamise. L'exécution des conduites d'amenée

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

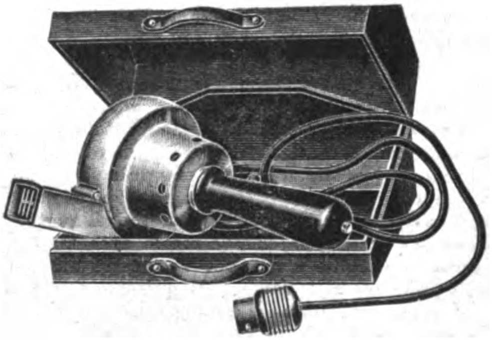
A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Dynamos, Phares, etc. --- Installations électriques sur voitures et canots automobiles.



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE

SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

Téléph. **Gutenberg 47-80.** *Télég.* **Cespir-Paris.**

ÉLECTRO-MASSEUR

Digitized by Google

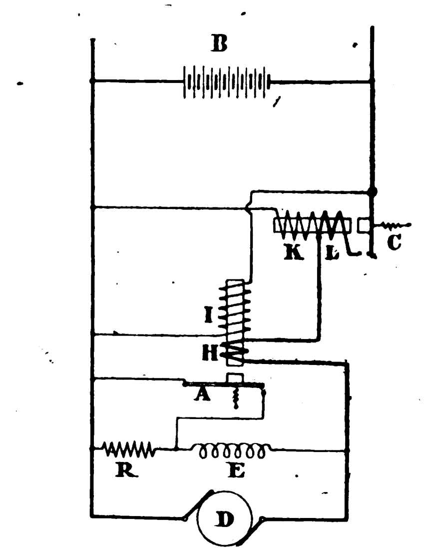
d'eau de condensation et d'évacuation de l'eau chaude durent être exécutés en tunnel à l'aide du bouclier, car elles devaient passer sous le silo à charbons et différents canaux et bassins, l'article donne des détails assez nombreux concernant cette exécution. — E. B.

621.312.2. — Les températures internes des alternateurs; Ralph Kelly. *Proceedings of the A. I. E. E.*, t. xxxvi, février 1917, p. 103-118, 5 200 mots, 3 fig. — Cet article traite des températures internes d'un certain nombre de grands alternateurs typiques, cette température étant mesurée par un couple thermo-électrique, placé entre des bobines d'induit logées dans la même encoche et au centre du noyau. La différence entre les températures internes ainsi mesurées et les températures de surface correspondantes, dans les essais décrits, varie de 0° à 35,5°. On explique cette différence par les essais et par le calcul. L'auteur donne une méthode de calcul des températures internes, basée sur des lois simples et sur des données tirées de nombreux essais. Par les essais et les calculs qui les accompagnent, il explique les effets des changements de fréquence, de longueur du noyau, d'épaisseur et de qualité de l'isolant, de densité de courant dans l'enroulement induit et d'induction dans le noyau. Il discute aussi l'aptitude des extrémités de bobines à dissiper la chaleur venant du centre du noyau. Il conclut que, quoiqu'on puisse expliquer la grande divergence entre les températures superficielles et les températures internes des différentes classes d'alternateurs, il est cependant certain qu'on ne peut donner aucune valeur moyenne de cette différence pour les types de ces machines. — P. L.

621.314. — Transformateur de tension pour courant continu, avec excitation en série; Société Anonyme Brown, Boveri et Cie (Suisse). *Brevet français n° 482 511*, demandé le 7 août 1916, délivré le 2 janvier 1917, publié le 27 mars 1917, 1 100 mots, 3 fig. — Cette invention, appliquée aux groupes moteurs-générateurs à courant continu, a pour but d'assurer l'excitation de la dynamo-génératrice par le courant de régime du moteur, ce qui simplifie le couplage et donne une sécurité de marche absolue aussi bien pour une marche normale que pour des conditions de marche extraordinaire, telles qu'au démarrage avec couplage brusque sur la pleine tension. Le moteur et la génératrice ont des dimensions magnétiques telles que le courant de marche à vide du groupe suffit à l'excitation normale de la génératrice, enfin la même variation des ampères-tour d'excitation détermine dans la dynamo une variation plus forte du nombre de lignes de force que dans ce moteur, de telle sorte que les influences de la chute de vitesse et des chutes de tensions ohmiques, qui se produisent aux variations de charge, se trouvent compensées par une variation plus grande correspondante du nombre de lignes de force de la dynamo. Enfin par un enroulement démagnétisant sur le moteur, alimenté par le courant de la dynamo, on peut maintenir pratiquement constant le nombre de tours du transformateur. Les figures se rapportent à une application de l'invention aux voies ferrées. — J. D.

621.431.231. — L'emploi des huiles de pétrole dans les moteurs à essence. *Le Génie civil*, 9 juin 1917, t. lxx, p. 375, 650 mots. — Notre confrère « Le Génie civil » publie une analyse d'un article paru dans le *Journal of United States Artillery* de janvier-février 1917. Dans cet article les auteurs, MM. Schudt et Wallis exposent les résultats obtenus en faisant fonctionner au moyen d'huiles de pétrole des moteurs construits pour la marche à l'essence, ces résultats ont été très satisfaisants. Nous renvoyons à l'article original ou au « Génie civil » pour l'étude de ces essais. — H. C.

621.311.7 + 621.355.035.7. — Nouveau système de contrôle d'une batterie et d'une dynamo marchant en parallèle. Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston. *Brevet français n° 474 599*, demandé le 2 juillet 1914, délivré le 12 décembre 1914, publié le 25 février 1915, 66 lignes, 1 fig. — Dans ce système, applicable à l'éclairage des automobiles et des trains, la bobine à fil fin du régulateur est reliée à la batterie, c'est-à-dire au delà du conjoncteur-disjoncteur, contrairement à ce que l'on fait généralement. Dans ces conditions, le régulateur n'entre en jeu qu'une fois la conjonction faite et on peut ainsi régler le conjoncteur pour une tension légèrement supérieure à celle que doit maintenir le régulateur. Dans la figure, D est l'induit d'une dynomo-shunt réglée par



621.311.7 + 621.355.035.7. — Nouveau système de contrôle d'une batterie et d'une dynamo marchant en parallèle.

régulateur vibrant sur l'excitation. A cet effet, l'enroulement inducteur E est en série avec une résistance R que l'armature vibrante A du régulateur peut mettre en court-circuit. Le conjoncteur C porte les deux enroulements habituels alimentés dans le même sens quand la dynamo charge la batterie B. Le régulateur est compound ; il comprend une bobine à fil fin I branchée aux bornes de la batterie et une bobine à gros fil H parcourue soit par le courant total de la dynamo, comme le représente la figure, soit par le courant fourni à la batterie. — L. J.

621.355. — Perfectionnements aux batteries d'accumulateurs; H.-G.-C. Thofehrn. *Brevet français n° 478 474*, demandé le 21 avril 1915, délivré le 23 septembre 1915, 105 lignes, 1 fig. — L'invention concerne l'introduction dans la matière active d'une matière radio-active et notamment du sulfate de radium-baryum. Ce composé est insoluble dans l'électrolyte de l'élément et ne semble pas entrer en combinaison chimique avec l'oxyde de plomb de la pâte ou avec le plomb de la grille. La radio-activité fournie par le sulfate de radium-baryum est supposée agir simplement par sa présence dans la pâte pour produire une réaction électrochimique plus complète du courant électrique dans toute la masse pendant la charge et la décharge. La pâte est obtenue en mélangeant aux oxydes de plomb une quantité de sulfate de radium-baryum suffisante pour incorporer dans la matière approximativement 0,2 microgramme de radium par livre d'oxyde de plomb. On l'applique sur la grille à la manière ordinaire. La formation se fait également par le courant comme habituellement. — L. J.

621 355.035.7. — Perfectionnement dans les régulateurs employés pour charger les batteries d'accumulateurs destinées à l'éclairage et au démarrage des automobiles et à d'autres usages analogues; W.-H. Scott. *Brevet français n° 473 355*, demandé le 11 juin 1914, délivré le 19 septembre 1914, publié le 9 janvier 1915, 96 lignes, 2 fig. —

Digitized by Google

Adr. télégr. : Leolique-Paris.

" L'Éclairage Électrique "

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

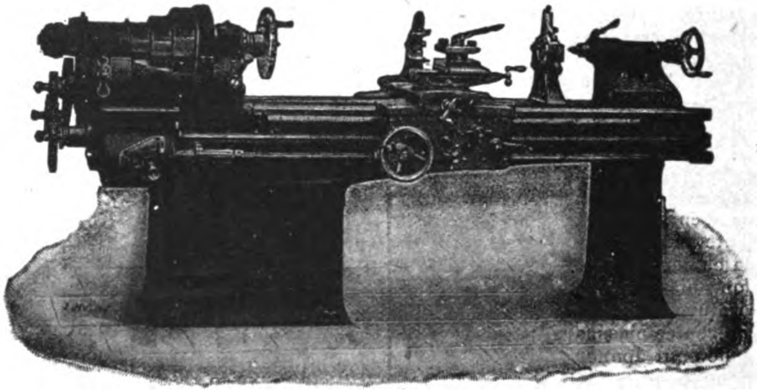
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone : Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS DE **PRÉCISION**

TOURS PARALLÈLES

Perceuses Radiales

etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

LANDIS & GYR

BUREAUX ET LABORATOIRE :

12, RUE LAPEYRÈRE, PARIS

ATELIERS : 4, rue des Cloys.

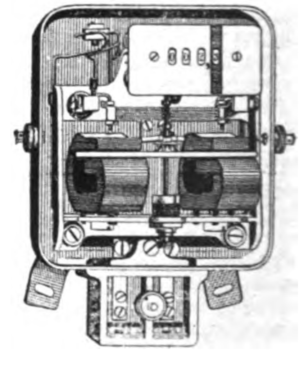
Téléph. : MARCADET 11-03. — Adr. télégr. : DIVISOR-PARIS.

Compteurs d'Electricité

Wattmètres Ferraris

Interrupteurs horaires

Limiteurs de courant



Compteur courant continu.

Digitized by Google

L'invention se rapporte à l'utilisation bien connue des régulateurs à disques de charbon plus ou moins comprimés de manière à faire varier leur résistance. La figure 1 représente le dispositif employé ici et la figure 2 son application au circuit en dérivation A d'une génératrice B. Les blocs ou disques de charbon C sont enfermés dans un tube isolant D monté sur un support E qui peut être isolé de la plaque de base F. Le ressort à faible course G comprime les disques de charbon. Contrairement à ce ressort agit l'électro-aimant H dont l'enroulement est représenté ici en série. Quand l'intensité de charge de la batterie augmente,

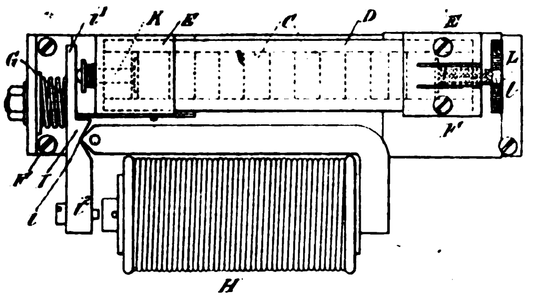


Fig. 1.

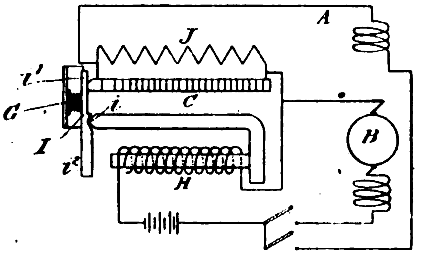


Fig. 2.

621.355.035.7. — Perfectionnement dans les régulateurs employés pour charger les batteries d'accumulateurs destinées à l'éclairage et au démarrage des automobiles et à d'autres usages analogues.

l'électro-aimant agit sur l'armature I et diminue la pression des disques, ce qui entraîne une augmentation de la résistance d'excitation de la génératrice. J est une résistance fixe qui shunte les disques de charbon. L'armature I de l'électro-aimant pivote sur le couteau i qui fait partie du circuit magnétique. Le ressort G agit sur le bras i^1 de cette armature tandis que l'électro-aimant agit en sens inverse sur le bras i^2. La pression du ressort G est transmise aux disques C par une tige coulissante K. A l'autre extrémité est disposée une vis L qui permet de régler la résistance minima qui est indispensable par l'index l. — L. J.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

621.311.72. — Caractéristiques des types de cartouches fusibles II. Arthur Walter. *Electrical World*, 19 mai 1917, t. LXIX, p. 962-963, 1 200 mots, 2 fig., 3 tab. — L'auteur donne des indications générales sur l'influence de la longueur et du diamètre du fil fusible, sur sa disposition au milieu de la matière inerte qui l'entoure dans la cartouche, sur la nature de celle-ci et sur la température de l'air ambiant au point de vue de la détermination du point de fusion du fusible. Si le fil fusible est mal cintré dans la cartouche, la chaleur se dissipe inégalement et amène une cause d'erreur dans le temps de fusion. — Dans la recherche de l'influence de la radiation calorifique du fusible dans l'air ambiant; l'auteur fait usage de la formule

$$W = \frac{(T - t)\,A}{R.\,L}$$

dans laquelle W représente les watts dissipés, T et t les températures des deux points envisagés, A la section transversale à travers laquelle se fait la radiation, R la résistivité thermique du matériel isolant et L son épaisseur. La figure 1 montre l'influence de la température ambiante sur le temps de fusion de deux fusibles semblables exposés l'un à une température de 22° C et l'autre à 147° C. La différence de température 125° conduit à une différence de 0,5 A dans l'intensité du courant de fusion d'une cartouche calibrée à 3 A. — La figure 2 donne la relation du temps de fusion avec la température ambiante pour un fusible soumis

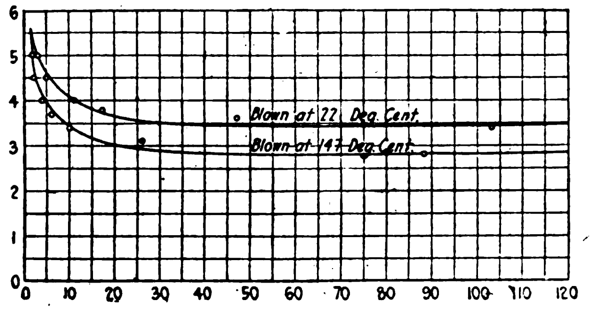


Fig. 1.

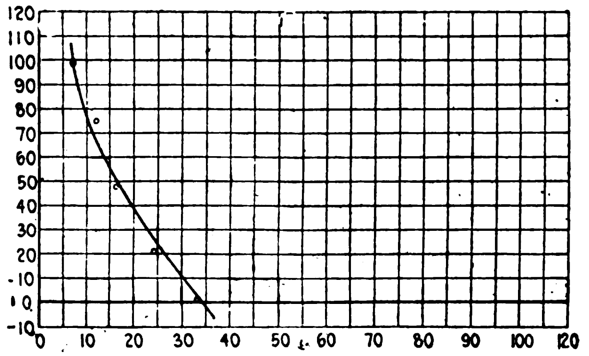


Fig. 2.

621.311.72. — Caractéristiques des types de cartouches fusibles II.

à un courant constant de 3,7 A. L'auteur attire l'attention à ce propos, sur l'emploi comme fusibles de métaux facilement oxydables, car une température élevée, quoique inférieure à celle de la rupture, forme une gaine d'oxyde autour du fil, en réduit, par suite, la section et entraîne la rupture à une intensité très au-dessous du calibre du fusible. L'auteur résume dans un tableau l'influence d'un fil indicateur de fusion, au point de vue calorifique; il donne également les résultats d'essais de fusibles en rubans de cadmium noyés dans la silice et rappelle quelques précautions à prendre dans les essais des fusibles. — J. D.

621.311.7. — Protection du réseau de distribution de la Southern California Company *Electrical World*, t. LXIX, n° 21, 26 mai 1917, p. 1 018, 250 mots, 1 fig. — Dans le système de distribution à 2 300 v, tous les circuits sont protégés par des disjoncteurs automatiques dans les sous-stations; des sectionneurs dans l'huile sont disposés sur les poteaux. Tous les transformateurs sont protégés par des fusibles à bouchons de la General Electric. Des essais ont été faits avec des fusibles tripolaires ou une combinaison de fusibles et de disjoncteurs, mais la dépense occasionnée est tellement supérieure à celle des disjoncteurs à 6 600 v actuellement en service qu'il a été décidé de continuer l'emploi de ces derniers. Les feeders à 10 000 v des sous-stations de cette Compagnie sont protégés par des disjoncteurs tripolaires dans l'huile type K.12 de la General Electric.

Digitized by Google

Chauffage Electrique Incandescent

Modèle Q-10

Convient pour les pièces de dimensions moyennes. Est muni d'une tablette chauffante permettant la cuisson des aliments. Placé devant une cheminée produit un effet gracieux et confortable.

de 1 à 4 kilowatts
de 1 à 3 réglages
de 88 à 260 francs

Fonte noire — Fonte ébonite — Emaux vitrifiés

Les Foyers Incandescents

" QUEAD "

Sont des radiateurs établis sur un principe entièrement nouveau assurant une utilisation du rendement thermique supérieure à tous les procédés connus à ce jour.

La résistance est composée d'un fil en alliage spécial encastré dans une armature réfractaire et fonctionnant à l'air libre à 600°. Le résultat est une masse incandescente émanant de l'énergie radiante tout comme un beau feu de coke.

Une garantie formelle de durée des résistances est fournie avec notre tarif Q-1 que nous envoyons sur demande

En nous aidant à la vente des " QUEAD " vous vous assurez un chiffre certain et la satisfaction de votre clientèle.

Le MATÉRIEL, 19, Rue de Cronstadt : Bécon-Courbevoie (Seine) :

Demandez notre tarif **R G Q-1**

CONNOLLY BROTHERS L^TD

FABRICANTS DE FILS ISOLÉS ET DE CABLES

Matières isolantes. Matériel de jonction.

SPÉCIALITÉS

FILS & CABLES ISOLÉS AU CAOUTCHOUC VULCANISÉ, AU PAPIER IMPRÉGNÉ RECOUVERTS DE PLOMB & ARMÉS

RUBAN ADHÉSIF
Marque déposée : " BLACKLEN TAPE ".

SOLUTION DE CAOUTCHOUC NON INFLAMMABLE
Marque déposée : " PEAR DROP BRAND ".

FILS AÉRIENS RECOUVERTS DE TRESSE POUR ATMOSPHÈRES CORROSIVES
Marque déposée : " CLIMIC ".

Adresser toutes demandes de renseignements au Bureau central et aux Ateliers

VALE MILLS

SPÉCIALITÉS

LES FILS ÉMAILLÉS " CONNOLLY " SONT RECONNUS LES MEILLEUR SUR LE MARCHÉ
Tous diamètres depuis [illegible]/100mm.

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS
pour
LIGNES TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIQUES OU SONNERIES ÉLECTRIQUES

CONDUCTEURS SIMPLES OU MULTIPLES

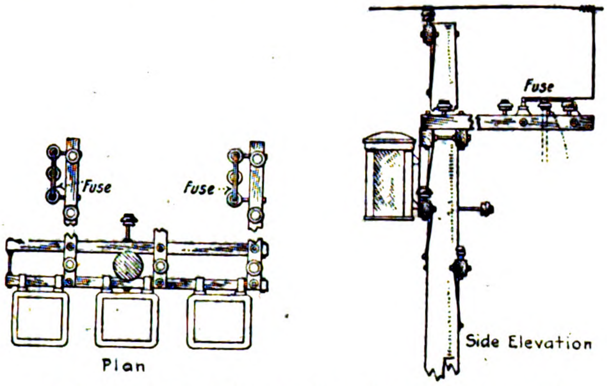
FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR LIGNES AÉRIENNES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR STATIONS DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

BLACKLEY-MANCHESTER (Angleterre).

Digitized by Google

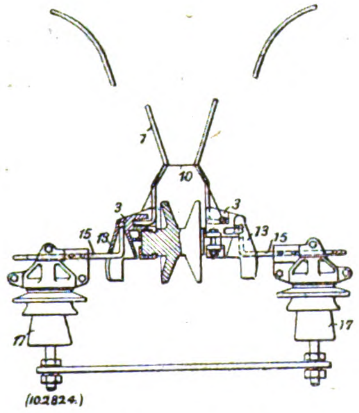
Toutes les dérivations sont reliées au feeder principal par l'intermédiaire de disjoncteurs dans l'air sur poteaux type K. P. F. Les branchements aboutissant aux transformateurs sont protégés par des disjoncteurs (voir fig.) cons-



621.311.7. — Protection du réseau de distribution de la Southern California Company.

truits dans les ateliers de la Compagnie : chaque traverse portant un fusible est munie d'un isolateur 10 kw. En vissant dans cet isolateur une tige de 1,50 m, la traverse peut être enlevée de ses supports. — P. G.

621 311.72. — Fusibles; A. Schaanning. *Brevet anglais n° 102 824*, 6 janvier 1916, 2 fig. Bibliographié dans *Engineering*, 18 mai 1917, t. CIII, p. 489. — Ce type de fusible appartient au genre bien connu comme parafoudre à cornes. La partie centrale est formée de matière isolante, de préférence de porcelaine; aux deux extrémités de cette partie centrale sont fixées des pièces métalliques de forme convenable sur lesquelles sont montées les cornes convergentes divergentes 7, le fil fusible 10 est fixé, lui aussi, à ces mêmes pièces métalliques, enroulé autour des cornes, à



621.311.72. — Fusibles.

l'endroit le plus étroit de ces pièces en regard, en reliant ces deux parties comme le montre la figure. Les pièces métalliques sont pourvues d'une ouverture conique 12, au moyen de laquelle l'ensemble est supporté par les tiges 15 réglables sur les isolateurs 17. Lorsque le remplacement d'un fusible est nécessaire, l'ensemble est enlevé très facilement et le remplacement peut s'effectuer sans aucune difficulté; ce dispositif permet même la suppression d'un interrupteur de ligne, la partie mobile pouvant en tenir lieu, il suffit de prévoir un dispositif isolant permettant d'enlever cette partie mobile. — E. B.

621.311.72. — Remplacement des fusibles mono ou bipolaires par le court-circuit à bouchon; Hundhausen, *E. T. Z.*, n° 11, 15 mars 1917, p. 147, 148, 149, 1 000 mots, 8 fig.

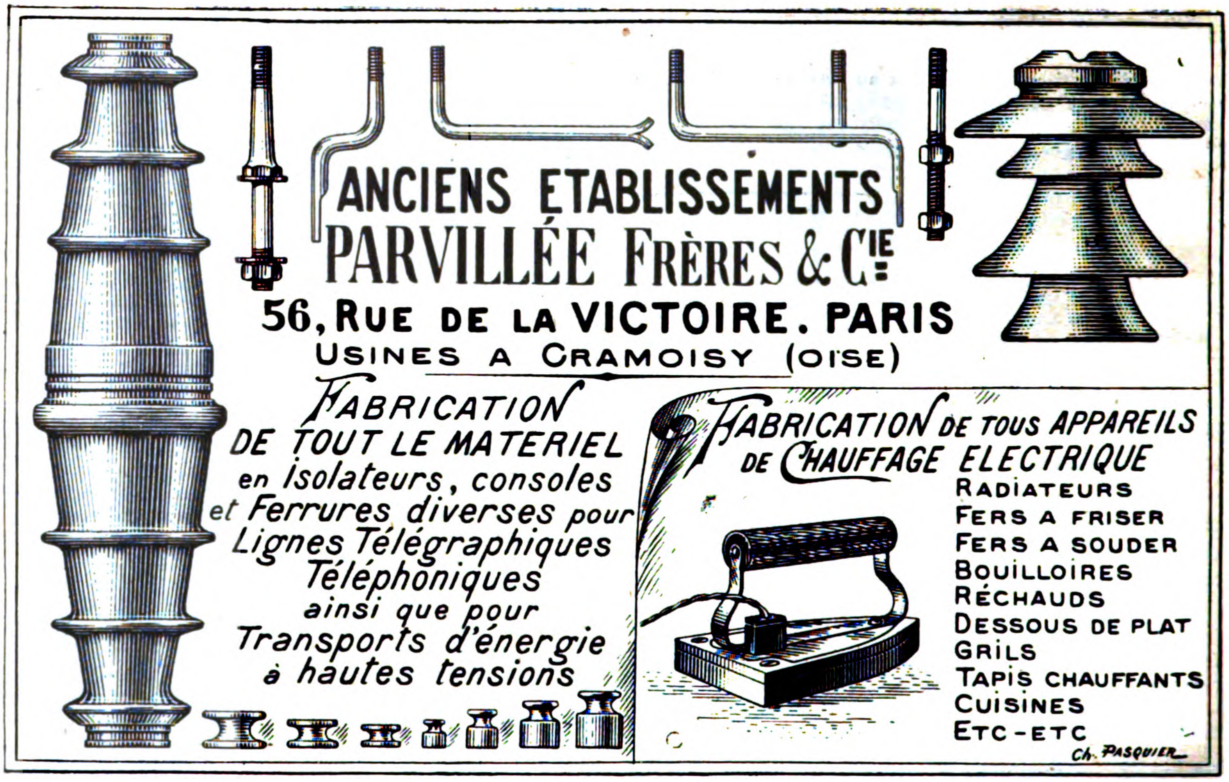
621.311.9. — Appareils de protection contre les surtensions et les surintensités dans les installations à haute tension. *E. T. Z.*, n° 19, 10 mai 1917, p. 261-262, 350 mots. — Résumé d'un article publié dans « Elektrotechnick und Maschinenbau » (t. XXXIV, p. 389-404), dans lequel l'auteur, M. Vogelsang, présente les appareils de protection, relais à maxima, temporisés ou non, relais à retour de courant, à tension nulle, etc..., construits par la maison Hartmann et Braun de Francfort A signaler particulièrement un « relais à perte de tension » permettant de situer facilement les perturbations dans une ligne. — P. G.

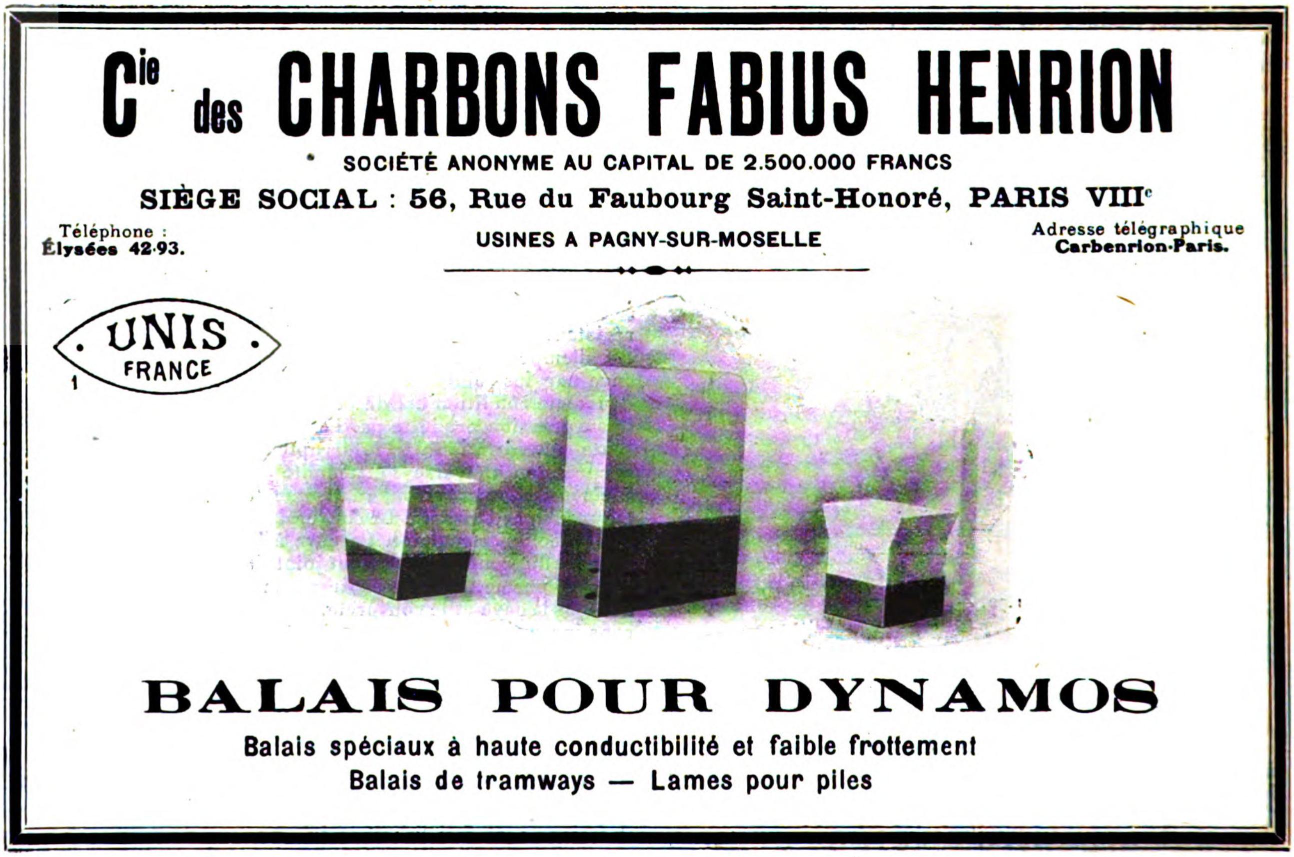
621.311 74. — Interrupteurs à huile à joints étanches et résistants à la pression. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 18 janvier 1917, t. III, p. 41. — L'étincelle de rupture dans les interrupteurs à huile occasionnent des incendies ou des explosions, parce que le gaz d'huile formé à chaque interruption se mélange à de l'air et peut s'enflammer. Ce cas d'inflammation se produit quand, lors d'une rupture, des parties métalliques sont portées au rouge dans l'espace situé au-dessus de la surface de l'huile; si la flamme de l'arc jaillit au-dessus de ce niveau et enfin, si par suite de déclanchement et formation de surtensions dues à des ondes vagabondes, des décharges franchissant les isolateurs pénètrent jusqu'à la surface de l'huile. Ce dernier phénomène rend possible l'explosion d'un interrupteur, sans que de grandes quantités d'énergie soient mises en jeu. Le gaz peut s'être formé lors d'une rupture précédente, mettant en jeu une grande quantité d'énergie et s'être rassemblé au-dessus du niveau d'huile; il s'est bien mélangé avec l'air extérieur, si une étincelle éclate alors le long d'un isolateur et pénètre dans l'espace rempli de gaz, elle enflamme ce gaz. Les effets d'une telle explosion sont, la plupart du temps, la destruction des parties mécaniques de l'appareil, mais il ne s'ensuit pas généralement la formation d'un arc. Par contre, si l'explosion se produit par suite d'une rupture mettant en jeu une grande quantité d'énergie, il se forme, après la destruction de l'interrupteur, un arc à l'air libre qui peut enflammer l'huile et provoquer un incendie. Il peut arriver enfin que, par suite de la rupture de fortes puissances, de l'huile soit projetée au dehors par les joints existant entre le couvercle et la cuve, cette huile se répand sur les différentes pièces de l'interrupteur; s'il survient alors une inflammation de gaz, cette huile peut s'enflammer à son tour. Pour remédier à ces inconvénients, il faut envisager la construction d'interrupteurs à huile étanches et résistants à la pression. La première condition à réaliser est d'empêcher le gaz ou la flamme de s'échapper de la cuve par les joints et de se répandre dans la salle. La deuxième condition est de prévoir un dispositif équilibrant la surpression produite par l'explosion, de manière à éviter toute détérioration de l'interrupteur et empêcher que cette surpression détruise l'étanchéité de la cuve. Les ateliers Siemens, Schuckert ont réalisé un tel interrupteur suivant les principes suivants. Le couvercle et le fond sont bombés et de section circulaire. La cuve à huile s'engage dans une rainure du couvercle formant joint étanche. De fortes tiges filetées permettent de réunir au moyen d'un serrage par boulons la cuve et le couvercle, de manière à pouvoir résister sans inconvénient à une pression atteignant 8 à 10 kg : cm². Les tiges de commande pénètrent à travers le couvercle par des boîtes à garnitures étanches et un tube d'échappement en communication avec l'air libre permet au gaz produit de s'échapper de la cuve sans rencontrer de résistance. — E. P.

621.311.9. — La régulation de la tension sur le réseau de Westchester. *Electrical Review*, t. LXX, n° 22, 2 juin 1917, p. 951, 400 mots, 1 fig.

621.315. — Boîtes de jonction; C. Vernier et British insulated and Helsby cables ltd. *Brevet anglais, n° 103 435*,

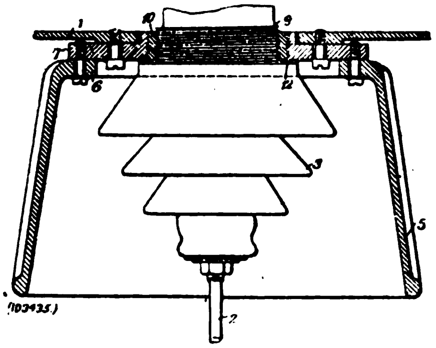
Digitized by Google


ANCIENS ETABLISSEMENTS
PARVILLÉE FRÈRES & Cie
56, RUE DE LA VICTOIRE. PARIS
USINES A CRAMOISY (OISE)
FABRICATION DE TOUT LE MATERIEL en Isolateurs, consoles et Ferrures diverses pour Lignes Télégraphiques Téléphoniques ainsi que pour Transports d'énergie à hautes tensions
FABRICATION DE TOUS APPAREILS DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE
RADIATEURS
FERS A FRISER
FERS A SOUDER
BOUILLOIRES
RÉCHAUDS
DESSOUS DE PLAT
GRILS
TAPIS CHAUFFANTS
CUISINES
ETC-ETC
Ch. PASQUIER


Cie des CHARBONS FABIUS HENRION
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.500.000 FRANCS
SIÈGE SOCIAL : 56, Rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS VIIIe
Téléphone : Élysées 42.93.
USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE
Adresse télégraphique Carbenrion-Paris.
UNIS FRANCE
BALAIS POUR DYNAMOS
Balais spéciaux à haute conductibilité et faible frottement
Balais de tramways — Lames pour piles

18 juillet 1916, 1 fig. Bibliogr. dans *Engineering*, 8 juin 1917, CIII, p. 558.

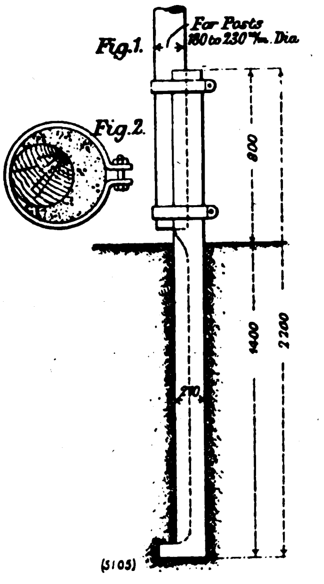
Une boite métallique est représentée par 1 sur la figure, un conducteur 2 doit pénétrer dans cette boîte à l'aide d'un isolateur à haute tension, en porcelaine, 3 de la forme usuelle Une pièce en matière non conductrice 5 portant une collerette 6 enveloppe l'isolateur et forme bouclier, cette pièce



621.315. — Boites de jonction.

est fixée sur un anneau métallique 7 fixé lui-même par la boite 1 ; entre cette pièce 7 et la partie filetée 9 de l'isolateur 3 on introduit une pièce tubulaire 10, filetée intérieurement et extérieurement, elle est scellée sur l'isolateur 3 ; entre la face de l'isolateur et la partie inférieure de l'anneau 10, on intercale une rondelle élastique 12, pressée contre les parties 7 et 10 en vissant l'isolateur et l'anneau 10 dans la pièce 7. — E B.

621 315. — Bases en ciment armé pour poteaux de lignes à haute tension. *Engineering*, 18 mai 1917, t. CIII, p. 472, 150 mots, 1 fig. — La destruction rapide des pieds des poteaux de bois supportant les lignes à haute tension a conduit une maison suisse à étudier une base en béton armé destinée à supporter ces poteaux à une certaine hauteur au-



621.315. — Bases en ciment armé pour poteaux de lignes à haute tension.

dessus du sol, mettant ainsi le pied à l'abri de l'humidité et des agents de destruction dans le sol. Les croquis joints (fig. 1 et fig. 2) montrent la disposition adoptée, les dimensions sont en millimètres Les autorités suisses ont fait un certain nombre d'essais sur ces supports, qui sont établis en trois modèles, les résultats de ces essais sont résumés par le tableau ci-dessous :

TABLEAU 1.

TYPE	PAR POTEAUX DE (cm de diam.)	POIDS DU SUPPORT	LONGUEUR DU SUPPORT	SUPPORT ROMPU A UNE TENSION DE
1	18 à 23	200 kgs	2,20 m	5 900 kgs
2	22 à 28	280 »	2,35 m	6 720 »
3	24 à 30	350 »	2,35 m	8 250 »

Comme le montre le croquis, le poteau est maintenu en place sur le support par deux colliers, mais le poteau lui-même n'est ni coupé ni percé d'aucun trou. — E. B.

621.315.4. — Méthode d'essai des isolements. *Electrical World*, t. LXIX, n° 21-26, mai 1917, p. 1 006, 500 mots. *Brevet américain, n° 212 467.* — Cette méthode est basée sur le fait que l'une des causes de la faible résistance des isolements, lorsqu'ils sont essayés à haute tension, est la présence, dans les matériaux isolants, de moisissures sous forme de petits globules ou fines pellicules qui conduisent le courant. — P. G.

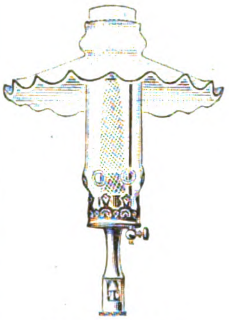
621.315.2. — Diverses causes de rupture des câbles souterrains ; Henry A. CORZENS. *Electrical World*, 19 mai 1917, t. LXIX, p. 956-958, 2 200 mots, 4 fig. — Dans les lignes aériennes, les accidents sont dus presque uniquement à des causes extérieures aux lignes, telles que la température, les isolateurs, etc. Dans les câbles souterrains, au contraire, toute la valeur du câble se rapporte à l'isolant dont la rupture peut être causée par nombre d'accidents que l'auteur classe en accidents mécaniques, dus à une influence extérieure au câble, et en accidents électriques causés par l'usage même du câble. Dans la première catégorie, il rappelle qu'à la mise en place du câble, la formation d'angles trop aigus, surtout à l'origine d'une conduite, entraine une rupture de l'isolant, il note qu'il est bon d'effectuer en usine un essai de pliage du câble sur un diamètre égal à 15 fois son propre diamètre. Quand le câble est installé dans des constructions soumises à des vibrations, l'isolant peut frotter contre les supports et s'user, le métal tend aussi à se cristalliser et à se rompre. Il faut également retenir l'incendie du câble par court-circuit sur un câble voisin et l'influence pernicieuse et souvent négligée des conduits de vapeur, même fortement calorifugées, sur les câbles fortement chargés, car le diélectrique arrive à fondre et à couler hors de l'enveloppe. L'électrolyse et l'humidité causent fréquemment la rupture des câbles, car ces 2 causes ne se révèlent qu'à la longue, quand le mal est fait, et il faut une surveillance constante et attentive de ces 2 points. Les causes électriques comprennent principalement la détérioration du diélectrique par les pertes et accessoirement les coups de foudre et les surtensions, ces deux derniers fréquents sur les réseaux mixtes comprenant lignes aériennes et souterraines, on y remédie par des appareils protecteurs assez efficaces. Enfin la fabrication du câble introduit quelquefois la cause initiale de la rupture, et bien qu'essayé avec succès en usine, le câble se rompt peu de temps après pose sans cause apparente. L'auteur cite le cas d'un câble dont le diélectrique comprenait un fil métallique interposé entre 2 couches de papier qui en a amené la rupture après pose, il signale également le cas d'un câble à 13 000 v qui a fonctionné plusieurs années avec un clou très petit noyé dans le diélectrique. L'auteur estime que la principale cause de rupture des câbles tient au diélectrique qui se trouve plus ou moins

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

Magasins et Bureaux : 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

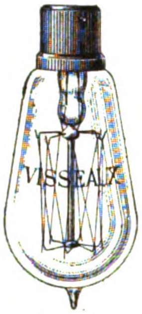
Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D. G.

Fabrique de Manchons.

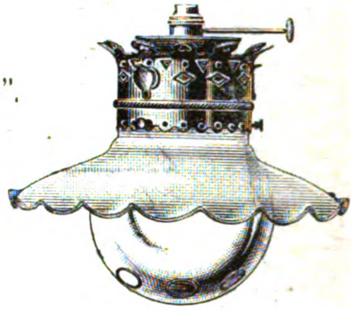
Soie et Ramie.



Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré

Verrerie " Baccarat ".

Cristallerie.



Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

***LYON 1914 :* Membre du Jury. Hors concours. — *SAN FRANCISCO 1915 :* Hors concours.**

Télégr. : VISSEAUX-LYON — CATALOGUES SUR DEMANDE — **EXPORTATION**

Fabrique d'Appareils de Chauffage par l'Électricité.

GEORGE FOX, Ingénieur-Électricien breveté, **24, rue Victor-Hugo, LYON.**

LE "THERMO-FOX" ÉLECTRIQUE

(BREVETÉ DANS TOUS LES PAYS)

fait bouillir tous liquides en quelques secondes sur n'importe quel voltage et sur le courant alternatif.

Prix : **10** frs — avec cordon et prise a baïonnette

FERS A REPASSER, BOUILLOTTES, RÉCHAUDS, RADIATEURS

Fourneaux-potagers, Chauffe-lits, Chauffe-pieds, Cataplasmes électriques, etc., etc.

ATELIER SPÉCIAL DE RÉPARATION ET DE TRANSFORMATION D'APPAREILS DE TOUTES MARQUES

REMISE AUX ÉLECTRICIENS ET REVENDEURS

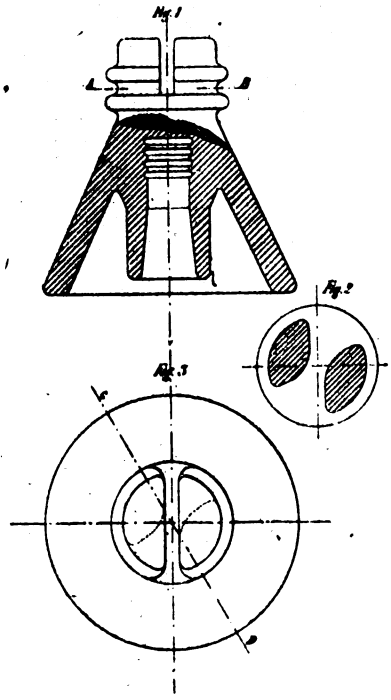
REPRÉSENTANTS DEMANDÉS DANS CHAQUE DÉPARTEMENT

EXPORTATION POUR TOUS PAYS ALLIÉS ET NEUTRES

Digitized by Google

détérioré par la chaleur qui s'y développe par les pertes, et à ce propos, il critique la pratique habituelle fixant le prix d'un câble uniquement sur la densité de courant, en négligeant totalement les qualités de convection du câble et les conditions d'installation qui doivent, à son avis, influer sur le prix. Il donne en exemple un câble qui établi sur la densité de courant, fonctionnait de façon satisfaisante ; la surcharge du réseau a obligé à en établir d'autres en parallèle en vue de maintenir la densité de courant au taux fixé ; un échauffement s'est rapidement révélé sur le premier câble qui s'est rompu. Son examen a montré que la chaleur dégagée par celui-ci et les câbles voisins avait fait couler complètement l'imprégnation du papier qui paraissait simplement huileux et ne présentait plus les qualités voulues, d'où rupture. L'auteur croit donc utile, avant d'installer un nouveau câble en parallèle avec un câble existant, de suivre sur ce dernier les variations de température de son enveloppe, de la conduite et de l'air extérieur et de tenir compte de ces données pour déterminer les constantes et le prix du nouveau câble. Une autre cause de rupture tient à l'exécution des raccords, souvent effectués dans des conditions atmosphériques mauvaises et dans des situations difficiles, on détruisait de l'isolement du câble. On ne peut espérer y remédier qu'avec un personnel de choix et un matériel bien approprié. Enfin il rappelle que, dans diverses compagnies, on suit très attentivement l'état des câbles, en sorte qu'à chaque accident, on connaît l'état du câble, ce qui conduit, avec les données recueillies, à déterminer assez exactement les causes initiales de la rupture. — J. D.

621.315.62. — Tête d'isolateur : Jean-Louis-Maurice Peyronny. *Brevet français no 482 793*, demandé le 6 septembre 1916, délivré le 2 février 1917, publié le 26 avril 1917, 250 mots, 3 fig. — Cette tête d'isolateur permet la fixation



621.315.62. — Tête d'isolateur.

instantanée du conducteur sans attaches accessoires et son décrochage immédiat; elle facilite le passage libre du conducteur qui est maintenu de façon à ne pouvoir sauter hors de l'isolateur même par fortes tempêtes. La figure 1 montre un isoloteur muni de cette tête ; celui-ci est partagé par un sillon médian proportionnel aux calibres des fils employés. La figure 2 donne une coupe horizontale passant par AB de la figure 1, on remarque que le sillon médian est prolongé à sa partie inférieure de chaque côté et perpendiculairement à sa direction, par une échancrure de forme triangulaire à base extérieure et à sommet central. Ces deux échancrures sont opposées et limitent ainsi deux mamelons d'accrochage et une partie surplombante. La ligne CD de la figure 3, représentant la vue par en haut, indique un des axes des supports de l'isolateur, le fil dans son passage libre prenant habituellement une direction perpendiculaire à cet axe. Dans ces conditions, on voit que le fil peut être fixé aux mamelons d'accrochage par des enroulements divers et qu'il est maintenu, lorsqu'il est libre, par les deux parties surplombantes de chaque moitié de tête d'isolateur. — M. J.

621.316.26. — Les sous-stations statiques. *Electrical Review*, 1er juin 1917, t. LXXX, p. 611-612, 2 000 mots. — Parce que la sous-station statique est une partie simple et d'un fonctionnement généralement constant d'un système de distribution, on la néglige trop souvent. Elle nécessite certainement des soins moins constants que la sous-station rotative. Encore devrait-elle être inspectée régulièrement par des gens compétents. — Pour avoir une connaissance précise du travail de chaque transformateur, il serait bon de munir la sous-station d'un ampèremètre et d'un wattmètre enregistreurs. — Il n'y a eu, jusqu'ici, aucune unification dans la pratique des sous-stations. Cela est visible dans la construction des différentes sous-stations Mais, en outre, le nombre des sous-stations que nécessite la meilleure distribution n'est généralement pas l'objet d'une étude systématique. Il ne semble pas qu'il y ait intérêt à en avoir un nombre trop élevé, les pertes d'origine magnétique étant alors relativement plus grandes. Afin de pouvoir assurer dans les grandes villes l'énergie nécessaire dans la soirée, au moment du maximum, il serait bon d'avoir hors service, pendant le jour, un certain nombre de transformateurs qu'on utiliserait dans la soirée. — L'auteur termine son article par le vœu qu'une unification soit introduite dans l'emploi des sous-stations, non seulement relativement à leur nombre et leur fonctionnement, mais aussi dans la construction.

A. B.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.21. — Le moteur Winter-Eichberg-Latour fonctionnant comme génératrice auto-excitatrice ; T. Schunitz. *E. T. Z*, no 20, 17 mai 1917, p 272, 400 mots. D'après *Dissertation Techn. Hochschule Dresde*. — Cette étude est d'une application pratique dans les installations de traction utilisant le freinage à récupération.

621.313.21. — Moteur à courant alternatif à collecteur. Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, résidant en France (Seine). *Brevet français no 481 823*, demandé le 9 septembre 1915, délivré le 27 octobre 1916, publié le 23 janvier 1917. — Cette invention consiste particulièrement dans l'amélioration du fonctionnement d'un moteur à répulsion avec deux paires de balais par paire de pôle, dans lequel on déplace les balais pour modifier la vitesse. Elle permet d'améliorer les caractéristiques d'un tel moteur et, en particulier, celle de la vitesse en fonction du couple. On suppose que chaque paire de balais est constituée par un balai fixe et un balai mobile ; le principe de l'invention consiste à intercaler une bobine de réaction entre les balais fixes et les balais mobiles. Cette bobine est établie de manière que son circuit magnétique soit saturé pour une certaine valeur de la tension entre les balais. On s'arrange de manière que la saturation soit obtenue au démarrage. Le bobinage du stator induit un courant dans le bobinage du rotor. La disposition des balais est telle que l'effet magnétique produit par le circuit induisant soit neutralisé par celui produit par le circuit induit. Seule la portion du circuit induit comprise entre les

Digitized by Google

ENTREPRISES GÉNÉRALES
DE CONSTRUCTION D'USINES

BÉTON ARMÉ — MAÇONNERIE — TRAVAUX PUBLICS

Cheminées
"Monolithe"
S. G. D. G.

Ste D'APPLICATIONS DU BÉTON ARMÉ
S-A-B-A
11. RUE DE BELZUNCE. PARIS.

Poteaux
"Gallia"
S. G. D. G.

Société anonyme au capital de 1.000.000 de Francs

Adresse Télégraphique :
SABARMÉ-PARIS

Téléphone :
NORD 48-48
53-61

SOCIÉTÉ DES ETABLISSEMENTS
WANNER
ANONYME AU CAPITAL DE 500.000 Fcs

67, AVENUE DE LA REPUBLIQUE
PARIS

COURROIES EN
POILS DE CHAMEAU
COTON COUSU
CUIR ETC.

balais fixes et les balais mobiles ne produit pas cette compensation ; c'est ce qui produit le champ du moteur. La valeur du couple est déterminée par l'angle compris entre les balais fixes et les balais mobiles. Si les deux systèmes de balais sont rapprochés, le champ du moteur est petit, le couple est petit, la vitesse est grande. Si les deux systèmes de balais sont éloignés au maximum, le champ est maximum, le couple est grand, la vitesse est faible. Le courant auxiliaire produit par la bobine de réaction circule dans la partie de l'enroulement induit traversé par le champ du moteur et neutralise partiellement l'effet du courant qui circule dans l'enroulement induisant, le champ du moteur se trouve de ce fait diminué. La tension entre les deux groupes de balais est une fonction de l'angle compris entre les deux systèmes fixes et mobiles ainsi que de la vitesse du moteur. Au synchronisme, cette tension est nulle, elle augmente à mesure que la vitesse s'écarte du synchronisme, soit vers le repos, soit vers les grandes vitesses ; comme, d'autre part, la bobine de réaction est saturée pour le démarrage, il en résulte que, quand la vitesse s'éloigne peu du synchronisme, la bobine de réaction laisse passer peu de courant ; quand la vitesse s'écarte beaucoup du synchronisme, la tension aux bornes de la bobine devient suffisante pour saturer celle-ci et, par suite, elle laisse passer un courant important. Donc, aux faibles vitesses, il en résulte une augmentation du couple, tandis qu'aux grandes vitesses le couple est réduit, par conséquent la vitesse d'emballement est réduite. La présente invention est, de plus, avantageuse en ce qu'elle permet d'améliorer la commutation au départ, parce qu'on peut obtenir le même couple de démarrage avec un champ plus petit et un courant plus intense. Le fascicule décrit en détail le fonctionnement d'un moteur dans ces conditions et donne plusieurs des schémas réalisés... En particulier, on peut améliorer le facteur de puissance du moteur en employant pour la bobine de réaction le secondaire d'un transformateur dont le primaire est mis en série avec le bobinage induisant. — E. P.

621.349 : 663.4. — Equipement électrique d'une brasserie ; *Electrical Review*, 2 juin 1917, n° 22, t. LXX, p. 944. 250 mots, 1 fig. — La Dubois Brewing Company installe, actuellement, la commande électrique de divers appareils de sa brasserie. L'application a déjà été faite à une machine à mettre la bière en bouteilles qui, primitivement, était commandée par un arbre de transmission. Son rendement était alors de 60 bouteilles à la minute, soit 3 600 à l'heure. Actuellement, la machine est commandée par un moteur Crocker-Wheeler de 2 ch. Le rendement est de 72 bouteilles à la minute, soit 4 320 à l'heure. Pendant une semaine de fonctionnement l'appareil nécessite à peine 3 minutes d'arrêt, lorsque la pression de l'air diminue. — L'installation électrique déjà établie pour cette Compagnie comprend : une génératrice Westinghouse 75 kw commandée directement par un moteur Erié, une génératrice 35 kw entraînée par un moteur Keystone et une génératrice de 25 kw accouplée à une turbine à vapeur de Laval. Le courant continu à 110 v produit est utilisé pour alimenter les divers moteurs et le circuit d'éclairage de la brasserie. — P. G.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 : —314.3. — Le choix de la tension dans l'électrification des chemins de fer par courant continu, LYDALL. *Electrician*, 11, 18 et 25 mai 1917, p. 223-226, 263-266, 303-306, 14000 mots, 7 fig., 6 tab — L'auteur classe les locomotives en trois catégories : 1° les locomotives de manœuvre qui ont de très fréquents arrêts et dont la vitesse ne dépasse pas 15 milles à l'heure ; 2° les locomotives pour trains de marchandises qui doivent être en état de maintenir une vitesse de 30 à 35 milles avec un train chargé sur des distances parfois considérables sans arrêt ; 3° les locomotives pour trains de voyageurs. — Plusieurs raisons rendent très improbable que l'emploi de ce qu'on peut appeler réellement des tensions élevées puisse se généraliser en Angleterre ; par tensions élevées l'auteur entend des tensions supérieures, par exemple à 6000 v. Il montre que les tensions de fonctionnement doivent être maintenues au-dessous de cette valeur. D'une manière générale, il est aisé de voir que le choix de la tension dépendra jusqu'à un certain point du prix du charbon. Il est bien entendu qu'eu égard au combustible seul une locomotive électrique est plus économique qu'une locomotive à vapeur. Cette dernière fonctionne presque toujours sans condenseur et est habituellement à expansion simple et sans surchauffe. Comme on peut utiliser dans une station centrale une qualité de charbon à meilleur marché, il est évident que la locomotive électrique coûte beaucoup moins que la locomotive à vapeur au point de vue du combustible. En regard de cette économie de combustible il faut faire figurer l'amortissement du capital nécessité par l'installation de la centrale, des systèmes de transmission et de distribution, ainsi que les dépenses de fonctionnement liées à cette installation. Pour justifier l'électrification, il faut que l'économie réalisée sur le combustible seul soit plus que suffisante pour contrebalancer l'amortissement du capital et les dépenses de fonctionnement. Cette économie dépend, non seulement du prix du charbon, mais encore de la quantité nécessaire. Plus le trafic est réduit et moins importante est l'économie du combustible ; ce qu'il faut surtout restreindre c'est la dépense de capital pour les sous-stations et le système de distribution. Le but visé, en adoptant une tension de fonctionnement élevée, est de permettre l'espacement des sous-stations et, par suite, d'abaisser le prix du système de distribution. D'un autre côté, moins les trains sont nombreux et moins importante est l'augmentation de prix des locomotives entraîné par une élévation de la tension. — Dans tout réseau étendu de chemin de fer, la densité du trafic passe d'un maximum, sur quelques-unes des lignes principales, à un minimum, sur les lignes de branchement. Si le combustible est à bas prix, il est difficile de justifier l'électrification des lignes de branchement ; mais si le prix est élevé, les lignes sur lesquelles le trafic est relativement léger pourront être avantageusement électrifiées. Comme, en Angleterre, le prix du combustible est relativement peu élevé, qu'il y a, d'autre part, peu de puissance hydraulique disponible, le trafic devra être assez dense pour qu'il y ait avantage à pratiquer l'électrification. Aussi, en dehors des difficultés techniques qui pourraient devenir considérables aux tensions élevées, on peut prévoir que la tension la plus propice ne sera pas particulièrement élevée. L'auteur limite ses considérations à 4000 v et envisage dans ses comparaisons des tensions de 1 500, 2 000, 3 000 et 4 000 v. — Il entre ensuite dans des détails sur la construction de machines correspondant à ces tensions et montre que, même pour la tension la plus élevée, il n'y a pas de difficultés techniques particulières. — L'accroissement de prix dû à une élévation de la tension d'alimentation peut être réparti en quatre sections : 1° celui qui provient d'un accroissement des dimensions des principaux moteurs ; 2° celui qui provient du convertisseur rotatif ; 3° celui qui est dû à un isolement supplémentaire des circuits à tension élevée et des parties à tension élevée du dispositif de commande ; 4° celui qui est dû à un accroissement des dimensions et du poids de la structure mécanique de la locomotive. — Il est évident qu'une évaluation a priori de l'élévation totale du prix des locomotives des diverses catégories ne peut être qu'approximatif. Voici, en livres sterling, quelques données approximatives sur l'augmentation du prix de revient avec la tension, d'après les cours d'avant-guerre.

Tension	1 500	2 000	3 000	4 000
Locomotive de manœuvre	0	210	370	620
Locomotive à marchandises ...	0	230	440	600
Locomotive à voyageurs	0	340	680	950

A. B.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES D'ORNANS

ANCIENNEMENT OLIVIER ET Cie

à

ORNANS (Doubs)

REPRÉSENTANT GÉNÉRAL A PARIS : G JARRE 17, RUE TRONCHET

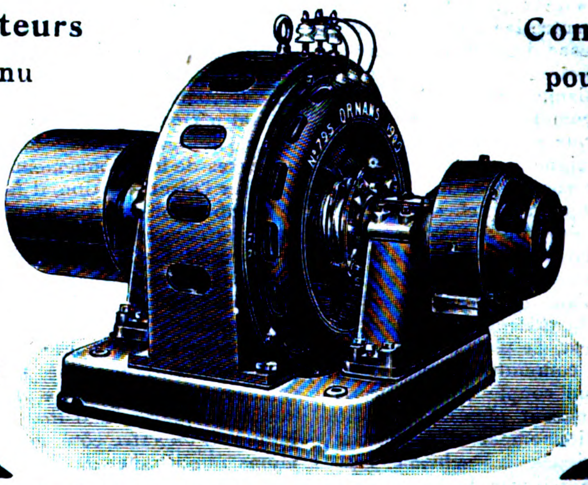
Dynamos et Moteurs
courant continu

—

Alternateurs
et Moteurs
courant alternatif.

—

Transformateurs
statiques.



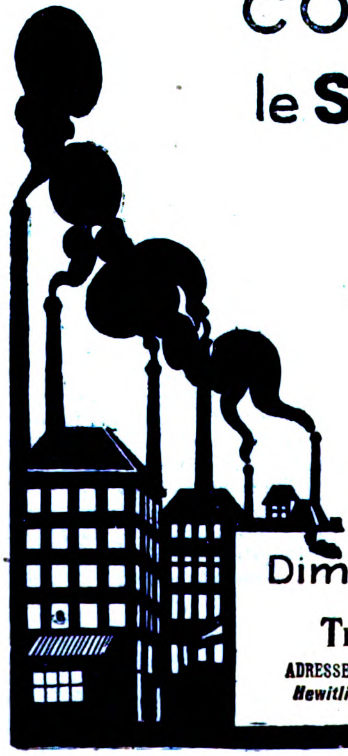
Compresseurs d'Air
pour traction électrique

—

Pompes
centrifuges
système de Laval.

—

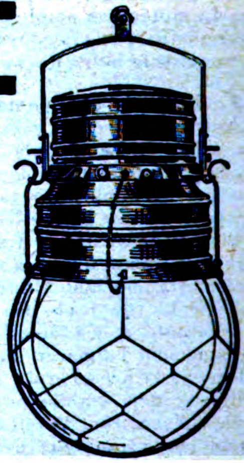
Transformateurs
rotatifs.



La Lampe WESTINGHOUSE cooper Hewitt

est

le Soleil de l'Usine



Elle éclaire sans Ombres

Augmente le Rendement

Diminue la Fatigue Visuelle

La Maison VICKERS Ltd dans ses usines de Barrow Sheffield et Erith et la maison ARMSTRONG ainsi que bien d'autres, emploient plus de 10.000 de ces lampes dans leurs chantiers et ateliers pour la Fabrication du matériel de guerre en Angleterre.

Demandez le Tarif 273

THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT Co L

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewitlight-Suresnes.* — USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE SURESNES, près PARIS 11, Rue du Pont. — TÉLÉPHONE WAGRAM 86.10

DOCUMENTATION

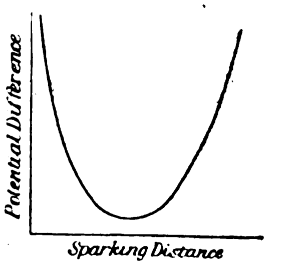
SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.53. — Les propriétés électriques des gaz : J.-J. Thomson. *Engineering*, 18 mai 1917, t. CIII, p. 478-479, 1 400 mots. — Dans sa dernière leçon J.-J. Thomson était arrivé à la conclusion que, lorsqu'un gaz devenait conducteur de l'électricité, cette électricité était transportée par les particules gazeuses, le phénomène a donc quelque ressemblance avec l'électrolyse, mais il est caractérisé par des circonstances spéciales qui ne se rencontrent pas dans ce dernier cas. En particulier, pendant la décharge dans le gaz, si le potentiel varie notablement le courant reste pratiquement constant après que ce potentiel a atteint une certaine valeur, l'auteur donne différentes explications de ce phénomène. En général, lorsqu'un gaz est rendu conducteur par les rayons de Röntgen, ou par d'autres moyens, la conductivité est extrêmement faible. En soumettant ce gaz à un champ électrique convenable, il est possible d'augmenter beaucoup le nombre de particules conductrices, car, dans ce cas, chaque particule chargée devient capable d'influencer les particules voisines, augmentant ainsi considérablement la conductivité du milieu. Le professeur démontra cette propriété en plaçant une ampoule contenant un gaz sous très faible pression, à l'intérieur d'une bobine parcourue par un courant alternatif à haute fréquence, la conductibilité de l'ampoule devenait alors aussi grande que si elle avait été remplie d'un mélange d'acide sulfurique et d'eau, dans ce cas, et bien que la conductibilité du gaz soit devenue très grande, le régime ne devint instable à aucun moment. L'analyse du phénomène faite par le professeur pendant sa leçon montre que la régularité du phénomène était due à ce que, seules les particules chargées négativement possédaient une énergie suffisante pour ioniser les particules gazeuses au travers desquelles elles passaient ; le courant, il est vrai, augmentait rapidement mais demeurait fini, dépendant de la distance entre les électrodes et du nombre de particules ionisées par la cause première : les choses se passaient d'une manière toute différente lorsque les particules positives commençaient à ioniser le gaz, une étude approfondie de cette question conduirait certainement à une explication plausible du phénomène de la foudre. — E. B.

537.53. — Les propriétés électriques des gaz : J.-J. Thomson. *Engineering*, 1[er] juin 1917, t. CIII, p. 527 et 528, 2 200 mots, 3 fig. — Très peu de temps après la dernière leçon, un orage est venu confirmer un certain nombre des propositions qui y avaient été faites. L'article reproduit deux photographies caractéristiques d'éclairs qui ont pu être prises pendant cet orage et une photographie d'étincelle obtenue au laboratoire. Les premières paraissent indiquer plutôt une décharge continue qu'une étincelle, l'auteur explique ce fait par l'ionisation de l'air rendant ce dernier conducteur pendant un temps appréciable, l'auteur est aussi d'avis que l'éclair en boule est de formation analogue. En ce qui concerne le roulement du tonnerre, les résultats sont contradictoires ; toute production d'étincelle est accompagnée d'une augmentation de pression de l'air environnant, il en résulte une oscillation violente tout le long du trajet de l'éclair, le roulement du tonnerre pourrait être attribué à la réflexion de cette onde par les nuages, mais, dans certains cas, Wilson a observé que l'éclair avait une longueur de six miles, et que, pour un observateur placé favorablement, le son pouvait être entendu avant le temps nécessaire pour qu'il ait pu parcourir cette distance ; en outre, l'atmosphère de la terre a assurément une période d'oscillation et un éclair de six miles de longueur est peut-être capable d'exciter cette oscillation propre. En ce qui concerne les conducteurs de terre d'un parafoudre, l'auteur insiste sur les soins qui doivent présider à leur établissement, car, dans certains cas, un intervalle d'air notable peut avoir une résistance effective plus faible que celle d'un bon conducteur en raison de l'inertie électrique. L'auteur quittant ce sujet examine l'apparence de la décharge électrique dans l'air lorsque la pression de ce dernier varie ; à la pression atmosphérique, l'étincelle a la forme et la couleur connues, si la pression diminue, la surface du verre devient bleuâtre, ensuite l'espace entourant la cathode s'assombrit et le verre prend une apparence fluorescente, l'auteur examine ce phénomène et montre qu'une grande différence existe entre les rayons positifs et négatifs, plusieurs expériences illustrent cette théorie. — E. B.

537.53. — Les propriétés électriques des gaz ; J.-J. Thomson. *Engineering*, 8 juin 1917, t. CIII, p. 549-550, 3 000 mots, 2 fig. — Le conférencier rappelle, dans sa cinquième leçon, qu'il a discuté le rapport entre la tension requise pour produire une étincelle et la distance entre électrodes, ainsi que la pression du gaz et qu'il a trouvé que cette valeur dépend de la distance entre les électrodes et de la pression du gaz,



537.53. — Courbe des différences de potentiel en fonction de la distance d'éclatement.

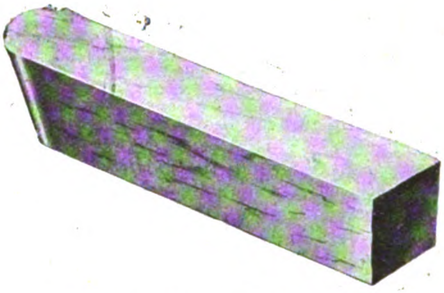
et, par suite, de la quantité de gaz entre les électrodes. Toute particule négative acquiert, sous l'influence du champ électrique, une certaine quantité d'énergie, elle rencontre, après un certain parcours, une autre molécule de gaz et le choc sépare cette molécule en ions positifs et négatifs, le nombre de ces ions augmente donc avec le parcours. Si nous désignons par A_0 le nombre de particules ionisées à l'origine, après un temps t, le nombre de ces particules sera devenu $A = A_0 e^{\alpha t}$. Pour un parcours de 3 mm, le nombre

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

“STELLITE”



OUTIL EN “STELLITE”

RENDEMENTS

50 à 300 %

PLUS ÉLEVÉ QUE L'ACIER RAPIDE

AGENTS EXCLUSIFS

Tél. NORD 37.64 — 67.39 — 70.14

SOCIÉTÉ ANONYME ALFRED HERBERT

47, boulevard Magenta, PARIS

Télégrammes HEXAGON PARIS

Adr. télégr. : Leclique-Paris.

“L'Éclairage Électrique”

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

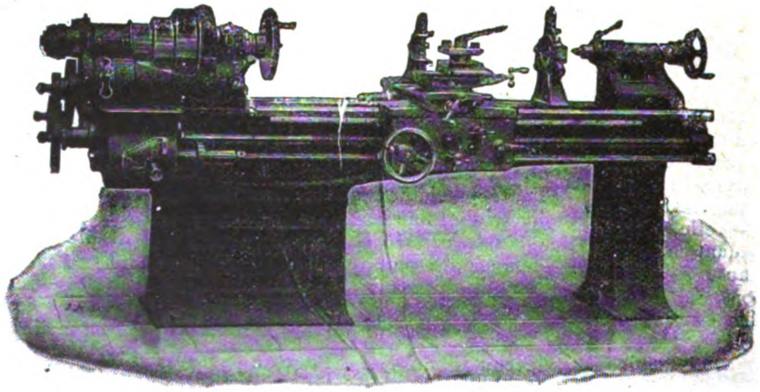
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone : Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS DE PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES

Perceuses Radiales

etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

Digitized by Google

atteint $A = A_0e^3$, ou approximativement 20 fois le nombre original, ce nombre devient $20^2 = 400$ pour un parcours de 6 mm et 3.10^6 pour un parcours de 15 mm. Si nous désignons par λ la distance entre deux rencontres, X la force et Q l'énergie nécessaire pour ioniser la molécule, il vient $X = \frac{Q}{\lambda}$, si V est la différence de potentiel entre les électrodes à une distance d, il vient $V = X d = \frac{Qd}{\lambda}$, la distance λ est inversement proportionnelle à la pression, d'où $V = Q P d$, il en résulte que, lorsque le vide est poussé très loin, une grande différence de potentiel est nécessaire ; de même, si la pression est élevée, la distance λ est très petite et la tension doit encore être très grande, par conséquent la courbe de la tension nécessaire a la forme de la figure 1, et passe par un minimum. Dans le cas de l'air, cette valeur minimum est d'environ 300 v et le produit $P d$ correspondant à ce potentiel minimum est environ égal à 7, si P est mesuré en millimètres de mercure et la distance d en millimètres. — E. B.

537.311 (01). — Considérations théoriques sur la nature de la résistance métallique avec étude spéciale des effets de pression; P.-W. Bridgman. *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. IX, p. 269-289, 9 400 mots, 1 fig. — L'auteur a publié récemment (*Proc. Americ. Acad.* t. III, p. 571-646, 1917) les résultats d'expériences faites en vue d'étudier l'influence de pressions de 12 000 kg : cm² à des températures comprises entre 0° et 100° C sur la résistance électrique de 22 métaux : 1° le coefficient de température de la résistance est à peu près indépendant de la pression, ceci jusqu'à des pressions suffisantes pour réduire, dans plusieurs cas, le métal à un volume inférieur à celui qu'il prend au 0° abs. Le même fait résulte de ce que le coefficient de pression est indépendant de la température ; 2° le coefficient de pression de la résistance diminue aux pressions élevées ; 3° la courbure des lignes résistance-pression est, en général, plus forte aux basses températures ; 4° deux métaux, le bismuth et l'antimoine, présentent un coefficient de pression positif et anormal de la résistance ; l'anomalie du bismuth était connue antérieurement, celle de l'antimoine a été découverte par l'auteur. — Dans le mémoire que nous analysons, l'auteur s'est proposé de fournir une théorie de la conduction métallique qui comprenne les faits observés aux pressions élevées mais qui tienne compte également des faits autres que ceux liés aux effets de pression. En résumé, l'auteur envisage tous les métaux comme des conducteurs naturellement parfaits en ce sens que les électrons peuvent passer sans résistance d'un atome à un autre quand les atomes sont en contact, au repos. Si les atomes sont trop écartés, les électrons éprouvent cependant des difficultés à passer d'un atome à l'autre, et, si l'écart augmente, ils ne peuvent plus passer du tout. Dans un solide au zéro absolu les électrons passent librement d'un atome à l'autre donnant ainsi une conductivité parfaite, mais à mesure que la température s'élève les centres atomiques s'écartent et, lorsque leur éloignement atteint une certaine valeur critique, les électrons éprouvent quelque difficulté et la résistance électrique apparait. Dans un solide pris sous des conditions déterminées, il y a un certain nombre de couples d'atomes qui sont séparés par une distance supérieure à la distance critique, soit un certain nombre de « brèches ». La résistance est proportionnelle au nombre de ces brèches. — Sans insister sur les déductions mathématiques de l'auteur pour lesquelles nous renvoyons au mémoire, signalons les principaux résultats obtenus : le plus important est la remarque que les variations de résistance d'un métal solide normal dépendent d'un seul facteur, l'amplitude moyenne de vibration des atomes, et cela que le changement d'amplitude soit dû à une variation de pression ou de température. La variation relative de résistance est environ deux fois la variation relative d'amplitude. Ceci suggère que la théorie de la conduction métallique doit rejeter le point de vue ancien qui expliquait la résistance en fonction des propriétés d'un assemblage d'électrons peu affecté par la structure inerte des atomes et lui substituer une explication qui tienne compte de la structure atomique. On peut y arriver de différentes façons, chacune d'elles suggérant un lien intime entre la résistance et l'amplitude. L'hypothèse adoptée par l'auteur, et que nous avons indiquée ci-dessus, lui paraît la mieux propre à relier l'ensemble des faits connus. La résistance aux températures ordinaires est proportionnelle au nombre des brèches et il n'est pas invraisemblable que la variation du nombre de ces brèches soit double de la variation relative d'amplitude. Aux températures élevées, où le volume est cependant considérable, comme c'est le cas pour les métaux liquides, le passage d'électrons d'atome à atome est de difficulté moyenne mais il est grandement facilité par la violence des collisions. Un accroissement d'amplitude agit donc d'une manière opposée suivant que le volume est grand ou petit. Sous les conditions réelles, il y aura une combinaison des deux effets suivant des proportions variables. L'auteur a montré en détail comment le jeu de ces deux effets différents fournit une explication des phénomènes les plus importants présentés par les métaux normaux ou non. — A. B.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33. — Systèmes de chemins de fer électriques à haute tension. *Electrical Review*, 11 mai 1917, t. LXXX, p. 527, 1 400 mots. — Un des développements les plus intéressants de la traction électrique dans ces dernières années a été l'emploi du courant continu à haute tension comme sur la ligne Bury à Manchester, du Lancashire and Yorkshire Railway et sur la ligne Shildon à Newport du North Eastern Railway. L'installation à courant continu de haute tension la plus remarquable est celle du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway qui fonctionne sous 3 000 v. — Ce n'est pas tant la haute tension qui rend l'entreprise intéressante que le fait que les locomotives ont des dimensions plus considérables que les autres locomotives, électriques ou à vapeur, construites jusqu'ici ; de plus, elles sont prévues pour la récupération. Par suite de la haute tension de la voie, les sous-stations peuvent être espacées, mais le rendement des machines que contiennent ces sous-stations peut être notablement inférieur à celui des convertisseurs habituellement adoptés. Des moteurs générateurs constitués par un moteur synchrone couplé à deux dynamos à courant continu montées en série n'ont pas naturellement un rendement aussi bon que celui des convertisseurs rotatifs. Si des rotatifs avaient pu être installés dans les sous-stations, le rendement résultant du système aurait été amélioré, quoique le plus petit nombre de stations requises, par suite de la haute tension, conduit naturellement à chercher des économies dans d'autres directions. On n'a pas construit de convertisseur rotatif de 3 000 v, même pour un courant de 25 périodes, et, comme le courant de l'installation Milwaukee and Saint-Paul est emprunté à des stations de puissance construites primitivement pour l'éclairage et la force motrice, la nécessité de moteurs générateurs dans ces sous-stations n'a rien de surprenant. — Même sur les lignes Shildon à Newport du North Eastern Railway où la tension de la voie n'est que 1 200 v, chaque convertisseur dans les sous-stations est constitué par deux rotatifs à 600 v reliés en série. Sur les lignes Bury à Manchester du Lancashire and Yorkshire Railway, cependant, où la tension est de 1 500 v, chaque rotatif est prévu pour toute la tension de fonctionnement. Des rotatifs à tension élevée fonctionnent également en Amérique, avec succès semble-t-il, mais on n'a pas construit jusqu'ici de rotatif de 3 000 v, 60 p : sec. — Un autre système nouveau, également intéressant au point de vue technique, est le système mixte tel qu'il a été adopté sur une section du Norfolk and Western Railroad. Dans ce cas, du courant monophasé sous 11 000 v est capté à partir d'un fil aérien mais converti dans les locomotives au moyen d'un convertisseur en courant triphasé, lequel est fourni aux moteurs de traction. Comme les moteurs à cou-

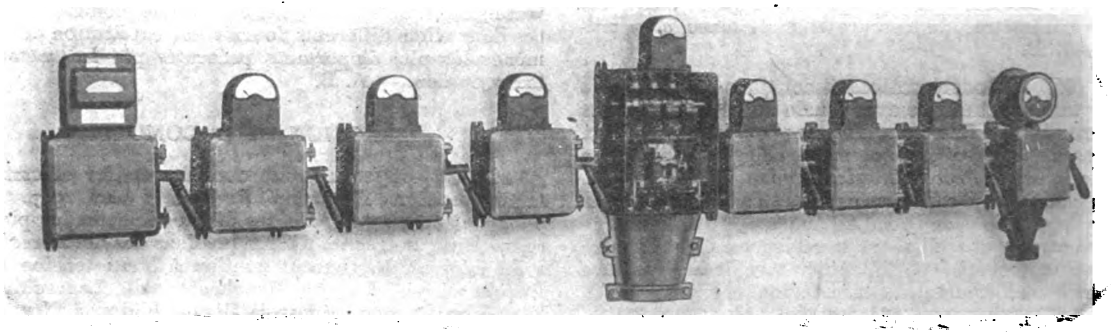
Digitized by Google

MOVO S. A. APPAREILLAGE-ÉLECTRIQUE **VEVEY**
Suisse

Interrupteurs blindés

EN COFFRETS EN FONTE OU EN TOLE EMBOUTIE

COMMUTATEURS-INVERSEURS — DISJONCTEURS AUTOMATIQUES — INTERRUPTEURS ROTATIFS
COMMUTATEURS-ÉTOILE-TRIANGLE — POSTES DE DISTRIBUTION — LIMITEURS DE COURANT



Marque de Fabrique

ATELIER DE CONSTRUCTION D'INSTRUMENTS
— DE PRÉCISION —

OTTO BILAND

S^T-IMIER (Suisse)

Maison exclusivement suisse, fondée en 1906.

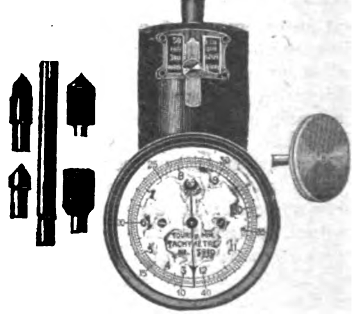
Médaille d'Or — Exposition Nationale Suisse, Berne, 1914

TACHYMÈTRES

TACHOSCOPES
et
COMPTEURS DE TOURS

MONTRES
pour les
USAGES TECHNIQUES

APPAREILS GRAPHIQUES
pour les
RECHERCHES MÉDICALES
et
PHYSIOLOGIQUES



REPRÉSENTANT GÉNÉRAL POUR LA FRANCE
DES
TACHYMÈTRES "BILAND"
ZIVY & C^IE
39, rue de Naples, PARIS-8^e

FABRICATION DE COMPTEURS SPÉCIAUX SUR DEMANDE

Digitized by Google

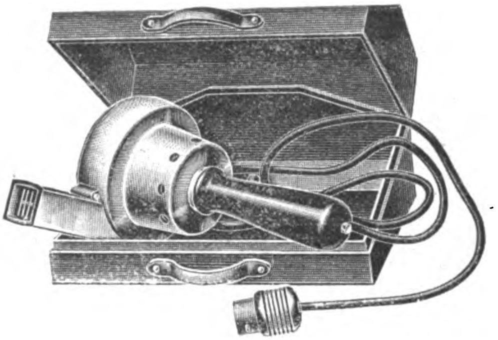
rant continu du chemin de fer Chicago, Milwaukee and Saint-Paul, ceux du Norfolk and Western Railroad sont à récupération. L'avantage du système mixte réside en ce qu'il conserve tous les points intéressants du système triphasé et qu'il suppose seulement l'emploi d'un fil aérien unique. En vue de la récupération, le système triphasé ordinaire est nettement avantageux car, lorsque le rotor tourne à une vitesse légèrement supérieure à celle du champ tournant, le moteur renvoie du courant à la ligne sans un équipement particulier des locomotives. — Sur les chemins de fer de l'État italien, le système triphasé a été adopté en règle générale mais la tension de fonctionnement n'est que de 3 000 v. Au moyen d'un système mixte on peut utiliser des tensions de 15 000 v, ou même davantage, aussi aisément qu'avec un système monophasé; aux descentes, les moteurs renvoient du courant à la ligne par l'intermédiaire du convertisseur de phase. Ce dernier qui ressemble, d'une manière générale, à un moteur à induction n'introduit ni complication bien grande, ni dépense supplémentaire, et la justification de son emploi résulte du fait qu'il permet d'alimenter les moteurs de traction avec du courant triphasé alors que la ligne ne transporte que du monophasé. Sous les conditions de fonctionnement des lignes du « Norfolk and Western Railway » où les pentes sont raides et les trains lourdement chargés, le système mixte présente sans aucun doute de sérieux avantages. — Quand on désire pratiquer la récupération, le système monophasé est peu recommandable. Des locomotives monophasées à récupération ont été établies et construites, mais elles sont nettement inférieures aux locomotives équipées avec des moteurs triphasés. Les essais les plus intéressants qui ont été entrepris dans ces dernières années avec les locomotives monophasées sont probablement ceux de la Compagnie des chemins de fer du Midi, en France. Ils ont montré les difficultés que présente la récupération avec le courant monophasé : un des constructeurs a trouvé plus avantageux de faire absorber le courant récupéré par des résistances plutôt que de le renvoyer dans la ligne. — A. B.

621.33 : 656.211 (42). — Construction de la gare de « Motzstrasse » du chemin de fer souterrain et des tramways de Berlin. *E. T. Z.*, n° 19, 10 mai 1917, p. 259 et 260, 750 mots, 3 fig. — Résumé d'après une étude du *Verwaltungs bericht des Verbands Gross, Berlin*, du 1er avril 1912 au 31 mars 1916, des conditions et des détails de construction d'une station de correspondance commune au chemin de fer souterrain et aux tramways électriques. — P. G.

621.33 (42) — Electrification des tramways Friedrichsagen-Schoneiche-Kalkberge; O. Armknecht. *E. T. Z.*, n° 7, 15 février 1917, p. 91 à 94, 2 000 mots, 11 fig. — Cette ligne était précédemment pourvue de locomotives à benzol. Par suite d'un très grand accroissement du trafic, la consommation du combustible et de lubrifiant devint excessive et l'électrification de la ligne fut décidée. La fourniture du matériel électrique fut confiée à l'A. E. G., à Berlin. Actuellement, une expérience de deux ans et demi a confirmé les avantages économiques et de sécurité de la traction électrique sur le moteur à benzol. L'électrification a d'ailleurs eu comme conséquence une nouvelle recrudescence du trafic. Les travaux furent commencés au début de 1914 et, le 30 mai de la même année, la ligne électrique était ouverte à l'exploitation. La ligne à voie unique, à écartement d'un mètre, a une longueur de 14,5 km, la rampe maxima est de 4,5 pour 100 et le rayon de courbure minimum est de 20 m. La ligne de contact, disposée pour prise de courant par archet, se compose d'un fil de 70 mm² de section soumis à une tension moyenne continue de 750 v. La ligne est à suspension caténaire sur les 11,5 premiers kilomètres; sur le reste du parcours ainsi que dans les gares elle est du type ordinaire de l'A. E. G. La hauteur maximum de la ligne de contact au-dessus des rails est de 5,50 m. La suspension caténaire est constituée par un câble d'une section de 50 mm² composé de 14 torons de bronze de 2,1 mm de diamètre qui supporte la ligne de contact à laquelle il sert de ligne de secours. Les poteaux de support de la ligne caténaire sont à intervalles de 90 m dans les parcours rectilignes. Cet écart est réduit dans les courbes et aux embranchements. Des sectionneurs permettent de mettre une partie de la ligne hors tension au moment d'une perturbation localisée. Les sections sont pourvues de parafoudres. La ligne à suspension ordinaire est également supportée par des mâts, distants de 35 m dans les trajets rectilignes. Le doublement de la voie a été prévu et les supports ont été disposés dans ce but. Ils se trouveront, par suite, entre les deux voies. L'exploitation comporte 5 automotrices à 4 essieux à boggies, les automotrices sont pourvues de deux moteurs à pôles auxiliaires de 40 kw, 750 v et établis suivant les normes du V. D. E. L'équipement électrique se compose de : 2 combinateurs pour le couplage en série ou en parallèle ainsi que pour le freinage à court-circuit; les résistances de démarrage et de freinage disposées sur la toiture; 2 archets de prise de courant; 1 parafoudre à cornes; 1 fusible de protection des moteurs; 1 relais à grande intensité; 1 interrupteur à main; 6 radiateurs électriques avec interrupteurs et fusibles; une installation complète d'éclairage composé de 20 lampes. Le poids total d'une automotrice est de 15 700 kg. La station de transformation a été établie à Schöneiche. L'installation se compose de deux convertisseurs-shunt de 120 kw, 1 500 t : min, 800 v, courant continu, 150 A, avec transformateurs triphasés dans l'huile de 130 kv-A, 50 périodes, 10 000 v. — 2 bobines de réactance pour la régulation. L'éclairage des gares est réalisé par 54 lampes à filament métallique de 50 à 200 bougies Heffner et 6 lampes Nitra de 400 à 1 000 bougies alimentées par un transformateur d'éclairage de 20 kv-A, 10 000/220 v. — P. G.

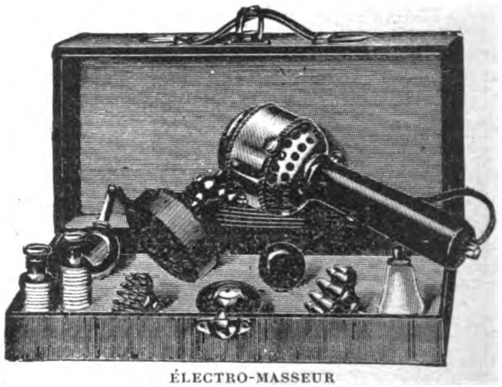
621.33 (494). — Le chemin de fer Bienne-Tauffelen-Anet: L. Leyvraz. *Bulletin technique de la Suisse romande*, 24 mars 1917, t. XLIII, p. 51, 1 350 mots, 2 fig. — Cette ligne qui dessert la région du lac de Bienne a une longueur de 20 km environ, elle est partie sur route, partie sur voie indépendante. Le tracé présente toute une gamme de rayons depuis 700 m jusqu'à 70 m. Les rampes maxima atteignent 46 pour 1 000; les vitesses maxima prévues sont 45 km : h en voie indépendante et de 30 km : h sur route. Sauf les traversées des canaux de l'Aar et de Hagneck sur ponts métalliques, la voie ne présente pas de travaux d'art. — La traction se fait par courant continu à 1 200 v. Le courant est fourni par « les forces motrices bernoises » sous forme de courant triphasé à 8000 v, il est transformé en courant continu à 1 200 v par la sous-station de Tauffelen; cette sous-station comprend deux groupes moteur-générateur pouvant débiter chacun 215 A au maximum, un survolteur dévolteur et une forte batterie tampon. — La ligne de contact est à suspension caténaire, simple, supportée par des poteaux en béton armé et fils transversaux, dans les stations, et par des poteaux en bois avec consoles sur le reste de la ligne; toutefois, quelques courbes sont munies de poteaux en béton armé; des parafoudres sont répartis sur toute la ligne. — Le matériel roulant se compose de 4 auto-motrices à 4 essieux, de 6 remorques à 2 essieux, de 4 wagons à marchandises et de 2 trucks. Toutes ces voitures sont munies de l'attelage automatique Fischet-Boirault et du frein à vide automatique Hardy. — La caisse des automotrices comprend un grand fourgon, un compartiment pour la poste et deux plates-formes fermées pour le mécanicien. Chaque bogie des automotrices est équipé de deux moteurs de 60 ch à 1 200 v avec couplage série-parallèle. Sur chaque plate forme se trouve un contrôleur à soufflage magnétique, voltmètres, ampèremètres, indicateur de vide et tachygraphe. L'éclairage et le chauffage sont électriques. — Dans la ville de Bienne, le courant d'alimentation n'étant plus qu'à la tension de 600 v, la marche se fait en série seulement et des relais spéciaux permettent de modifier les connexions de façon que l'éclairage et la vitesse de rotation des moteurs des pompes à vide soient normales. — Le

Digitized by Google



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS
pour MASSAGE VIBRATOIRE
SÈCHE-CHEVEUX



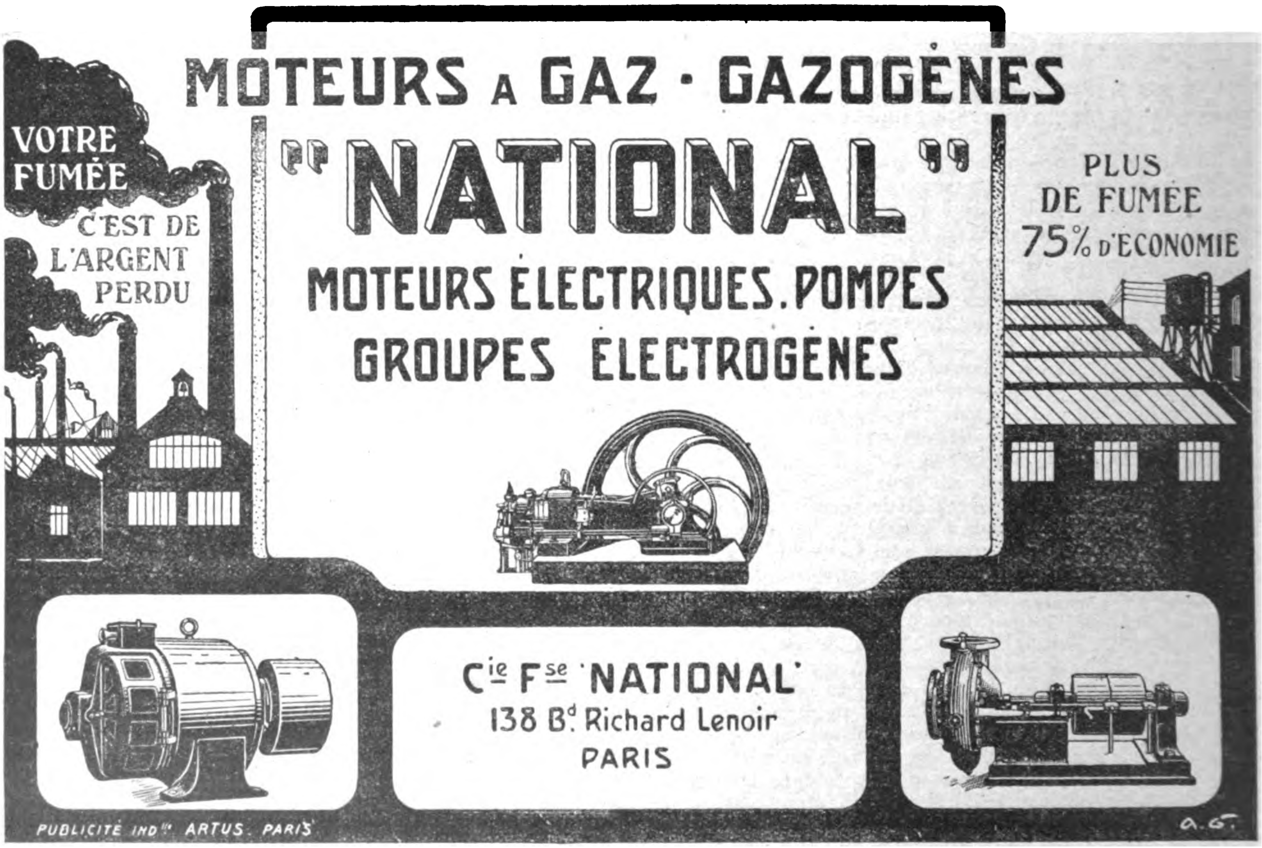
ÉLECTRO-MASSEUR

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

Téléph. **Gutenberg 47-80.** *Télég.* **Cespir-Paris.**



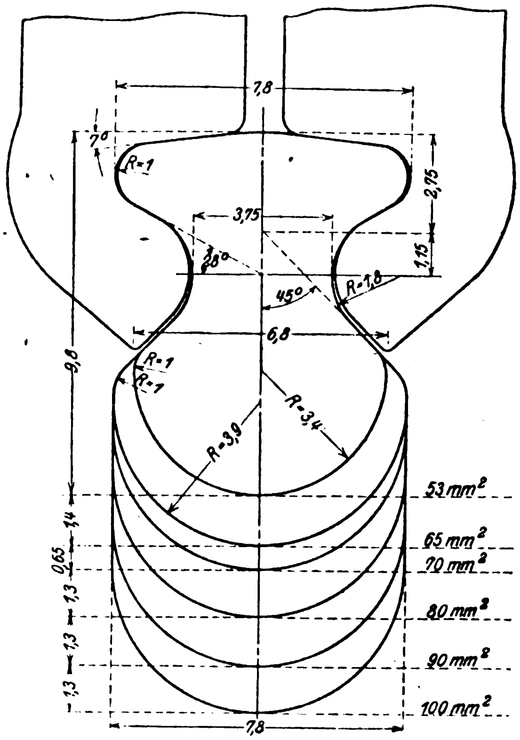
Digitized by Google

poids d'un train est d'environ 60 t. — Les frais d'établissement de la ligne se montent à 3 000 000 fr. soit 150 000 fr : km, ce qui est cher pour une ligne en partie sur route, mais est dû aux circonstances actuelles. — H. C.

621.332.3. — Pose du fil de trolley dans les courbes. *Electric Railway Journal*, 20 janvier 1917, t. XLIX, p. 123. — L'auteur, en indiquant les principes auxquels doit satisfaire l'installation du fil de trolley dans les courbes et, en particulier, le désaxement à adopter, décrit un nouvel appareil dit équerre à trolley. Cet équerre consiste en une traverse, analogue aux gabarits pour voie, sur laquelle sont disposés deux miroirs inclinés à 45°, l'un fixe et l'autre mobile. Chacun d'eux porte en son milieu un trait horizontal. On conçoit qu'en visant le fil de trolley, à l'aide de ces miroirs, de sorte que les traits et le fil coïncident, ce fil sera dans le plan perpendiculaire à la voie passant par l'axe du miroir mobile. Par le déplacement de ce dernier, on pourra donc régler le désaxement du fil. Une graduation de la traverse facilite cette opération. Divers tableaux et schémas d'installation complètent cet article. — P. S.

621.332.3 (017). — Un projet d'unification des dimensions des fils de contact pour la traction; W.-E. CRAMER. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 29 mars 1917, t. XIII, p. 173, 3 700 mots, 7 fig. — Pour déterminer la section la plus favorable à donner au fil de contact d'une installation de traction, il faut envisager les trois points principaux suivants : 1° pendant combien de temps un fil de contact est-il économiquement utilisable, étant donnée l'usure journalière produite par les frotteurs; 2° quelle est la section la plus favorable pour une installation donnée; 3° quel métal faut-il employer pour le fil de contact et pour la canalisation de renforcement, s'il est nécessaire d'en établir une. Le principe d'unification pour les fils de contact en traction se pose particulièrement en Allemagne, étant donné qu'on a, pendant la guerre, remplacé la plus grande partie des canalisations en cuivre existantes par des canalisations en aluminium ou en fer. La question à envisager est de savoir si les grandeurs et les formes des sections utilisées jusqu'ici ont été judicieusement choisies et si, lors du remplacement des canalisations de contact provisoires, il faut adopter une autre forme pour la section du fil de contact ou maintenir l'ancienne en se contentant d'établir une ligne de renforcement permettant d'augmenter la capacité de la ligne de traction. L'auteur a établi des courbes permettant de déterminer dans plusieurs cas la section la plus favorable pour une ligne de traction établie sur consoles et sur pylônes. De toutes ces considérations, l'auteur conclut qu'on peut conserver les lignes de contact en fer, à condition d'y ajouter, dès que l'aluminium sera revenu dans le commerce à un prix possible, des lignes de renforcement en aluminium; d'autre part, que la disposition la plus simple et la plus économique pour réaliser cet ensemble est d'utiliser une suspension caténaire permettant de réunir la ligne de contact et la ligne de renforcement; la canalisation d'aluminium sera prise comme fil porteur pour la canalisation en fer, tant que la charge ne dépassera pas 7 kg : mm². En ce qui concerne l'unification des dimensions, l'auteur propose la forme de la figure 1, qui s'adapte à toutes les prises de courant (trolley ou archet). Ce dispositif permettrait d'avoir le même matériel de suspension pour toutes les sections de fil comprises entre 53 et 100 mm². L'auteur fait toutefois remarquer que le prix des fils à profils spéciaux est plus élevé que celui des fils ronds pour les canalisations en cuivre; pour les canalisations en fer, on n'est malheureusement pas encore arrivé à établir un fil profilé absolument convenable; néanmoins, depuis longtemps, un grand nombre d'administrations ont adopté des fils à rainures. Les inconvénients du prix plus élevé des fils profilés sont plus que largement compensés par les avantages de l'unité de fabrication dans les accessoires de montage. — E. P.

621.336. — Frotteur pour chemins de fer électriques avec amenée de courant par un troisième rail; SOCIÉTÉ BROWN, BOVERI ET C^ie (Suisse). *Brevet français n° 482.772*, demandé le 2 septembre 1916, délivré le 30 janvier 1917, publié le 26 avril 1917, 350 mots, 1 fig. — Il est nécessaire qu'un frotteur qui prend le courant au rail conducteur ait peu d'oscillations afin de suivre instantanément toutes les inégalités du rail surtout aux joints. C'est ce que l'inventeur a cherché à réaliser en diminuant la masse de la partie rigide et en intercalant, entre le frotteur et l'organe qui le



621.336. — Frotteur pour chemins de fer électriques avec amenée de courant par un troisième rail.

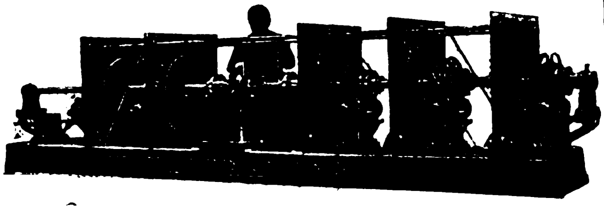
supporte, un bloc en caoutchouc souple ou une matière similaire. De cette manière on réalise un frotteur possédant une grande élasticité tout en ayant une durée d'oscillation minime. — Le dispositif adopté présente cet avantage que le patin peut suivre non seulement toutes les saillies et tous les creux dans le sens vertical, mais aussi qu'il s'adapte aux angles et inclinaisons latérales du dessus du rail conducteur assurant ainsi un contact continuel. — M. J.

625.2 (017). — Normalisation du matériel roulant des chemins de fer français. *Locomotive Magazine*, 1917, signale qu'une nouvelle Société, dénommée « le Matériel roulant », vient d'être fondée récemment en France, au capital de 15 millions de francs, pour construire rapidement et économiquement des locomotives et du matériel roulant aussitôt la guerre finie, peut-être même auparavant. MM. Schneider et C^ie et plusieurs autres grands constructeurs s'intéressent à l'entreprise, qui s'efforce d'obtenir des Grands Réseaux la normalisation du matériel, afin de permettre une production plus rapide et plus économique. L. P.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365 : 621.311.6. — Tableau de distribution pour installation de fours électriques. *Electrical World*, t. LXIX, n° 19, 12 mai 1917, p. 919-920, 700 mots, 1 fig. — Description d'un tableau de distribution peu coûteux donnant une grande élasticité dans la manœuvre des fours électriques de

Digitized by Google



Régulateur automatique extra-rapide
pour 5 alternateurs de 1000 à 2000 HP en parallèle.

Ateliers H. CUÉNOD

SOCIÉTÉ ANONYME

GENÈVE-CHATELAINE

MACHINES & APPAREILS MÉCANIQUES & ÉLECTRIQUES

SPÉCIALITÉS :

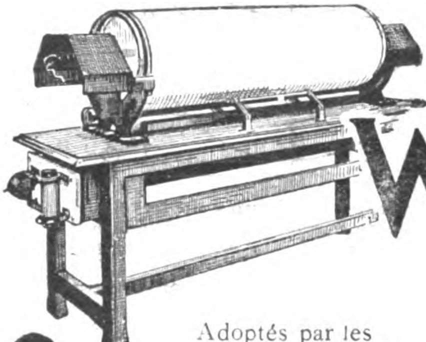
Régulateurs automatiques

SYSTÈME R. THURY

RÉGULATEURS AUTOMATIQUES EXTRA-RAPIDES

Nombreuses applications au réglage de tension, d'intensité, de puissance, de vitesse; Réducteurs automatiques d'accumulateurs; Survolteurs-dévolteurs de batteries à réglage automatique; Transformateurs survolteurs-dévolteurs automatiques; Appareils d'induction survolteurs-dévolteurs automatiques; Réglage automatique d'électrodes de fours; Réglage automatique du niveau de réservoirs; Réglage automatique de pression d'air ou de gaz; Réglage automatique de défibreurs.

Transformateurs à air libre et à bain d'huile. — Moteurs électriques industriels. — Moteurs électriques pour automobiles. Générateurs à haute tension pour courant continu. — Asservissements système R. Thury pour chemins de fer électriques.



Avec

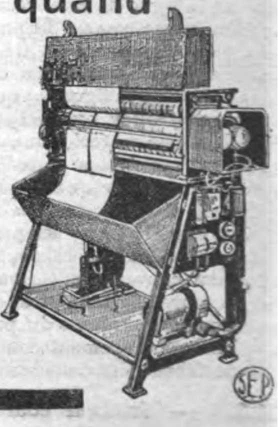
Les Appareils WESTINGHOUSE Cooper Hewitt

Adoptés par les Arsenaux de l'Etat et la plupart des Grandes Usines déjà éclairées par le même système

n'importe qui
tire des **BLEUS IMPECCABLES**
n'importe où
n'importe quand

Avec la plus grande RAPIDITÉ la plus grande FACILITÉ ÉCONOMIQUEMENT

Demander notre Tarif 249.



THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT C° L^TD

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewitlight-Suresnes.*

USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE SURESNES, près PARIS 11, Rue du Pont.

TÉLÉPHONE WAGRAM 86.10

Digitized by Google

petite puissance. Note présentée au Congrès de l'American Electro chemical Society à Detroit (U. S. A.) par W.-L. Badger.

621.364. — Réchauffeur d'eau électrique. *Electrical World*, t. LXIX, n° 21, 26 mars 1917, p. 1 013, 200 mots, 1 fig. *Brevet américain, n° 1 221 106.* — L'appareil peut être monté sur un robinet ordinaire. Il permet d'obtenir de l'eau chaude ou froide suivant la position du robinet. La manœuvre de celui-ci dans un certain sens ferme le circuit de chauffage en même temps qu'elle ouvre l'écoulement. L'appareil est composé d'un récipient à l'intérieur duquel sont répartis des tubes à revêtement isolant dont les extrémités sont fixées à des plaques. Une bobine est enroulée sur chaque tube et toutes les bobines sont montées en parallèles ou en séries parallèles suivant la position du robinet.

621.364.3. — Le chauffage électrique de l'Institut de photographie de l'Ecole des hautes études techniques de Dresde. — D'après un article analysé dans l' « Elektrotechnische Zeitschrift » du 18 janvier 1917, t. III, p. 39, de H. Frank, paru dans « der Gesundheits-Ingenieur », on a installé à l'Institut de Dresde un chauffage électrique qu'il nous a paru intéressant de décrire dans ses grandes lignes. Les radiateurs électriques sont constitués par des éléments dits « Radiophor », système Franz-Siemens. Chaque élément se compose principalement de deux cylindres de tôle mince de forme elliptique, ayant une hauteur de 700 mm. L'un des cylindres est placé à l'intérieur de l'autre; à leurs extrémités, ils sont soudés l'un à l'autre. L'espace restreint compris entre les deux cylindres est rempli d'un liquide difficilement inflammable, isolant électrique et chimiquement neutre. La résistance chauffante isolée est placée dans le liquide à la partie inférieure du cylindre intérieur; les bornes sortent du cylindre extérieur. Plusieurs éléments assemblés, constituent de grands radiateurs. Chacun des éléments possède une surface chauffante de 0,5 m² et absorbe 250 w. L'effet calorifique commence à se faire sentir dix minutes après la mise en circuit; il atteint son maximum en vingt minutes. A ce moment, la température à la surface extérieure de l'élément atteint la valeur de 75° C pour une température ambiante de 20° C. Cette faible température de la surface extérieure est un grand avantage, elle ne permet pas, en effet, la combustion des poussières et empêche l'effet si désagréable de ce que nous appelons « l'air sec ». Il n'est pas nécessaire de prévoir un recouvrement spécial des radiateurs. L'installation a été prévue pour porter la température des salles à + 20° C, la température extérieure étant de — 20° C. Pour obtenir une répartition égale de la chaleur dans les locaux, les radiateurs sont placés dans des niches devant chaque fenêtre. Pour éviter la déperdition par les murs, on garnit ces niches d'un isolant calorifuge à base de liège (de 2 cm d'épaisseur). Les radiateurs sont uniformément répartis sur une distribution à courant continu à trois fils. Le radiateur est relié lui-même au fil neutre mis à la terre. Pour maintenir la température à une valeur constante, on a installé un réglage automatique. Les circuits des radiateurs sont réunis en cinq groupes, chaque groupe est contrôlé par un interrupteur commandé à distance. La mise en circuit ou hors circuit de cet interrupteur est obtenue au moyen de thermomètres à contact et de relais oscillants à mercure. L'expérience a montré que le chauffage intermittent est beaucoup plus économique que le chauffage continu; de plus, il a été constaté qu'un chauffage à la fois hygiénique et économique n'est obtenu que pour des températures à la surface des éléments de radiateurs comprises entre 70 et 80° C. — E. P.

ÉCLAIRAGE

621.326.4. — Les lampes demi-watt. *E. T. Z.*, n° 7, 15 février 1917, p. 96, 250 mots. — Les lampes Wotan type G à 100 w, remplacent avantageusement les lampes à incandescence dans le vide jusqu'à 100 bougies Heffner. Ces dernières sont désignées lampes 1 w, car leur consommation est d'environ 1 à 1,2 w : b Heffner mesurée dans le plan horizontal. Pour les nouvelles lampes à incandescence à atmosphère inerte, on indique généralement l'intensité moyenne sphérique qui est de 20 à 25 pour 100 inférieure à l'intensité horizontale. Néanmoins, la consommation est encore trop forte pour justifier la désignation de lampes demi-watt. Cela s'applique à l'intensité moyenne dans l'hémisphère inférieur de la lampe pourvue de son armature. — P. G.

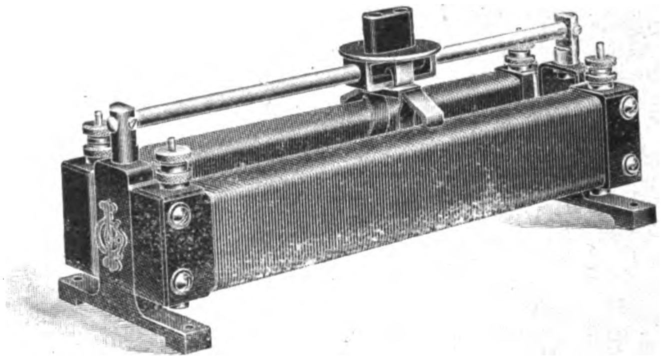
621.326.4. — Recherches sur les lampes à filament métallique. *E. T. Z.*, n° 18, 3 mai 1917, p. 248-249, 1 100 mots, 3 tab. D'après « Mitt. von Elektrizität-Werken », t. XV, p. 167 et 263. — Les recherches ont porté sur des lampes à atmosphère inerte à faible consommation. Les types suivants ont été étudiés : lampe G (Siemens et Halske), Lampes Nitra (A. E. G.), Lampes Azo (Auer). Les recherches, qui ont duré 1 200 h pendant lesquelles la consommation de l'intensité moyenne sphérique ont été mesurées à certains intervalles, se sont limitées à la détermination de la durée d'utilisation des lampes. Le courant d'alimentation était alternatif à tension réglée à 2 pour 100. Les résultats de ces recherches, groupés en tableaux, donnent la consommation en watts par bougie Heffner des différents types étudiés pour des tensions et des puissances variables, la durée moyenne de service total et utile pour les divers types et intensités lumineuses, et la diminution d'intensité lumineuse après 1 200 h de service en pour 100 de l'intensité initiale. D'une façon générale, la consommation spécifique est plus faible pour les grosses lampes; cette consommation s'est montrée sensiblement constante pendant les 1 200 h et n'a un peu diminué que vers la fin. La formation d'un dépôt noir sur le verre de l'ampoule, qui détermine la durée utile, est plus rapide dans les lampes à grande intensité, car dans celle-ci le volume de l'ampoule est trop faible par rapport au volume du corps incandescent. — G.

621.328 : 625.233. — Système de commutation pour l'éclairage des trains; Hugo Grob, résidant en Suisse. *Brevet français n° 481 831*, demandé le 1er janvier 1916, délivré le 27 octobre 1916, publié le 23 janvier 1917. — Au lieu d'opérer la commutation des circuits avant l'arrêt du train, en utilisant la tension décroissante de la génératrice ou la variation du nombre de tours de la génératrice, le système dont il est question permet d'opérer la commutation en fonction de l'intensité du courant d'excitation. La figure 1 représente schématiquement un mode d'exécution de l'invention. A est une génératrice à deux enroulements induits indépendants; les deux cercles en représentent les collecteurs; B est la bobine d'excitation de la machine, sa résistance et l'énergie qu'elle absorbe sont assez faibles, pour qu'une différence de tension, ne dépassant pas un volt à ses bornes, soit déjà suffisante pour exciter complètement la génératrice à sa plus petite vitesse; C_1 et C_2 désignent les deux moitiés égales d'une batterie d'accumulateurs. Ces deux moitiés sont interverties après chaque arrêt du train. D désigne le réseau d'éclairage; E est un interrupteur électromagnétique ordinaire, entrant en fonctionnement à une tension déterminée; F et G représentent deux interrupteurs ayant pour but d'établir une connexion entre les deux sources de courant, dès que leurs tensions ont approximativement la même valeur. Les enroulements d'excitation H_1, H_2 et H_3 sont des bobines d'aimantation qui provoquent la commutation dudit interrupteur dès que le courant qui les parcourt change de direction ou dès qu'il a atteint une valeur négative déterminée. A chaque arrêt du train, les deux demi-batteries sont connectées en parallèle et reliées au réseau D par l'enroulement H_3, les commutateurs étant inclinés vers la droite. Dès que la machine se remet en mouvement, le magnétisme rémanent engendre dans le petit collecteur une certaine tension, qui crée un courant dans

Digitized by Google

RÉSISTANCES

Pour Laboratoires et Écoles, pour Télégraphie et Télégraphie sans fil.
Parois pour le chargement des Accumulateurs dans les Mines, etc.



La construction de ces **Résistances** est une spécialité de notre Maison et nos ateliers peuvent fournir une grande quantité de types variés.

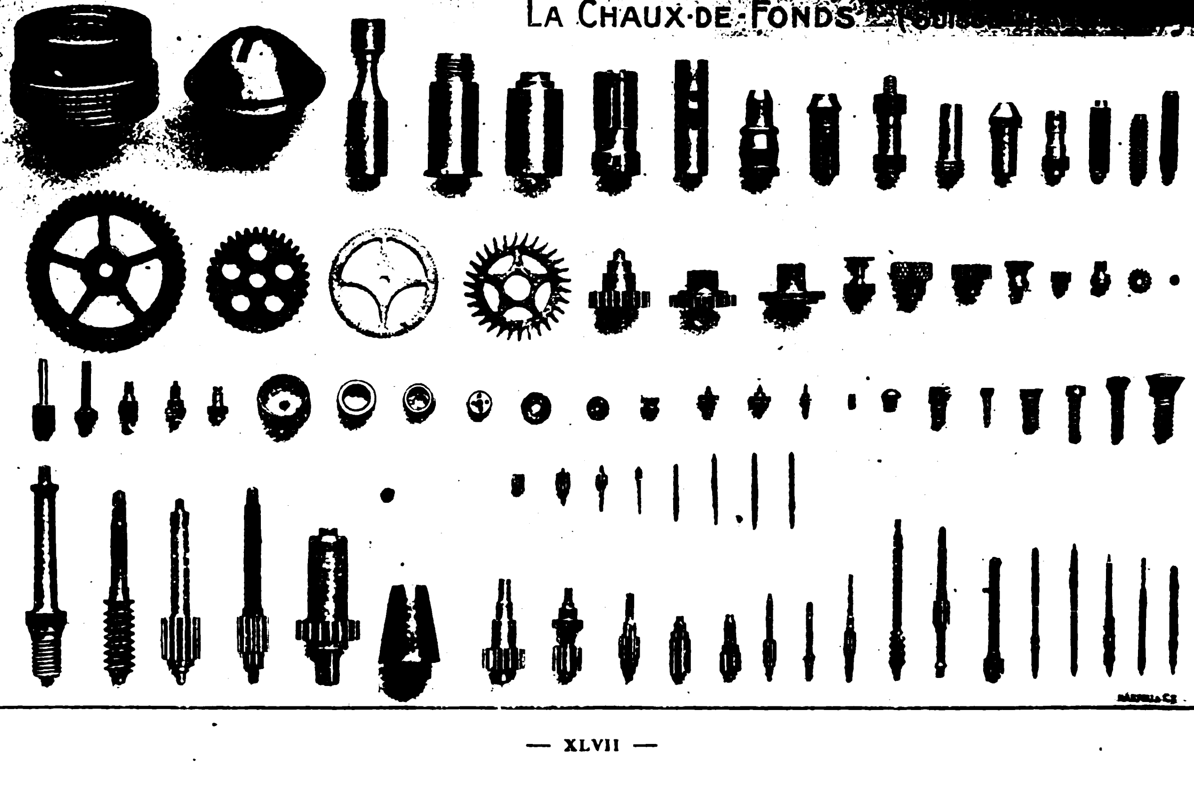
FOURNISSEURS DE L'ÉTAT
DE LA MARINE ANGLAISE & JAPONAISE
DE L'ARMÉE ANGLAISE
DU GOUVERNEMENT RUSSE, ETC.

ISENTHAL & C°. L^td,
Denzil Works, Willesden,
LONDON, N. W. 10

MANUFACTURE ISOMETRIC · ZISSET &

LA CHAUX-DE-FONDS

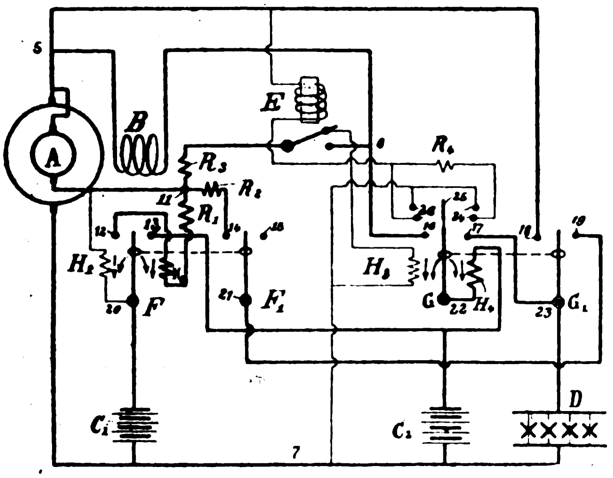
DÉCOLLETAGE & TAILLAGE EN TOUS GENRES



MES ISOMETRIC · TÉLÉPHONE 5.97.

Digitized by Google

l'enroulement B, ce qui fait que la machine continue à s'exciter par elle-même. La borne 11 est soumise à une tension égale à la somme des tensions des deux collecteurs. Dès que cette tension dépasse celle du point 20, le commutateur F passe dans sa fonction de gauche et établit le circuit entre 20 et 14. Le courant de charge qui, la tension de la machine allant en augmentant, se dirige vers la batterie C_1, passe par l'enroulement H_2 et maintient l'interrupteur F dans sa fonction. A l'interrupteur F est accouplé mécaniquement l'interrupteur F_1. Ce dernier connecte le pôle 11 de la machine, par l'intermédiaire de la résistance R_2 au réseau D, en parallèle avec la batterie C_2. A mesure que la tension de la dynamo continue à augmenter, la génératrice A se substitue davantage à la batterie C_2 pour l'alimentation du



621.328 : 625.233. — Système de commutation pour l'éclairage des trains.

réseau d'éclairage, puis finit par donner un courant de retour dans cette batterie. A ce moment, le renversement de courant dans l'enroulement H_4 provoque la commutation de l'interrupteur G ainsi que de l'interrupteur G_1. La batterie C_2 se trouve de ce fait déconnectée du réseau D et raccordée à l'enroulement d'excitation B, tandis que la dynamo alimente, à partir de ce moment, directement le réseau d'éclairage. Tel est le principe du fonctionnement de ce dispositif. Naturellement, après chaque arrêt du train, le pôle des deux batteries C_1 et C_2 est interverti. Le fascicule donne, d'une façon plus détaillée, le fonctionnement de ce dispositif, en insistant sur l'avantage qu'il y a à ne remplacer l'excitation shunt du générateur par une excitation à tension constante que lorsque le générateur fournit déjà la totalité de la puissance. — E. P.

621·328 : 625.233 — Eclairage de secours. Batteries d'accumulateurs de truck électrique utilisées comme une génératrice de secours la nuit, lorsque la voiture n'est pas en service. *Electrical World*, t. LXIX, n° 19, 12 mai 1917, p. 924, 300 mots, 1 fig. — Disposition adoptée par la Citizens' Light and Power Company d'Adrian (Michigan).

DIVERS

5(012). — Note sur l'organisation interalliée de la documentation scientifique; H.-C. Maire. *Revue générale des Sciences*, 15 avril 1917, t. XXVIII, p 197, 90 mots. — L'auteur divise la réalisation de l'organisation interalliée de la documentation scientifique en trois stades. — Premier stade : *Mise au point*. Détermination pour chaque science des organes de documentation indispensables (Publications du genre du *Chemisches Centralblatt* ou des *Chemical Abstracts*). Cette détermination pourrait se faire simultanément par les Académies des Sciences des pays alliés, mais il serait bon que l'une d'elles centralise les résultats, et soit chargée d'une enquête préliminaire. A cet effet, l'Académie désignée constituerait un Comité composé de spécialistes au courant, pour chaque science, des besoins documentaires, et connaissant les ouvrages actuels satisfaisant à ces besoins. L'ensemble des documents obtenus serait soumis aux Académies adhérentes qui feraient connaître les modifications qu'elles proposeraient. On préciserait ensuite les moyens de documentation existants et considérés comme indispensables et on déterminerait pour chaque science : *a*) Les œuvres austro-allemandes sans équivalent dans la littérature alliée ou neutre ; *b*) Les œuvres austro-allemandes ayant des équivalents dans cette littérature ; *c*) Les publications nouvelles qu'il pourrait être utile de créer. — Deuxième stade : *Recherche des solutions possibles*. On utiliserait la même méthode de travail que dans le premier stade. Le Comité chercherait les moyens pratiques de substituer les œuvres alliées ou neutres existantes aux œuvres austro-allemandes et déterminerait les frais qu'occasionnerait la création de publications analogues aux œuvres ennemies et qui n'ont pas d'équivalent chez les alliés ou chez les neutres. Enfin, les publications nouvelles devraient être classées suivant leur degré d'urgence. Pour chaque science l'étude serait faite par un spécialiste qui formulerait ses conclusions dans des notes précises. L'ensemble de ces notes serait discuté en comité et formerait la matière d'un rapport général qui serait envoyé aux Académies adhérentes. — Troisième stade : *Etude en commun des moyens de réalisation*. Chaque Académie, après avoir discuté le rapport qui lui aurait été soumis, enverrait un ou plusieurs délégués chargés de la représenter dans la discussion générale. Il serait nécessaire, pour chaque œuvre à créer, de déterminer la langue à employer (anglais, français, italien) et de déterminer les moyens à utiliser pour se procurer les sommes nécessaires à la réalisation du programme général, car les publications scientifiques documentaires sont extrêmement onéreuses. Il appartiendrait aux gouvernements, aux Académies et aux industriels des pays alliés de décider si on peut se passer ou non du concours de l'Allemagne. — En résumé, il faudra agir avec beaucoup de sagesse, éviter tout froissement et ne pas oublier que le but du travail est d'enlever à l'Allemagne le monopole presque absolu de la documentation scientifique qu'elle s'était assurée par un travail systématique. — H. C.

331 86. — The principles of apprentice training (*Les principes de l'enseignement des apprentis*) ; A.-P.-M. Fleming et J.-G. Pearce. Editeurs Longmans Gran et C^ie^, Londres, p. XIII + 202, prix 3 s,6 d net ; bibliographié dans *Electrician*, 1^er^ décembre 1916, t. LXXVIII, p. 289.950 mots.

331.86. — L'éducation technique des ingénieurs civils allemands ; Le Comité de l'Institution des ingénieurs allemands. *Electrician*, 13 octobre 1916, t. LXXVIII, p. 50, 1 900 mots. — Reproduction d'une lettre du *Comité de l'Institution des ingénieurs allemands* du 13 juin 1916.

331.86. — L'éducation des apprentis. *Electrician*, 6 avril 1917, t. LXXVIII, p. 22-23, 1 800 mots. — L'auteur préconise pour tous les apprentis, entre 14 et 18 ans, un enseignement élémentaire général, non technique, dont la durée soit prise sur les heures d'atelier. Les jeunes gens qui seraient aptes à former des ingénieurs, suivraient à partir de 18 ans les cours d'une école technique. Leur nombre ne dépasserait pas le dixième des apprentis, et ceux qui seraient admis à suivre les cours techniques n'auraient certainement pas fait les meilleurs ouvriers. Cette manière de procéder serait assurément préférable, pense l'auteur, à celle parfois employée qui consiste à essayer d'apprendre la science et l'art de l'ingénieur à des jeunes gens qui savent à peine écrire et dont tout le bagage mathématique consiste à savoir faire des erreurs en arithmétique.

Digitized by Google

LE CARBONE

Société Anonyme au Capital de 2.800.000 francs. — Ancienne Maison LACOMBE & Cie.

12 et 33, rue de Lorraine, à LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Spécialité de BALAIS EN CHARBON et COMPOSÉS GRAPHITE et CUIVRE POUR DYNAMOS

CHARBONS ÉLECTROGRAPHIQUES (Procédés Girard et Street)

Anneaux pour joints de vapeur.

CHARBONS POUR MICROPHONES PLAQUES ET CYLINDRES

PILES DE TOUS SYSTÈMES

Piles " Z " et " CARBI " — Piles " LACOMBE " — Pile sèche " HUDSON "

MATÉRIEL DE TRACTION

ÉQUIPEMENT DE TRAMWAYS

C. DELACHAUX

32. QUAI DE SEINE _ St OUEN _ (SEINE) _ TELEPHONE : MARCADET 04-23

Constructions Électriques et Mécaniques

UNIS FRANCE

Legendre Frères

Adresse télégr. : *Legfrer Paris.*

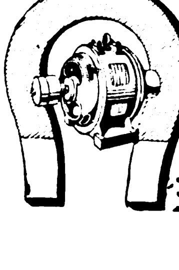
Ingénieurs A et M

37, rue Saint-Fargeau, 37. — PARIS (20e)

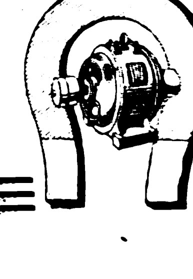
Téléph. *Roquette 27-26*
— *27-36*

Moteurs électriques

A COURANTS CONTINUS ET ALTERNATIFS



Dynamos



Groupes Convertisseurs

Démarreurs — Rhéostats — Disjoncteurs

Installations Complètes.

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

621.31 (46). — L'industrie hydro-électrique espagnole. *Electrical Review*, 13 avril 1917; *Génie civil*, 23 juin 1917, t. LXX, p. 408. — Les renseignements donnés par l'« Electrical Review » et reproduits par notre confrère sont tirés d'une statistique de l'Union Eléctrica Espanola. La puissance hydraulique utilisable en Espagne est d'environ 6 000 000 ch. dont 888 084 ch ont été concédés et 384 297 ch sont utilisés par 170 Compagnies. Les principales Compagnies sont : la Fuerzas y Riegos qui utilise actuellement 35 283 ch, l'Energia eléctrica de Cataluna qui utilise 30 000 ch, la Hidroeléctrica Espanola 54 000 ch, la Sociedad General de Fuerzas hidroeléctricas 42 000 ch, la Electra de Viesgo 15 000 ch. — 29 compagnies moyennes utilisent dans leur ensemble une puissance de 14 795 ch. — 79 petites compagnies exploitent 7 945 ch. — Certaines des grandes compagnies ont des transmissions allant jusqu'à une tension de transport de 40 000 v et même, la Sociedad General de Fuerzas hidroeléctricas se propose d'installer une ligne de 225 km à 140 000 v. — L'Espagne possède quelques lignes de chemins de fer électriques sur lesquelles elle emploie les trois sortes de courant actuellement utilisés en traction. — L'Espagne possède, en outre, quelques usines électrométallurgiques et électrochimiques peu nombreuses, la seule fabrication importante est celle du carbure de calcium qui atteint annuellement 15 000 t. — H. C.

621.31 : 31 (51). — Les industries électriques en Chine. *Electrical Review*, 11 mai 1917, t. LXXX, p. 529, 700 mots. — L'industrie électrique en Chine est encore dans l'enfance; les entreprises existant à l'heure actuelle sont localisées presque entièrement dans les villes importantes et les ports ouverts. — La puissance totale des moteurs électriques existant en Chine n'est que de 70 000 kw. — Le nombre des entreprises électriques est de 87, parmi lesquelles 62 sont dans la Chine proprement dite et 25 en Mandchourie : 80 de ces entreprises sont relatives à l'éclairage ou la force motrice ou aux deux combinés; 4 sont affectées à des tramways électriques et 3 à la fabrication d'appareils électriques. — 6 de ces entreprises appartiennent au gouvernement chinois, 53 sont dirigées par des industriels chinois, les 28 restantes étant des entreprises étrangères. Quelques-unes des entreprises chinoises fonctionnent cependant avec l'aide de capitaux étrangers, en sorte que celles qui appartiennent réellement à des industriels chinois se réduisent à 41. Dans les 28 entreprises étrangères, les intérêts japonais figurent au nombre de 10. — Jusqu'ici, les entreprises électriques en Chine n'ont pas atteint un état de développement suffisant pour donner un rendement satisfaisant du capital : 13 seulement accusent un dividende annuel de 5 pour 100. Il faut cependant prévoir, grâce aux ressources économiques, un développement intense des entreprises électriques. — Le service télégraphique tout entier est sous le contrôle du ministre des Communications. A la fin de 1915 les lignes télégraphiques s'étendaient sur 37 403 miles, avec 51 129 miles de fil. Les câbles sous-marins, à l'exception de la ligne Woosung-Canton ouverte au début de 1915, sont tous sous le contrôle étranger. Le service téléphonique, inauguré en 1903, appartient en partie à l'Etat et en partie aux entreprises privées. Le contrôle des services téléphonique et télégraphique est pratiquement entre les mains des étrangers par suite du fait que ces services ont été installés avec l'aide de capitaux étrangers. — L'industrie de l'appareillage électrique est pratiquement inexistante. D'où une lutte économique pour la vente des appareils sur le marché chinois. Avant la guerre, l'Allemagne occupait le premier rang, les Etats-Unis le second et le Japon le troisième relativement aux produits importés. La guerre a modifié cette classification, ainsi qu'on peut s'en apercevoir par le tableau suivant :

Importation de l'appareillage électrique en Chine.
(En taëls de Haikwan.)

	1913	1914	1915
Grande-Bretagne	506 472	735 870	403 851
Allemagne	845 422	735 884	1 412
Japon	392 749	688 140	845 053
Hong-Kong	173 980	243 976	259 602
Etats-Unis	179 079	134 733	285 010
Belgique	70 515	70 633	8 428
Autres pays	148 873	185 181	281 683
Total	2 407 070	2 794 417	2 085 039

Constatons simplement la très faible valeur que doit avoir le chiffre des importations françaises qui ne figurent pas sur le tableau. — L'article termine en signalant l'activité remarquable des capitalistes americains qui ont formé un consortium pour l'exploitation de la lumière, de la puissance et des services de tramways dans les principales villes. — A. B.

621.31 : 31 (42). — La production et la distribution de l'énergie en Angleterre; *Génie civil*, 4 novembre 1916, t. LXIX, p. 307-308, 800 mots.

385. — Le chemin de fer de Berlin-Bagdad et la lutte économique contre l'Angleterre; F. HUBER. *E. T. Z.*, n° 7, 15 février 1917, p. 95-96, 1 200 mots. — Dans un opuscule intitulé : « Der Künftige Eisenbahnverkehr zwischen den Mitteleuropäischen Staaten und den Morgenlande » également publié dans « Technik und Wirtschaft (t. x, n° 1), l'auteur, M. Sprickerhof, directeur de chemins de fer, préconise la construction rapide de voies reliant directement la mer du Nord à la Turquie dans un but économique et militaire. L'auteur estime à 10 000 km la longueur des voies à construire dont 2 500 en Hongrie, 2 000 en Bulgarie, 1 000 en Roumanie et 4 500 km en Turquie. Les frais d'établissement seraient de 1,5 milliard de marks dont 0,8 incombant à l'Europe centrale et 0,7 à la Turquie. Les 5 000 km séparant Berlin de Bagdad seraient franchis en cinq jours par les trains de marchandises de 600 t utiles. Le trafic nécessiterait la construction de 56 000 wagons de marchandises de 33 à 50 t et 1 200 locomotives à grande vitesse d'une valeur totale de 0,6 milliard de marks dont 0,4 incombant à l'Europe centrale. Le tarif moyen du transport serait de 1,75 centime : t-km. Cette ligne constituerait un moyen puissant de lutte contre l'Angleterre, qu'elle isolerait ainsi, toutes les nations continentales utilisant, dans la pensée de l'auteur, le réseau ferré de l'Europe centrale. — P. G.

FINANCES

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 5 juin 1917 de la Société hydro-électrique de Lyon. *R. G. E.*, 23 juin 1917, t. I, p. 997.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 17 avril 1917 de la Compagnie d'exploitation des appareils Rateau. *R. G. E.*, 29 juin t. I, p. 997.

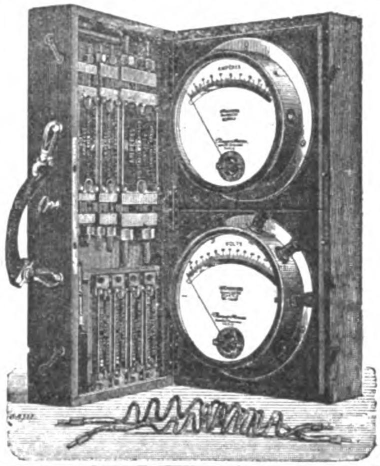
657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 4 juin 1917 de la Compagnie des tramways électriques de Limoges. *R. G. E.*, 23 juin 1917, t. I, p. 998.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale annuelle du 22 mars 1917 de la Société des chemins de fer et tramways du Var et du Gard (tramways de Toulon). *R. G. E.*, 1971, t. I, p. 1 036. 200 mots.

Digitized by Google

CHAUVIN & ARNOUX,

CAISSE DE CONTRÔLE



INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

186 et 188, rue Championnet

PARIS, (XVIIIe)

Télégraphe : Elecmesur-Paris

Téléphone : Marcadet 05-52

Hors Concours : Milan 1906.

Grands Prix : Paris 1900 ; Liége 1905 ; Marseille 1908 ; Londres 1908 ; Bruxelles 1910 ; Turin 1911 ; Bruxelles 1912 ; Gand 1913.

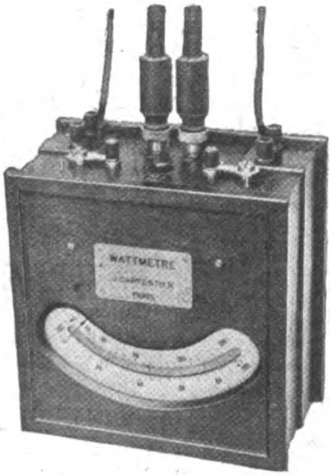
Médailles d'Or : Bruxelles 1897 ; Paris 1899 ; Paris 1900 ; Saint-Louis 1904.

INSTRUMENTS

Pour toutes mesures électriques.

DEMANDER L'ALBUM GÉNÉRAL

VOLT-AMPÈRE-WATTMÈTRE



Volt-Wattmètre de précision à bobines amovibles.

J. CARPENTIER

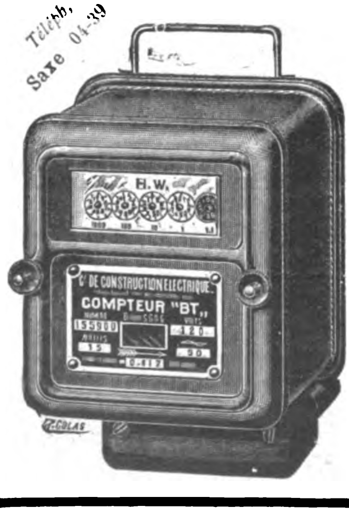
20, rue Delambre, PARIS. Téléph. : Saxe 05-65

MESURES ÉLECTRIQUES

ÉTALONS — BOITES DE RÉSISTANCES
POTENTIOMÈTRES
Ponts de Wheatstone. — Ponts de Thomson.
GALVANOMÈTRES de tous systèmes.
OSCILLOGRAPHES
AMPÈREMÈTRES — VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES de tous systèmes, pour courants continus ou alternatifs.
MODÈLES DE TABLEAUX
MODÈLES DE CONTROLE
BOITES DE CONTROLE — ENREGISTREURS

ÉLECTROMÈTRES
pour toutes tensions jusqu'à 200.000 volts.
PHASEMÈTRES — FRÉQUENCEMÈTRES
Appareils à deux aiguilles. — Logomètres
OHMMÈTRES : Installation de mesures d'isolement.
APPAREILS POUR LES ESSAIS MAGNÉTIQUES DES FERS
PYROMÈTRES ÉLECTRIQUES, INDICATEURS ou ENREGISTREURS
Modèles à couple thermo-électriques et à résistances

Téléph. Saxe 04-39



COMPAGNIE DE CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

Société anonyme. — Capital : 200.000 francs.

44, rue du Docteur-Lombard. — ISSY-LES-MOULINEAUX (Seine)

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

Système « BT », breveté S. G. D. G.

Pour courants alternatifs, monophasés et polyphasés

Agréés par l'État, les Villes de Paris, Marseille, Grenoble, etc.
Employés par la Compagnie Parisienne d'Électricité, les Secteurs de la Banlieue et les principales Stations de Province.

Plus de 500.000 appareils en service

LIMITEURS D'INTENSITÉ pour Courants continu & alternatif

Transformateurs de Mesure — Compteurs horaires

UNIS FRANCE

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

351.816. — Décret concernant la réorganisation des cadres de l'inspection générale des Postes et des Télégraphes et création de l'emploi d'inspecteur-adjoint à l'inspection générale. *R. G. E.*, 19 mai 1917, t. I, p. 800, 400 mots.

351.816. — Décret réorganisant les services des Postes et des Télégraphes du boulevard Brune et le service de la télégraphie sans fil. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 960, 300 mots.

351.791. — La nouvelle loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques. *Industria Elettrica*, 31 mars et avril 1917, t. XIII, p. 33 à 37 et 49 à 53, 8 p.

351.791. — A propos du nouveau décret relatif aux énergies hydrauliques; A. Forti. *Elettrotecnica*, 15 mai 1917, t. IV, p. 266-269, 2800 mots. — Dans une lettre, adressée au journal, l'auteur, un ingénieur français, discute le décret italien récent sur les eaux publiques.

351.797. — Les lacs réservoirs et la législation; A. Forti. *Elettrotecnica*, 25 mai 1917, t. IV, p. 285-288, 3 000 mots, 2 fig. — L'auteur affirme dans cet article que la formation des grands lacs réservoirs pour la régularisation des rivières représente un surplus de défense dans toute utilisation d'eau, et que ce surplus doit être supporté par la communauté des citoyens, c'est-à-dire par l'Etat, en raison de l'augmentation du patrimoine hydraulique dont ladite communauté vient à bénéficier, par suite de l'établissement de réservoirs. Il propose par conséquent que les contributions de l'Etat aux constructeurs des grands réservoirs soient mathématiquement proportionnées au coût des ouvrages et au degré de régularisation apportée par le réservoir même. Cette formule dont l'auteur démontre l'application pratique demande à être précisée en excluant autant que possible les interprétations arbitraires de la loi.

351.82 : 621.311. — Décret déclarant d'utilité publique l'établissement d'une usine électrique. *R. G. E.*, 19 mai 1917, t. I, p. 800, 300 mots.

351.82 : 641.311. — Décret autorisant l'établissement d'une usine électrique à Beaumont-Monteux. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 840, 100 mots.

351.824 + 337. — Pour la protection de nos industries. D. Civita. *Elettrotecnica*, 5 octobre 1916, t. III, p. 628-631, 3 750 mots.

351.82 : 382. — Arrêté modifiant et complétant l'arrêté du 13 avril 1917 sur les prohibitions de sortie. *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 880.

351.82 : 382. — Arrêté relatif aux autorisations d'importation et à la vente en France des marchandises comprises dans la liste n° 3 de l'arrêté du 13 avril 1917. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 960, 400 mots.

341.324 + 351.824. — La reconstitution industrielle des régions envahies. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 840, 500 mots.

351.82 : 662.641. — Arrêté instituant une commission extra-parlementaire dite commission de la tourbe. *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 880.

351.82 : 662.641. — La mise en exploitation des tourbières. *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 880, 200 mots.

351.838.6. — Projet de loi concernant l'inspection de l'enseignement technique. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 840, 250 mots.

351.41. — Décret relatif aux attributions du sous-secrétaire d'Etat des transports. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 960, 350 mots.

621.316:34. — Tribunaux: affaire Georgi contre Lothammer; Paul Bougault. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 839, 150 mots.

621.316 : 347.991. — Cour de cassation (Chambre civile). Arrêt du 8 février 1916. — Société Westinghouse contre Société Electrique du secteur de la Rive gauche; Paul Bougault. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 839, 300 mots.

343.531. — Sur la nécessité de modifier les articles 419 et 420 du Code pénal; *R. G. E.*, 23 juin 1917, t. I, p. 999-1 000, 900 mots. — L'Association nationale d'expansion économique s'est préoccupée des modifications qu'il convient d'apporter à ces articles qui, rédigés en 1810 en vue de punir l'accaparement des marchandises et denrées, s'opposent aujourd'hui à la création des ententes entre producteurs; plus récemment, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a mis la même question à l'ordre du jour des études qu'elle a entreprises en vue de permettre à l'industrie française de pouvoir lutter efficacement après la guerre contre celle de nos ennemis. Dans l'article qui nous occupe se trouvent reproduits les textes de ces articles, les nouveaux textes proposés par l'Association d'expansion économique et enfin la déclaration approuvée par le Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

665.9 : 338.97. — La crise du gaz devant les conseils de préfecture; L. de La Taste. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 831-839, 7000 mots. — Plusieurs décrets et arrêtés, pris à la suite de l'arrêt du Conseil d'Etat du 30 mars 1916, autorisent les Compagnies de distribution de gaz et d'électricité à élever provisoirement leurs tarifs pendant la durée de la guerre. Il semblait que la décision du Conseil d'Etat allait définitivement servir de base à des ententes amiables entre les municipalités et les Compagnies de distribution; en fait, il n'en a rien été et actuellement de nombreux procès sont en cours. Dans l'article qui nous occupe, l'auteur étudie la question au point de vue juridique et montre que l'arrêt du Conseil d'Etat est conforme au droit et à l'équité.

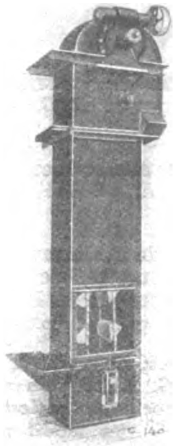
347.258 : 621.316. — Concessions concurrentes de distribution d'énergie électrique; J. de Rigney. *R. G. E.*, 30 juin 1917, t. I, p. 1037-1039, 2200 mots. — L'auteur rappelle d'abord que dans un article antérieur (*La Lumière électrique*, 28 août et 4 septembre 1915), il a étudié la solution qu'il convient de donner à la question de l'équivalence des conditions devant être imposées à un nouveau concessionnaire concurrençant un concessionnaire antérieur; il donne ensuite le texte d'un avis du Conseil d'Etat qui apporte quelque lumière sur cette question.

347.261 : 621.315.5. — Domaine public: Etablissement des tramways électriques et des conducteurs d'énergie; Paul Bougault, avocat à la Cour d'appel de Lyon. *R. G. E.*, 25 août 1917, p. 317-320, 3600 mots. — Lorsque des travaux d'utilité publique doivent être exécutés sur une portion du domaine public et qu'il en résulte un dommage pour l'Etat, le département, la commune ou un concessionnaire antérieur, l'évaluation de ce dommage se heurte à des difficultés juridiques très complexes dont l'auteur donne quelques exemples.

347.262 : 621.315(42). — Sur la législation anglaise des « droits de passage » des lignes électriques; *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 239, 600 mots. — Analyse d'après une communication de C. Vernier, faite à l'*Institution of Electrical Engineers*, 15 février et 19 mars 1917, 14 000 mots.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Digitized by Google



Manutention Mécanique

TRANSPORTEURS CONTINUS

POUR TOUTE INDUSTRIE

CHAINES EN ACIER — ROUES DENTÉES
PALIERS-TENDEURS & TOUS ÉLÉMENTS DE SÉRIE
RÉDUCTEURS DE VITESSE

Marque " GALLIA-LYON " déposée.

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

" GALLIA "

***LYON*, 13, 15, Chemin Guilloud.**

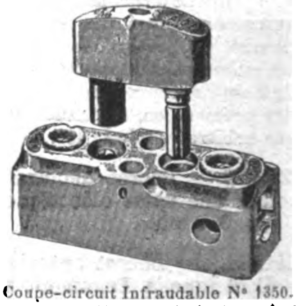
E. BRUMM (E. C. P.), Administrateur-Directeur.

Appareillage GARDY

SOCIÉTÉ FRANÇAISE GARDY

Siège social à ARGENTEUIL

USINES à : ARGENTEUIL (S.-O).
ESTERNAY (Marne).
BELLEGARDE (Ain).

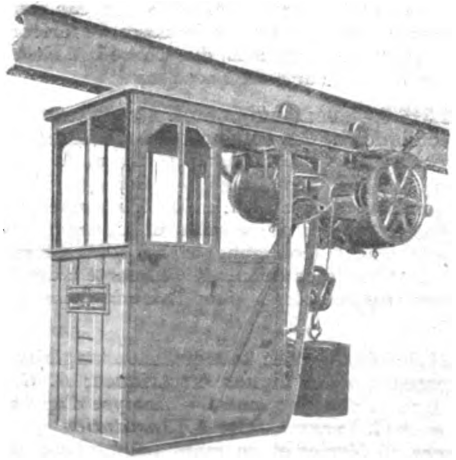


Coupe-circuit Infraudable N° 1350.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
pour BASSE, MOYENNE & HAUTE TENSION

Coupe-circuits, Interrupteurs, Commutateurs.
Prises de Courant, Rosaces, Suspensions, Patères.
Douilles, Appliques, Griffes, Raccords, Réflecteurs, etc.
PORCELAINE : Isolateurs, Poulies, Serre-Fils.
MATIÈRE MOULÉE pour Télégraphie, Téléphonie, Optique, Automobile, etc.
DÉCOLLETAGE

APPAREILS DE LEVAGE ET DE MANUTENTION



PALANS A MAIN ET ÉLECTRIQUES

— PONTS ROULANTS —

TREUILS ET GRUES

TRANSPORTEURS

par MONORAIL et BICABLES

ATELIERS DIÉMER

9, Quai René-II, NANCY *Tél.* : 11-85

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

517.3. — Note sur un dispositif d'intégration; D. Hersey. *Journ. of the Washington Acad. of Sc.*, 4 novembre 1916, t. vi, p. 617-620, 3 fig.

533.2 : 546.292—293. — Dilatabilité de l'argon et du néon. Pression interne dans les gaz mono-atomiques; A. Leduc. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 juin 1917, t. clxiv, p. 1003-1005, 650 mots. — L'auteur donne une description sommaire du nouvel appareil qu'il utilise pour étudier la compressibilité des gaz, et du mode opératoire qu'il emploie ; il fait connaître ensuite les résultats qu'il a obtenus avec l'argon et le néon et qui l'ont conduit à une justification de l'hypothèse que les pressions internes dans les gaz mono-atomiques sont proportionnelles aux carrés des masses moléculaires.

535.212. — Sur la manière d'être relative des radiations lumineuses émises par la vapeur de fer sous l'influence des actions thermiques et chimiques dans les flammes; G.-A Hemsalech. *Phil. Magazine*, janvier 1917, t. xxxiii, p. 1-18, 6800 mots, 5 fig.

535.33—1:546.78. — Le pouvoir réflecteur du tungstène dans l'infra-rouge; W. Weniger et A.-H. Pfund. *Journ. of Franklin Institute*, mars 1917, t. clxxxiii, p 354, 100 mots, 1 tab, note. Labor. de recherches Nela.

535.33. — Le spectre à raie unique et le spectre à raies multiples du mercure; T.-C. Hebb. *Physical Review*, mai 1917, 2e série, t. ix, p. 371-377, 1 fig., 1 pl., 3000 mots. — Franck et Hertz ont établi (*Deutsch. Phys. Gesell. Verh.*, 15 juin 1914, t. xvi, p. 512-517) qu'on peut obtenir, sous certaines conditions, un spectre du mercure à raie unique : une des conditions nécessaires est que la vapeur de mercure soit soumise au bombardement d'électrons ayant une vitesse égale ou supérieure à celle produite par une chute de potentiel de 5 v. Comme ils avaient déjà établi que le potentiel d'ionisation du mercure était 4,9 v, ils ont été conduits à appliquer la relation $Ve = h\nu$, où $h = 6{,}56 \times 10^{-27}$ erg. sec., et où ν est la fréquence de la raie unique du spectre $\lambda = 2536{,}72$ U.A. — Ces résultats ont été obtenus à nouveau et étendus par Mc Lennan et Henderson (*Proc. Roy. Soc*, 2 août 1915, t. xci, p. 485-491). Ces auteurs ont constaté qu'on pouvait obtenir le spectre à raie unique du mercure pour toute différence de potentiel comprise entre 5 et 12,5 v, mais qu'avec une différence de potentiel inférieure à 5 v on n'avait pas de spectre et qu'avec une différence de potentiel égale ou supérieure à 12,5 v on obtenait toujours le spectre à raies multiples. Afin d'expliquer la production du spectre à raies multiples pour 12,5 v, ils suggèrent qu'un nouveau type d'ionisation se produit peut-être en ce point. Ils ont également montré la possibilité d'obtenir des spectres à raie unique à la fois du cadmium et du zinc. Dans un travail encore plus récent (*Proc. Roy. Soc.*, 1er mars 1916, t. xcii, p. 305-312), Mc Lennan a montré qu'on pouvait également obtenir un spectre à raie unique du magnésium. Comme les potentiels d'ionisation du cadmium, du zinc et du magnésium n'ont pas été mesurés directement, ces auteurs utilisent la relation des quanta $Ve = h\nu$ afin de déterminer la valeur pour chacun des métaux. — Les expériences effectuées par l'auteur du mémoire que nous analysons ici établissent : 1° que l'arc au mercure peut éclater pour toute différence de potentiel supérieure à 4,7 v et fournir ainsi le spectre à raies multiples ; 2° que l'arc, après avoir été établi, se maintient jusqu'à 3,2 v, fournissant le spectre à raies multiples. Ceci nécessite une explication spéciale pour la production des ions à moins qu'on établisse que la vitesse d'émission est suffisante pour rendre compte de l'écart ; 3° que le spectre à raie unique peut être obtenu pour toutes les différences de potentiels comprises entre 2,5 et 21,5 v. Pour expliquer sa production au-dessous de 5 v, il faut supposer qu'il y a une vitesse d'émission considérable ou bien abandonner l'idée que l'ionisation est nécessaire à l'émission lumineuse. Il se peut que l'ionisation soit nécessaire à la production du spectre à raies multiples mais qu'un phénomène de choc soit seul nécessaire pour produire le spectre à raie unique ; 4° que l'apparition, dans certains cas, du spectre à raie unique et dans d'autres du spectre à raies multiples au-dessus de 5 v est liée à la densité de la décharge électronique. — A. B.

535.331. — Considérations théoriques relatives au spectre à raie unique et au spectre à raies multiples du mercure; R.-A. Millikan. *Physical Review*, mai 1917, 2e série, t. ix, p. 378-382, 3000 mots. — Les expériences sur le potentiel d'établissement de l'arc semblent démontrer à l'auteur : 1° que ce potentiel dépend de la densité du flux cathodique excitateur ; 2° que ce potentiel peut prendre une valeur quelconque au-dessus de 5 v. — L'établissement d'un arc est l'indice de l'accroissement du nombre des ions positifs jusqu'à une valeur déterminée considérable et d'une concentration de la chute de potentiel au voisinage de la cathode. Mais avec les relations réciproques qui ont été supposées entre l'excitation de lumière à 4,9 v et la production photo-électrique des ions par cette lumière, il faut admettre pour tout potentiel supérieur à 4,9 v, la possibilité d'une multiplication indéfinie des ions positifs. Avec un faible flux cathodique cette possibilité n'apparaîtra pas au voisinage de 5 v puisque, par suite de la forte absorption par la vapeur de mercure de la raie 2556 U. A., les photo-électrons se formeront près du point où la lumière est excitée, c'est-à-dire près de l'anode. Les ions négatifs ainsi formés ne subiront pas une chute de potentiel appréciable et, par suite, n'aideront pas le flux cathodique primitif pour l'excitation lumineuse. Plus dense sera le flux cathodique primitif et plus il y aura d'ions positifs formés par la lumière et, par suite, plus la chute totale de potentiel se concentrera au voisinage de la cathode et plus tôt commenceront à se former les ions photo-électriques là où ils peuvent concourir avec le flux cathodique primitif à l'excitation d'une plus grande quantité de lumière. Aussitôt que cette conséquence apparaît, il s'ensuit la possibilité d'une multiplication indéfinie des ions positifs et la formation

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

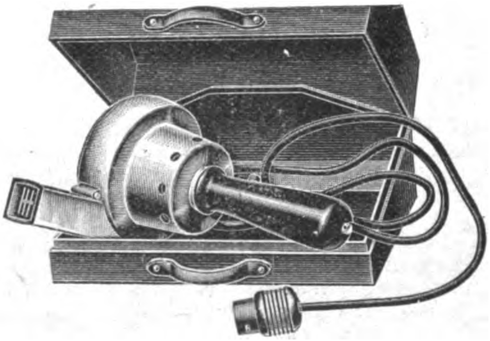
A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Dynamos, Phares, etc. --- Installations électriques sur voitures et canots automobiles.



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE

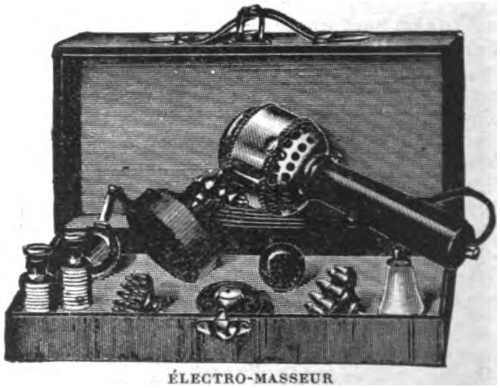
SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

Téléph. **Gutenberg 47-80.** *Télég.* **Cespir-Paris.**



ÉLECTRO-MASSEUR

Digitized by Google

d'un arc. — Si le flux cathodique est faible, l'arc n'apparaîtra pas au voisinage de 5 v. On devrait cependant s'attendre à le voir apparaître pour le potentiel d'ionisation, notamment pour 10,4 v, puisque, en ce point, il y a dans tous les cas une grande multiplication d'ions : c'est alors que l'arc apparaît réellement dans les expériences de M. Lennan et Henderson. — Le fait qu'aucune ionisation mesurable n'a jamais été observée dans la vapeur de mercure pour des potentiels inférieurs à 4,9 v signifie, du point de vue de l'auteur, que lorsque l'atome de mercure se trouve dans son état normal stable, l'orbite correspondant à la raie 2 536 est le plus extérieur et celui qui renferme un nombre appréciable des 80 électrons négatifs. — Les expériences de Tait et de Goucher, aussi bien que celles de M. Lennan, rendent probable que la relation des quanta s'applique à la fois pour 4,9 v et pour le potentiel d'ionisation, 10,4 v ; car les valeurs observées du potentiel correspondant au choc non élastique et celles du potentiel d'ionisation semblent s'accorder, dans les limites des erreurs expérimentales, avec les valeurs prédites. Les expériences actuelles complètent celles de M. Lennan en montrant d'abord qu'un arc peut jaillir sans que le potentiel ait atteint la valeur d'ionisation et ensuite que les raies faibles de longueurs d'onde supérieures à 2 536 apparaissent toujours quand cette valeur est réalisée. Ce sont seulement les longueurs d'ondes les plus courtes *d'une série donnée* qui doivent apparaître à mesure qu'on accroît le potentiel appliqué. — A. B.

535.37. — Recherches sur les composés lumineux à base de radium ; C.-C. Paterson, J.-W.-T. Walsh et W.-F. Higgins. *Electrician*, 8 juin 1917, t. LXXIX, p. 389, 1 300 mots. (Résumé d'une communication à la *Physical Society*). — Résultats de mesures effectuées au cours de ces deux dernières années sur divers échantillons de composés lumineux à base de radium. Les auteurs ont procédé à des déterminations de l'éclat du composé pris sous forme pulvérulente, sous forme d'enduit et après l'application de l'enduit sur des cadrans ; ils ont représenté sur des courbes les vitesses de décroissance de la luminosité. Le contenu en radium des composés a été déterminé par comparaison des activités de leurs rayons γ avec celle d'une préparation de bromure de radium pur qui est comparée périodiquement avec l'étalon de radium britannique. Les auteurs expliquent les diverses précautions qui ont été prises et les corrections qui ont été effectuées au cours des déterminations, et ils discutent les considérations qui entrent en jeu pour la détermination de la proportion de radium nécessaire. — Suivent des observations présentées par MM. Glew Makower, Allen, Clinton, Dow, Levy, Smith, Russell, Russ. — A. B.

536.46 : 533. — Les limites de l'inflammabilité des mélanges gazeux ; W.-M. Thornton. *Philosophical magazine*, t. XXXIII, février 1917, p. 190-196, 1 200 mots, 1 fig., 3 tab.

536.722. — L'équirépartition de l'énergie et la théorie de la radiation ; W.-F.-G. Swann. *Phil. Mag.*, janvier 1917, t. XXXIII, p. 49-63, 6 000 mots, 4 fig.

537.1. — Sur l'énergie et le rayon de l'électron ; J.-D. van der Waals. Communication à l'Académie des Sciences d'Amsterdam le 24 février 1917.

537.1. — Les forces de Maxwell entre les systèmes électrisés ; Megh. Nou Shaha. *Philosophical Magazine*, mars 1917, 6e série, t. XXXIII, p. 256-261, 2 000 mots.

537.1. — L'inertie effective des systèmes électrisés se mouvant avec une grande vitesse ; G.-W. Walker. Communication à la *Société royale de Londres* le 26 avril 1917. — En supposant qu'un électron qui se meut avec une vitesse kC, où C est la vitesse de la lumière, se déforme de façon que sa surface soit représentée par $(1 + k^2)^{-1} x^2 + y^2 + z^2 = a^2$, Lorentz a montré que l'hypothèse quasi stationnaire que l'inertie longitudinale est $m_0 (1 - k^2)^{-\frac{3}{2}}$ et l'inertie transversale $m_0 (1 - k^2)^{-\frac{1}{2}}$. On obtient les mêmes résultats dans la théorie de la relativité d'Einstein. Dans sa communication, l'auteur détermine l'inertie par une méthode développée antérieurement qui dépend directement des équations primaires et est exempte de l'erreur que la méthode quasi stationnaire peut introduire. Il arrive à ce résultat que, pour un électron contracté, l'énergie longitudinale est

$$m_0 \left(1 - \frac{1}{5} k^2\right) (1 - k^2)^{-\frac{3}{2}},$$

et l'inertie transversale

$$m_0 \left(1 + \frac{11}{60} k^2\right) (1 - k^2)^{-\frac{1}{2}}.$$

537.1. — Sur les charges nucléaires des atomes ; Fernando Sanford. *Physical Review*, mai 1917, 2e série, t. IX, p. 383-393, 2 000 mots, 5 fig., 4 tab. — En admettant : 1° que l'équation d'Einstein s'applique à l'énergie des rayons cathodiques et à la fréquence des rayons X qu'ils excitent ; 2° que les rayons X sont dus à des électrons qui décrivent des orbites elliptiques ou circulaires autour d'un noyau central électrisé positivement avec une fréquence égale à la fréquence des rayons X qu'ils émettent, l'auteur calcule la charge du noyau central et montre qu'elle est directement proportionnelle à la racine carrée de la fréquence des rayons X et, par suite, qu'on peut aussi la calculer à partir de l'équation de Moseley en remplaçant la charge du noyau par la racine carrée de la fréquence des rayons X. D'après Moseley la fréquence d'une raie quelconque dans le spectre des rayons X est sensiblement proportionnelle à $A (N - b)^2$ où A et b désignent des constantes et N le nombre atomique. — De l'équation d'Einstein on déduit $mv^2 = 2 h\nu$, d'où $\nu = \frac{mv^2}{2h}$. Si les électrons décrivent des orbites circulaires avec des fréquences égales aux fréquences de vibration des rayons X qu'ils engendrent, leur vitesse est fournie par $v = 2 R\pi\nu$ en désignant par R le rayon de l'orbite et par ν la fréquence du mouvement des électrons ; d'où $\nu = \frac{v}{2R\pi}$. En égalant les deux valeurs de ν on obtient :

$$(1) \qquad Rv = \frac{h}{m\pi}.$$

En prenant pour h et m les valeurs généralement admises, c'est-à-dire $h = 6{,}55 . 10^{-27}$ et $m = 8{,}8 . 10^{-28}$ on a $Rv = 2{,}37$. — En exprimant en fonction de λ la fréquence dans l'équation d'Einstein on a $mv^2 = \frac{2h . 3 . 10^{10}}{\lambda}$ et $v^2 = \frac{6h . 10^{10}}{m\lambda}$. Avec les valeurs indiquées ci-dessus pour m et h l'équation devient

$$(2) \qquad v = \frac{6{,}69 . 10^5}{\sqrt{\lambda}}.$$

En supposant que les électrons sont maintenus sur leurs orbites par l'attraction du noyau positif, on obtient la relation $\frac{mv^2}{R} = \frac{Qe}{kR^2}$, où Q désigne la charge positive du noyau, e la charge électronique négative et k le pouvoir inducteur spécifique à l'intérieur de l'atome. Comme on ne sait rien sur ce pouvoir inducteur, on peut le prendre égal à l'unité et écrire $Q = \frac{mRv^2}{e}$. En remplaçant dans cette équation R et v

Digitized by Google

Adr. télégr. :
Leclique-Paris.

« L'Éclairage Électrique »

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

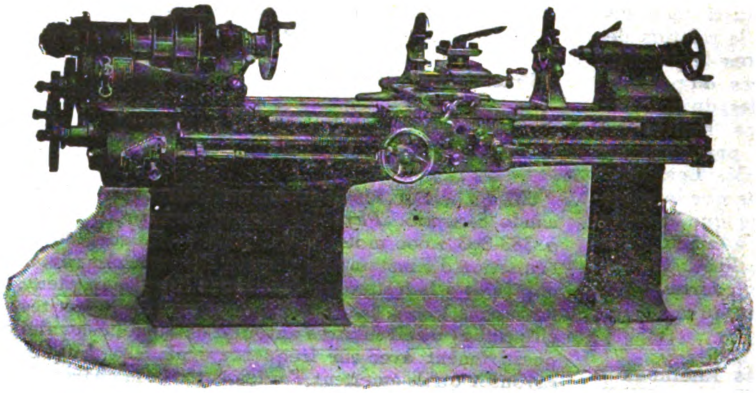
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone :
Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

. UNIS .
FRANCE

LANDIS & GYR

BUREAUX ET LABORATOIRE
12 RUE LAPEYRÈRE

PARIS

ATELIERS
4 RUE DES CLOYS

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

COMPTEURS POUR TARIFS SPÉCIAUX
WATTMÈTRES TYPE FERRARIS
INTERRUPTEURS ET LIMITEURS HORAIRES
LIMITEURS DE COURANT

par leurs valeurs tirées de (1) et (2), et faisant $e = 4,77 . 10^{-10}$, on obtient finalement :

(3) $$Q = 2,95 . 10^{-12} \sqrt{\lambda}.$$

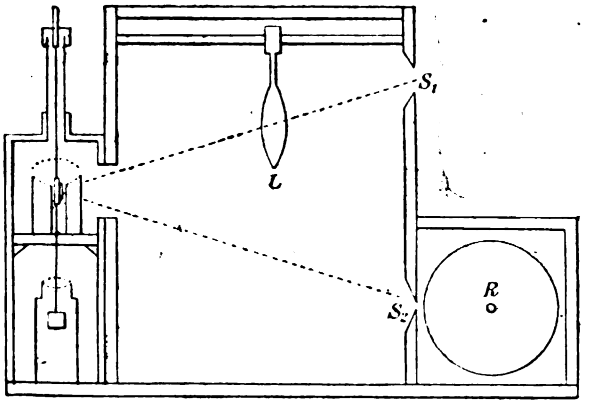
L'équation de Moseley étant $\sqrt{\nu} = A (N - 1)$ pour la raie α de la radiation K et $\sqrt{\nu} = A (N - 7,4)$ pour la raie correspondante de la radiation L, il résulte des considérations précédentes que les mêmes équations, avec des valeurs différentes de A doivent s appliquer aux charges nucléaires des atomes qui produisent ces raies spectrales. — L'auteur indique dans des tableaux les valeurs de Q calculées à partir de l'équation (3) en remplaçant λ soit par les valeurs expérimentales soit par les valeurs déduites de la relation de Moseley ; les nombres ainsi obtenus sont très voisins. — Pour les neuf éléments dont les radiations caractéristiques K et L sont connues, l'auteur montre que les charges du noyau calculées à partir des deux sortes de radiations diffèrent dans chaque cas d un nombre entier de charges électroniques, la différence étant

$$Q_K - Q_L = e (N + 5).$$

L'auteur montre enfin que les charges nucléaires calculées à partir des longueurs d'onde des rayons X peuvent être aussi bien obtenues, pour des groupes d'éléments semblables, à partir des charges ioniques déduites de la mobilité des ions en électrolyse et des charges des ions positifs émis par les métaux incandescents. Il est ainsi possible de calculer les mobilités ioniques à partir des longueurs d'onde des rayons X et vice versa. — A. B.

MESURES ET ESSAIS

537.25 — 4. — Electromètre enregistreur pour l'électricité atmosphérique ; A. Douglas Rudge, *Electrician*, 1er juin 1917, t. LXXIX, p. 345-346, 1 500 mots, 2 fig. (Extrait d'un mémoire inséré dans les Proceedings of the Cambridge Philosophical Society). — On a constaté que des variations très notables dans le gradient normal de potentiel sont produites par les nuages de poussières que soulève le vent ainsi que par les nuages de vapeur s'échappant sous pression des chaudières (*Proc. Roy Soc.* A. t. xc). Ces variations sont soudaines et d'un caractère transitoire, en sorte que l'instrument utilisé pour les enregistrer doit fonctionner rapidement. Le type d'instrument adopté est une forme d'électromètre à quadrant, l'enregistrement photographique s'effectuant sur du papier au bromure d'argent fixé sur un cylindre tournant. Cet électromètre a été construit en vue d'obtenir la relation entre le gradient de potentiel et l'altitude du lieu d'observation et pour cet usage il est bon de pouvoir disposer d'un assez grand nombre d'instruments (une dizaine au moins) de manière à conduire les observations simultanément. D'où l'intérêt d'un instrument bon marché et de construction facile. — *L'électromètre* est formé de quatre pièces incurvées en cuivre, découpées dans un tube de 3 cm de diamètre, et fixées sur un bloc d'ébonite. Les pièces alternées sont reliées suivant la manière habituelle. Chaque conducteur soustend un angle d'environ 60° et les conducteurs adjacents sont séparés par un intervalle de 1 mm environ. L'aiguille est formée d'un morceau de papier argenté (de 2,5 cm sur 1,5 cm) portant un petit miroir. Un fil fin fixé à l'aiguille supporte un petit fragment de toile métallique plongeant dans de l'huile de paraffine et destiné à l'amortissement du mouvement de l'aiguille. Le système est suspendu à un fil fin de bronze phosphoreux au moyen duquel on peut charger l'aiguille. Le tout est enfermé dans une caisse en bois munie d'une ouverture. — Le cylindre enregistreur constitue la partie la plus originale de l'instrument ; il est construit à l'aide d'un de ces petits réveils qu'on trouve à bas prix. Un tube de cuivre est substitué à l'aiguille des heures à la partie antérieure du cadran et un tube semblable est fixé à l'arbre à la partie postérieure et relié à l'aiguille des minutes. Ces deux tubes sont en ligne droite et fournissent un axe convenable autour duquel peut tourner le réveil. Si l'on immobilise le tube fixé à l'aiguille des heures, le réveil fera un tour en douze heures, tandis qu'en immobilisant l'aiguille des minutes il fera un tour en une heure. Deux échelles de mesures sont ainsi possibles et ont été employées. Un léger tube de zinc qu'on glisse sur la boîte de l'horloge constitue un support convenable pour le papier au bromure d'argent qu'on enroule autour. — Le *système éclairant* est très simple. Si l'appareil fonctionne au dehors, on peut utiliser la lumière du jour. Une lentille projette la lumière sur le miroir de l'électromètre qui la renvoie sur le cylindre enregistreur. — La *batterie de charge* pour les quadrants apposés de l'électromètre peut être constituée par un assemblage de piles pour lampes de poche donnant environ 35 v. Le centre de la batterie est mis à la terre. — Le *collecteur* est formé d'une petite plaque de cuivre recouverte d'une préparation radioactive. La plaque est fixée au centre d'un tube très court dont les extrémités libres sont recouvertes d'une toile métallique de manière à empêcher la détérioration du radium tout en lui permettant de prendre le potentiel de l'air. Le plateau collecteur est fixé à l'extrémité d'un fil isolé à une hauteur suffisante au-dessus du sol pour fournir une déviation convenable, étant donnée la sensibilité de l'électromètre. — A. B.



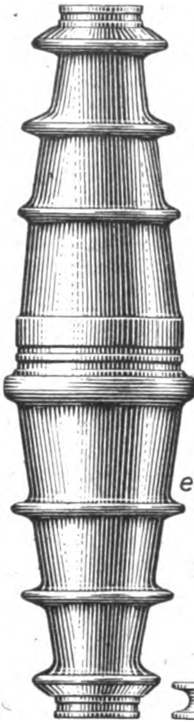
537.25.4. — Electromètre enregistreur. R cylindre enregistreur ; S_1 fente pour l'admission de la lumière ; S_2 fente pour la boîte d'horloge ; L lentille.

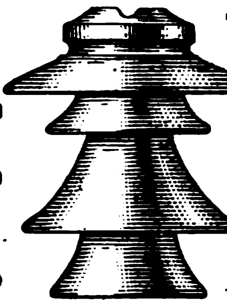
537.71. — Relations numériques entre les unités électriques. *Revue générale des Sciences*, 15 février 1917, t. XXVIII, p. 67, 300 mots, 1 tab.

537.734. — Sur la mesure de la puissance pour des valeurs de cos φ très petites : E. Biffi, *Elettrotecnica*, 15 juillet 1917, t. IV, p. 372-376, 4 500 mots, 3 fig. — Discussion du rapport présenté à la Commission chargée de juger le concours « Marco Grassi » à la séance du 6 mai 1916 de la Royale Académie des sciences physiques et mathématiques de Naples.

538.22. — Mesure de la perméabilité magnétique ; Arthur Whitmore Smith, *Physical Review*, mai 1917, 2e série, t. IX, p. 414-418, 1 800 mots, 3 fig. — On sait que, lorsqu'on aimante un anneau de fer par un courant au moyen d'un solénoïde, le fer n'atteint pas instantanément son aimantation totale, mais qu'après un premier accroissement notable l'aimantation continue à augmenter, dans quelques cas, pendant plusieurs secondes (hystérésis visqueuse). L'auteur montre que le galvanomètre balistique ordinaire ne donne pas une mesure correcte du flux magnétique, même lorsque l'échantillon utilisé n'a qu'une section de 2 à 3 cm² surtout si la perméabilité du fer est élevée. Dans ce cas, il est nécessaire d'utiliser un instrument qui réponde rapidement aux variations du flux magnétique afin que les observations ne soient pas trop lentes, mais qui ait en outre une période notablement supérieure au temps néces-

Digitized by Google





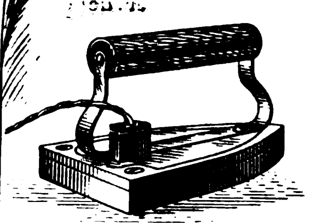
ANCIENS ÉTABLISSEMENTS
PARVILLÉE FRÈRES & C^IE

56, RUE DE LA VICTOIRE. PARIS

USINES A CRAMOISY (OISE)

FABRICATION DE TOUT LE MATERIEL en Isolateurs, consoles et Ferrures diverses pour Lignes Télégraphiques Téléphoniques ainsi que pour Transports d'énergie à hautes tensions

FABRICATION DE TOUS APPAREILS DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE



- RADIATEURS
- FERS A FRISER
- FERS A SOUDER
- BOUILLOIRES
- RÉCHAUDS
- DESSOUS DE PLAT
- GRILS
- TAPIS CHAUFFANTS
- CUISINES
- ETC - ETC

Ch. Pasquier

C^ie des CHARBONS FABIUS HENRION

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.500.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS VIII^e

USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE

Téléphone : Élysées 42-93.

Adresse télégraphique Carbenrion-Paris.

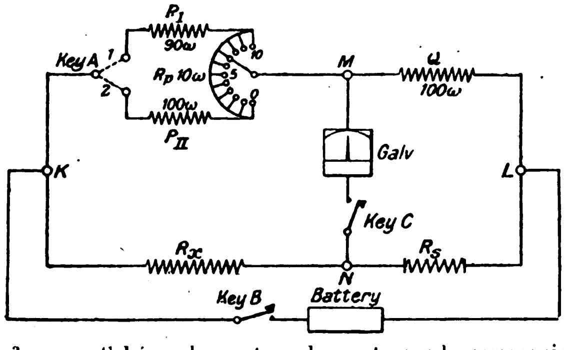
LAMPE
FAUST

· UNIS ·
FRANCE

saire au fer pour atteindre l'aimantation totale. — L'auteur indique deux raisons principales pour lesquelles l'aimantation est en retard sur le courant. D'abord, le courant primaire n'atteint pas sa valeur maxima instantanément par suite de la self-induction du circuit constitué par un grand nombre de spires enroulées autour de l'anneau de fer. En outre, dans le cas des pièces massives de fer, il existe certainement un courant induit dans la masse du fer elle-même. Ce courant est d'autant plus intense que l'aimantation croît plus vite et il circule en sens opposé du courant primaire; il a pour influence de réduire le champ magnétique résultant qui agit sur le fer. — A. B.

621.317. — Un nouvel indicateur de fréquence à quadrants ; KEINATH. *E. T. Z.*, mai 1916 n° 21. Reproduit dans *Elettrotecnica*, 5 juillet 1917, t. IV, p. 360-362, 2 200 mots, 14 fig.

621.317.2. — Pont à résistance pour les besoins de l'atelier ; Oscar DE WETTE. *Electrician*, 8 juin 1917, t. LXXIX, p. 393, 1 900 mots, 3 fig., un tab. — La figure 1 donne le schéma d'un pont permettant de comparer rapidement à un modèle R_s un certain nombre de bobines dont la résistance doit être voisine de celle du modèle, la tolérance étant d'un pourcentage donné. — Le dispositif peut être également utilisé pour contrôler la résistance des bobines durant l'enroulement, quand, en l'absence de machines d'enroulement automatiques, ou par suite des variations dans le diamètre du fil, le même nombre de tours ne correspond pas à la même résistance. — Le dispositif proposé permet de prendre deux rapports des branches du pont. La résistance de Q étant 100 ω, supposons celle de la branche P_I égale à 90ω et celle de P_{II} à 100 ω, les deux branches étant reliées par une résistance R_p de 10 ω en sorte que $P_{II} = P_I + R_p$. Supposons R_p subdivisé, par exemple, en 10 sections de 1 ω chacune insérées entre les plots d'un commutateur circulaire dont la manette permet d'établir la communication avec le point M du pont. Un tel dispositif



621.317.2. — Schéma de montage du pont pour la comparaison d'une résistance à déterminer R_x à une résistance étalon R_s.

permettra les essais dans des limites variant de 0 à ± 10 pour 100. — Supposons, par exemple, la tolérance de ± 7 pour 100. La manette est mise sur le plot 7; la branche P_1 vaut alors (100 — 7) ω et la branche P_2 (100 + 7) ω. Établissons avec la clef A la connexion 1, les clefs B et C étant successivement fermées ; on a alors :

$$\frac{P}{Q} = \frac{100-7}{100} \quad \text{et} \quad R_x \gtrless R_s (1 - 0{,}07)$$

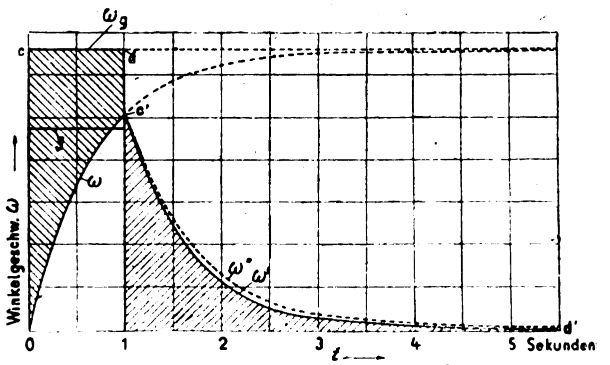
autrement dit, on compare la bobine en étude avec la limite inférieure de la résistance. On recommence la mesure en établissant cette fois avec la clef A la connexion 2 ; on a alors

$$\frac{P}{Q} = \frac{100+7}{100} \quad \text{et} \quad R_x \gtrless R_s (1 + 0{,}07)$$

ce qui permet de comparer la bobine à la limite supérieure. — A. B.

621.311.75 : 621.89. — La lubrification des fiches des boîtes de résistances ; J.-J. MANLEY. *Philosophical Magazine*, février 1917, t. XXX, p. 211-213, 800 mots. — On recommande toujours de nettoyer les fiches avec du papier émeri très fin et de les assujettir dans leur logement en leur donnant un petit mouvement de vis. Cette pratique a cependant de graves inconvénients, tant au point de vue de l'usure des fiches que de l'incertitude de leur résistance de contact. Aussi beaucoup d'expérimentateurs ont-ils cherché à diminuer et à stabiliser cette résistance, soit, comme M. Price, en noyant la fiche ou simplement en la badigeonnant de pétrole ; soit, comme au National Physical Laboratory, en la frottant avec de la paraffine. L'auteur, de son côté, a entrepris des mesures systématiques de la résistance de contact de fiches enduites de différents ingrédients. L'huile, la paraffine médicinale et la vaseline lui ont donné à peu près les mêmes résultats. Il recommande cependant la vaseline comme étant d'une application plus facile et assurant une constance plus grande à la résistance résiduelle. — A. B.

621.317.5.00.14. — Essai simple des compteurs à courants alternatifs pendant les à-coups de charge; MOLLINGER et V. KRUKOWSKI. *E. T. Z.*, 21 juin 1917, n° 25, p. 332-333, 1 000 mots, 3 fig. — Communication du Laboratoire des compteurs des ateliers Siemens-Schuckert. La plupart des études relatives aux compteurs-moteurs suppose que la charge garde une valeur sensiblement constante. Il se présente cependant des cas où la charge des compteurs consiste en courants de courte durée répétés fréquemment (dans les ascenseurs par exemple). L'auteur a étudié les compteurs dans ces conditions de la façon suivante : soit ω_g la vitesse angulaire d'un compteur correspondant à une consommation de courant I; en régime permanent, la courbe ω représente cette vitesse angulaire en fonction du



621.317.5.00.14. — Courbe des vitesses angulaires de l'induit.

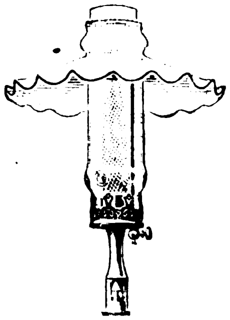
temps t (fig. 1). Si le courant est interrompu au bout d'un temps, $t = 1$ sec par exemple, avant que la vitesse ait atteint son régime, la vitesse atteindra un maximum $\overline{1\,e'}$ inférieur à ω_g et décroîtra ensuite selon la courbe ω'. Le chemin parcouru dans ces conditions par l'induit du compteur est représenté par la surface comprise entre l'axe des abscisses et les deux courbes ω et ω', et sous l'effet du courant permanent I, pendant une seconde, par l'axe du rectangle 0, 1, d, c. On démontre théoriquement que, dans le cas des compteurs dynamométriques, les surfaces hachurées sont équivalentes. Les indications du compteur dynamométrique sont donc exactes pour les charges par à-coups. Dans les compteurs à induction la courbe de décroissance des vitesses est ω'' qui introduit une erreur, d'ailleurs négligeable dans la pratique. Des essais effectués par les auteurs avec des appareils de ce genre et qu'ils décrivent en

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

Magasins et Bureaux : 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

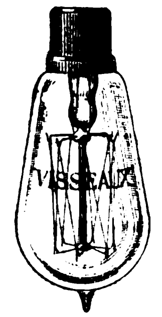
Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



Bec intensif
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

Fabrique de Manchons.

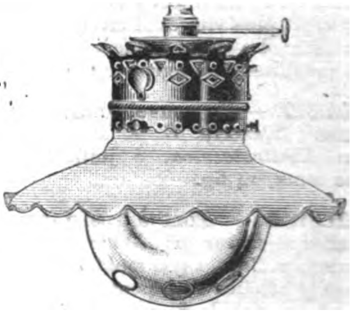
Soie et Ramie.



Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré.

Verrerie "Baccarat".

Cristallerie.



Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

LYON 1914 : Membre du Jury. Hors concours. — SAN FRANCISCO 1915 : Hors concours.

Télégr. : VISSEAUX-LYON

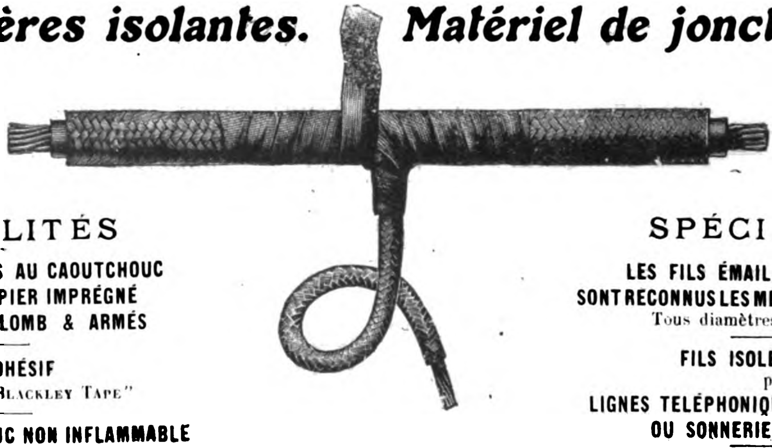
CATALOGUES SUR DEMANDE
EXPORTATION

UNIS FRANCE

CONNOLLY BROTHERS LTD

FABRICANTS DE FILS ISOLÉS ET DE CABLES

Matières isolantes. Matériel de jonction.



SPÉCIALITÉS

FILS & CABLES ISOLÉS AU CAOUTCHOUC VULCANISÉ, AU PAPIER IMPRÉGNÉ RECOUVERTS DE PLOMB & ARMÉS

RUBAN ADHÉSIF
Marque déposée : "Blackley Tape"

SOLUTION DE CAOUTCHOUC NON INFLAMMABLE
Marque déposée : "Pear drop Brand".

FILS AÉRIENS RECOUVERTS DE TRESSE IMPRÉGNÉE
POUR ATMOSPHÈRES CORROSIVES
Marque déposée : "Climic".

Adresser toutes demandes de renseignements au Bureau central et aux Ateliers

VALE MILLS

SPÉCIALITÉS

LES FILS ÉMAILLÉS "CONNOLLY" SONT RECONNUS LES MEILLEURS SUR LE MARCHÉ
Tous diamètres depuis 4/100mm.

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS
pour
LIGNES TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIQUES OU SONNERIES ÉLECTRIQUES

CONDUCTEURS SIMPLES OU MULTIPLES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR LIGNES AÉRIENNES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS
POUR STATIONS DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

BLACKLEY-MANCHESTER (Angleterre).

Digitized by Google

détail ont montré que l'erreur atteignait un maximum de + 1 pour 100. — P. G.

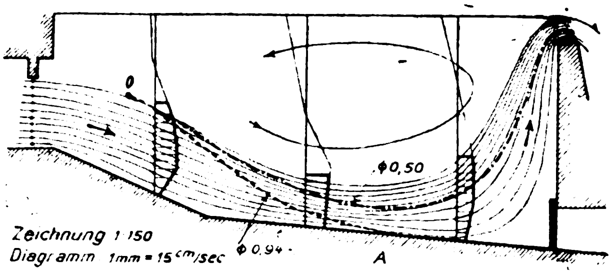
GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

627.1 (44.7). — La houille blanche dans les Pyrénées; H. Giran, *R. G. E*, 19 et 26 mai 1917, t. 1, p. 773-774, et 809-816. 14500 mots, 1 carte, 7 tab. — Dans cet article l'auteur fait le recensement des installations hydrauliques existant dans les départements des Basses-Pyrénées, des Hautes-Pyrénées, de la Haute-Garonne, de l'Ariège, de l'Aude et des Pyrénées-Orientales. Sur chaque installation sont donnés quelques renseignements, plus ou moins longs suivant l'importance de l'installation. — En se bornant aux usines de plus de 100 ch il n'y a actuellement qu'une puissance de 14500 ch installée dans les Pyrénées, ce qui correspond à une puissance brute de 13500 ch et une puissance réalisable de 110000 ch; la puissance des installations en cours ou en projet est évaluée à 180000 ch.

532.56. — Calcul des coups de bélier dans les conduites munies d'un réservoir d'air; C. Camichel, *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. 1, p. 723-726, 4000 mots, 8 fig. — Dans cet article l'auteur expose le calcul des coups de bélier de grande amplitude dans les conduites munies d'un réservoir d'air. Ce calcul, dont l'intérêt pratique est considérable pour les industriels possédant des usines hydrauliques, est fait en supposant d'abord que l'air se comprime adiabatiquement, puis qu'il se comprime isothermiquement. L'auteur donne ensuite les résultats de ses expériences, avec plusieurs courbes à l'appui, qui montrent qu'en pratique la compression est comprise entre une adiabatique et une isotherme. Il termine en faisant remarquer que les phénomènes de résonance produits par le fonctionnement d'un clapet automatique dans une conduite munie d'une poche d'eau donne des courbes analogues à celles qui sont reproduites dans son article.

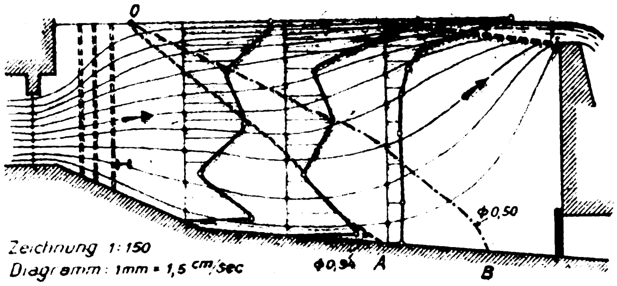
532.54. — Essais et réparations de conduites forcées de la Vancouver Island Power Company; Charles A. Lee. *Engineering News Record*, 12 avril 1917; *Génie civil*, 16 juin 1917, t. LXX, p. 394, 800 mots, 2 fig. — La conduite essayée est destinée à l'alimentation d'une turbine de 13000 ch fonctionnant sous une hauteur de chute de 350 m. La longueur de la conduite forcée est de 2830 m, le diamètre varie de 1,22 m à 1,37 m. Les 2070 m de canalisation intérieure ont été fournis par une maison allemande, ils sont formés par des éléments d'une longueur de 4,60 m en acier et à joints soudés par recouvrement. La canalisation comporte 27 coudes, la courbure maximum étant de 17,5°. — Les essais, qui ont montré les défauts de cette canalisation, ont présenté cette particularité que la pression a été appliquée séparément aux différentes sections de la conduite ou à des sections de longueur relativement faibles formées de sections élémentaires assemblées sur place. L'eau nécessaire aux essais était prise dans une conduite déjà en service par l'intermédiaire d'un by-pass. Une pompe permettait de soumettre la section en essais à une pression dépassant de 35 pour 100 la pression statique à supporter en service, cette pression était maintenue pendant un quart d'heure. Pour fermer les extrémités de la section pendant l'essai, on utilisa un bouclier spécial muni d'une garniture en caoutchouc qui assura une étanchéité parfaite. — Les joints défectueux ont été réparés au moyen de brides rapportées et fixées par des rivets. L'examen de la canalisation, prolongé une année après la mise en charge a montré l'existence de défauts systématiques auxquels il a fallu remédier par la pose de brides. Il a fallu aussi renforcer les coudes au moyen de pattes métalliques ancrées dans des massifs de béton armé. Les réparations ont duré quatre mois et demi et l'expérience semble montrer qu'elles ont été efficaces. H. C.

627.423. — Détermination de l'efficacité d'une installation de désensablement pour usine hydraulique; J. Buchi, *Schweizerische Bauzeitung*, 23 juin 1917, t. XIX, p. 281-283, 2000 mots, 7 fig. — L'auteur décrit l'installation de décantation de l'usine du Sauterot, près Vex (canton de Wallis) qui utilise les eaux de la Borgne et de la Dixence. Du canal d'amenée, l'eau se rend dans 10 chambres de 10,5 m sur 2 m et 3 à 5 m de profondeur. De l'extrémité de chaque chambre l'eau tombe en chute dans le canal d'alimentation. Le dépôt de sable peut être évacué à la rivière par une vanne. Les essais ont été faits avec un débit de 800 à 1000 l : sec pour chaque chambre. Les chambres étant dépourvues de tout appareil accessoire le dépôt était très faible, car, la vitesse étant trop grande, il se produisait des tourbillons. On a donc été conduit à installer un appa-



627.423. — Fig. 1. Diagramme des vitesses et des chemins parcourus par les grains de sable, dans une chambre de décantation ne possédant pas d'appareil séparateur de courants pour un débit de 850 l : sec.

reil séparateur de courant destiné à régulariser la vitesse de l'eau et à la rendre uniforme à toutes les profondeurs. Cet appareil est constitué par trois rangées successives de tuyaux verticaux très rapprochés vers leur milieu (là où l'eau a sa plus grande vitesse) et s'écartant de plus en plus à leurs extrémités. La vitesse est ainsi réduite et uniformisée; de sorte que le sable se dépose beaucoup plus vite. On a encore augmenté cette vitesse en disposant à la sortie des chambres une paroi à jalousie inclinée que l'eau est obligée de traverser. — L'essai d'efficacité était très difficile à faire en raison de la teneur très différente en sable des différentes couches d'eau et des variations au cours de



627.423. — Fig. 2. Diagramme des vitesses et des chemins parcourus par les grains de sable dans une chambre de décantation possédant des dispositifs de partage du courant et de décharge, pour un débit de 800 l : sec.

la journée. — On a donc opéré en eau propre (saison d'hiver) à laquelle on a mélangé du sable en proportion réglable (0,4 à 1 g : l de sable de plus de 0,3 mm de diamètre). Le sable était trié en trois catégories : gros sable (diamètre 0,8 à 1,4 mm), sable moyen (0,6 à 0,8 mm), sable fin (0,3 à 0,6 mm). On a observé les dépôts suivants : 1° en versant le sable à la surface de l'eau derrière le séparateur, 97 pour 100 de gros sable, 86 pour 100 de sable moyen, 51 pour 100 de sable fin; 2° en versant le sable au milieu du courant avant le séparateur, 99 pour 100 de gros sable, 92 pour 100 de sable moyen, 63 pour 100 de sable fin. La différence des résultats est intéressante. — J. C.

Digitized by Google

ENTREPRISES GÉNÉRALES
DE CONSTRUCTION D'USINES

BÉTON ARMÉ — MAÇONNERIE — TRAVAUX PUBLICS

Cheminées
"Monolithe"
S. G. D. G.

Sté D'APPLICATIONS DU BÉTON ARMÉ
S-A-B-A
11, RUE DE BELZUNCE . PARIS

Poteaux
"Gallia"
S. G. D. G.

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.000.000 DE FRANCS

Adresse Télégraphique :
SABARMÉ-PARIS

Téléphone :
NORD 48-48 / 53-61

Digitized by Google

621.831+629.12.014.5. — Applications des engrenages réducteurs à support oscillant à la commande des hélices; MACALPINE. *Engineering*, 22 juin 1917, t. CIII, p. 602-603, 2000 mots. — L'auteur d'un article sur cette question, publié par le journal le 6 avril dernier, complète ce premier article par quelques renseignements sur les applications récentes des engrenages de son système. Les engrenages sont naturellement étudiés pour une charge plus grande que celle qu'ils ont normalement à supporter; dans le cas de commande de générateurs électriques, la surcharge prévue atteint 25 pour 100 pendant deux heures et les engrenages doivent pouvoir supporter cet essai sans qu'il en résulte un inconvénient quelconque. Dans les applications à la marine, la puissance constante est déterminée par les dimensions et la vitesse du navire, il n'y a pas ici de limite de temps. L'auteur discute, en réponse à un contradicteur, les différentes constantes d'un certain nombre d'engrenages réducteurs, complétant ainsi l'article précité ainsi que la discussion qui le suivit. — E. B.

621.182.14. — Utilisation du charbon en poussière pour le chauffage des chaudières à vapeur; H. HULL. *Electrical World*, 9 juin 1917, t. LXIX, n° 23, p. 1 104, 700 mot, 1 fig.

621.187.5. — Diminution du temps nécessaire à la mise sous pression de chaudières à vapeur; SEYFFERT. *E. T. Z.*, 21 juin 1917, n° 25, p 338, 400 mots; d'après *Mitt. d. Vereinig d. Elek. Werke*, t. XV, p. 189. — Comme suite à l'étude publiée précédemment par Wilkens (voir *E. T. Z.*, 15 février 1917, p. 97) l'auteur décrit un autre procédé de réchauffage préalable de l'eau des chaudières, appliqué à l'usine d'électricité de Waldenburg, nécessitant une pompe à vapeur et la même préparation de la grille que dans les procédés déjà décrits. Aux essais, la mise sous pleine pression de la chaudière de réserve a eu lieu en 20 à 25 minutes. Mais généralement la chaudière de réserve peut être mise en service à une pression inférieure et, par suite, plus rapidement. Par exemple, lorsque la pression des chaudières en service est passée de 12 à 14 k la chaudière de réserve peut être branchée au bout de douze à quatorze minutes, et au bout de cinq à sept minutes la pression normale est rétablie. — P. G.

621.899 : 621.181. — Economie des lubrifiants dans les machines à vapeur; Karl SCHMID. *E. T. Z.*, 28 juin 1917, n° 26, p. 350 mots, 450 mots. — Extrait d'un ouvrage de l'auteur intitulé : « Wirtschaftliche Verwendung der Schmier mittel, insbesondere bei Dampfmaschinen ». — I. Séchage de la vapeur d'échappement en vue de la récupération de l'huile de graissage des cylindres : l'eau de condensation de la vapeur dans les conduites d'échappement des machines à échappement libre doit être enlevée. Lorsqu'un réchauffeur d'eau est intercalé sur la conduite, l'auteur recommande d'enlever l'eau de condensation à la partie inférieure du réchauffeur. Dans les canalisations d'échappement où la pression atteint une valeur notable, l'emploi d'un pot de condensation est nécessaire (*Loc. cit.*, p. 12). — II. Huiles de goudron. Employées pour le graissage des paliers. Lorsque la température est assez basse ces huiles déposent fréquemment des cristaux d'anthracène qui apportent des perturbations dans le fonctionnement du graissage. — Ces huiles possédant un grand pouvoir dissolvant des matières organiques, leur mélange avec des huiles de graissage ordinaire peut présenter certains inconvénients par suite de la formation de dépôts, gênant la circulation. Lorsqu'un tel mélange aura pu se produire, un nettoyage complet des paliers devra donc avoir lieu. — L'augmentation rapide de la viscosité de ces huiles, lorsque la température décroît, peut être dangereuse, particulièrement dans les tramways pendant l'hiver. — L'huile de goudron se volatilise moins facilement que les autres huiles et l'isolement électrique obtenu par l'huile et même par sa vapeur est supérieur à l'isolement procuré par les autres huiles minérales. — P. G.

621.184.9. — Formation des machefers dans les foyers de chaudières; A. Albert CARY. *Electrical World*, 10 février 1917, t. LXIX, p. 267-268, 2 000 mots.

621.184.6. — Nouveaux dispositifs pour l'enlèvement des cendres et le nettoyage des grilles dans les stations centrales; *Electrical Review*, 6 avril 1917, t. LXXX, p. 389, 900 mots, 2 fig.

621.175.00.46. — La corrosion des tubes de condenseurs; G.-D. BENGOUGH. *Engineering*, 6 avril 1917, t. CIII, p. 329, 1 400 mots.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.25. — De la manière dont se comportent les moteurs d'induction polyphasés en cas de déséquilibre au secondaire; A.-A. GAZDA. *Proceedings of the A. I. E. E.*, février 1917, t. XXXVI, p. 223-232. — L'auteur montre que la marche continuelle du moteur d'induction à rotor bobiné est possible quand les résistances intercalées dans les phases du secondaire sont inégales. Il discute l'effet ainsi produit sur le facteur de puissance et sur l'échauffement. Il donne des courbes représentant le fonctionnement de moteurs polyphasés avec secondaire monophasé. Il indique les avantages pratiques de l'emploi d'un montage déséquilibré au secondaire. — P. L.

621.313.25. — Renversement du sens de rotation de moteurs électriques à la suite d'un accident à la distribution triphasée; *Génie civil*, 13 janvier 1917, t. LXX, p. 35, 150 mots. — Dans cette courte note l'auteur signale un rapport publié dans l'*E. T. Z.* du 18 mai 1916, dans lequel sont relatés les effets produits sur les moteurs de certaines usines alimentées par l'usine d'Hoëchst de la centrale du Main.

621.345 : 622.351. — L'utilisation de l'énergie électrique dans les carrières de marbre du Vermont (Etats-Unis); *Génie civil*, 6 janvier 1917, p. 19, t. LXIX, 250 mots.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.337. — Dispositif de coupure automatique du courant alimentant les moteurs d'un chemin de fer à traction électrique; Fernand CUMONT, France (Seine) : *Brevet français n° 482.663*, demandé le 27 mai 1915, délivré le 19 janvier 1917, publié le 12 avril 1917. — Il peut être intéressant, dans certains cas, de couper automatiquement le courant des voitures motrices, sans obliger pour cela le wattman à actionner son contrôleur. Cette solution est particulièrement utile dans le cas de trains pourvus de plusieurs motrices, la motrice de tête est alors généralement contrôlée par le wattman, mais celui-ci ne peut évidemment savoir le moment où les autres motrices franchissent l'interruption du rail de prise de courant. Le principe du dispositif consiste à faire passer le courant par un système permettant de couper automatiquement le circuit du moteur, un instant avant la coupure de la prise de charge. On obtient ce fonctionnement à l'aide d'un tronçon de rail et d'un frotteur supplémentaires qui conduisent le courant dans un jeu de relais établissant la communication avec la terre et coupant le circuit du moteur. Pour éviter tout danger de battement dans le fonctionnement du relais, au lieu de prévoir un relais à deux enroulements, on utilise deux relais à un seul enroulement. Si on suppose le train pourvu de plusieurs motrices, il peut se présenter que certains tronçons de rails, situés comme des tronçons de coupure, ne soient pas destinés à actionner le circuit de coupure. Il faut, dans ce cas, permettre au wattman d'empêcher le fonctionnement du système lors du passage des frotteurs supplémentaires des diverses motrices du train sur ces tronçons de rails. On utilise, pour y parvenir, un relais à deux enroulements dans chaque motrice. Tous les relais des motrices sont reliés entre eux : il suffit que le wattman actionne un instant un bouton-poussoir pour que les relais

Digitized by Google

SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES D'ORNANS

ANCIENNEMENT OLIVIER ET Cie

à

ORNANS (Doubs)

REPRÉSENTANT GÉNÉRAL A PARIS : G. JARRE, 17, RUE TRONCHET

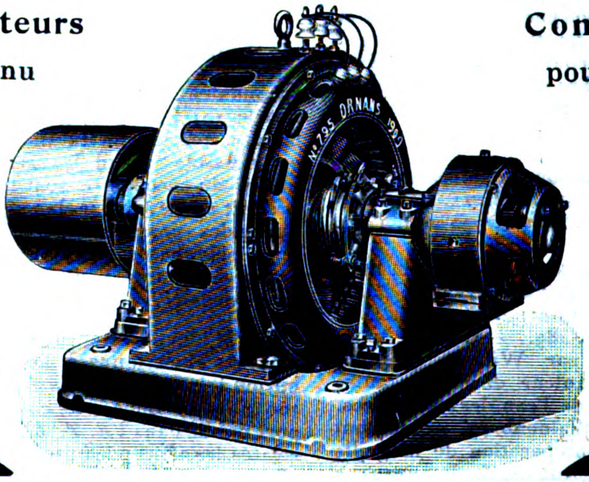
Dynamos et Moteurs
courant continu

—

Alternateurs
et Moteurs
courant alternatif.

—

Transformateurs
statiques.



Compresseurs d'Air
pour traction électrique

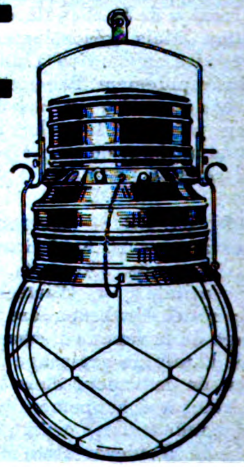
—

Pompes
centrifuges
système de Laval.

—

Transformateurs
rotatifs.

La Lampe **WESTINGHOUSE**
cooper Hewitt
est
le Soleil de l'Usine



Elle éclaire
sans
Ombres

Augmente
le
Rendement

Diminue la Fatigue Visuelle

La Maison VICKERS Ltd dans ses usines de Barrow Sheffield et Erith et la maison ARMSTRONG ainsi que bien d'autres, emploient plus de 10.000 de ces lampes dans leurs chantiers et ateliers pour la Fabrication du matériel de guerre en Angleterre.

Demandez le Tarif 273

THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT Co L

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE
Hewitlight-Suresnes.

USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE
SURESNES, près PARIS
11, Rue du Pont.

TÉLÉPHONE
WAGRAM 86.10

Digitized by Google

auxiliaires de toutes les motrices s'excitent et restent excités tant que le système n'aura pas fonctionné successivement dans chacune des motrices. Les tronçons de rails de coupure sont généralement placés sur la droite de la voie, il faut toutefois prévoir le cas où une motrice serait retournée, c'est-à-dire le cas où les frotteurs supplémentaires se trouveraient à la gauche de la voie de roulement et le frotteur normal à la droite. Dans ce cas, il suffit à l'aide d'un inverseur approprié de renverser les connexions de manière que le frotteur supplémentaire devienne le frotteur normal et que le frotteur normal soit mis en circuit avec le relais de coupure. Le fascicule donne la description complète du fonctionnement de l'appareil ainsi que les divers schémas explicatifs. — E. P.

621.339 625.25. — Perfectionnements aux appareils de frein pour voitures de chemins de fer et tramways. — Compagnie des freins Westinghouse (Seine-et-Oise). *Brevet français n° 482 728*, demandé le 7 décembre 1915, délivré le 26 janvier 1917, publié le 20 avril 1917. — Le présent dispositif consiste dans l'emploi de freins sur roues et de freins sur rails, applicable aux voitures de tramways ou à tous autres véhicules destinés à rouler sur rails. Le mécanisme comprend des cylindres séparés adaptés pour fonctionner avec du fluide sous pression pour appliquer respectivement les freins de roues et les freins de rails. Les appareils transmetteurs de mouvement aux deux systèmes de freins sont indépendants, de manière que le fluide sous pression puisse être admis dans un seul des deux cylindres ou dans les deux simultanément. Un système de jougs et de bielles permet d'égaliser les pressions de freinage sur les deux côtés de la voiture et dans les deux séries de freins aux extrémités de la voiture, aussi bien pour les freins sur roues que pour les freins sur rails. L'ensemble est complété par un mécanisme susceptible de faire fonctionner les deux systèmes de frein à la main ; généralement on se contente de la possibilité de commander à la main les freins sur roues, la commande à la main des freins sur rails n'est pas généralement nécessaire. Le fascicule contient la description complète des mécanismes ainsi que des figures explicatives établies dans le cas d'une voiture montée sur deux bogies. Les connexions sont faites de façon à permettre aux bogies de pivoter autour de leurs axes tout en assurant une application efficace des freins. — E. P.

621.39 : 656.25. — Réalisation électrique des enclanchements de verrous de gare. Procédé proposé par M. J. Forestier ; R. Coupan. *Génie civil*, 3 mars 1917, t. LXX, p. 141, 6 000 mots, fig. — L'énorme développement du trafic sur les voies ferrées n'a pas été suivi par une augmentation proportionnelle du matériel, entre autres, à de rares exceptions près, les voies de triage sont très insuffisantes, et, la plupart du temps, on est obligé d'emprunter les voies principales pour effectuer les manœuvres. Il en résulte deux conséquences graves. La manœuvre peut se prolonger indéfiniment quand la voie principale est très fréquentée, d'où pertes de temps, ou bien, et c'est là qu'est le véritable danger, les agents, pour réduire l'importance des retards dans la manœuvre, ont la fâcheuse tendance, de prescrire trop tôt l'effacement des disques des voies principales, ce qui peut causer des catastrophes. Pour remédier à cet état de choses, on a multiplié les dispositifs d'enclanchements, mais ces installations deviennent de plus en plus compliquées et coûteuses à mesure que la distance entre les appareils augmente, et il a fallu recourir à des dispositifs électriques. L'auteur décrit un verrou électrique employé depuis de longues années sur les chemins de fer de l'État français et en donne quelques exemples d'application. — Ces systèmes sont plus ou moins compliqués, c'est pour diminuer cette complication que M. J. Forestier a proposé un système de son invention que l'auteur expose avec une grande netteté dans « Le Génie civil ». Nous renvoyons à notre confrère pour l'étude très intéressante du procédé de M. J. Forestier. — H. C.

621.311.73. — Appareil ou commutateur électrique ; The Shafer Decker Co, États-Unis d'Amérique. *Brevet français n° 482 101*, demandé le 22 juin 1916, délivré le 21 novembre 1916, publié le 22 février 1917, 1350 mots, 5 fig. — L'objet de l'invention est un commutateur électrique dont l'emploi principal prévu se rapporte aux véhicules automobiles pour libérer le moteur de toute charge à sa mise en route. — Le commutateur se compose d'un cylindre isolé électriquement et garni à l'intérieur de couronnes alternativement isolées et conductrices, reliées aux différentes parties du circuit à connecter ; à l'intérieur du cylindre et dans un bain d'huile jouant le rôle d'amortisseur électrique et mécanique, se déplace un piston mobile formé de deux colliers possédant une perforation pour le passage de l'huile et un ressort de rappel ; ce piston sert à établir le contact entre les anneaux conducteurs successifs du cylindre ; il est maintenu en position par un petit pointeau à ressort cédant au mouvement de la tige du piston pendant les manœuvres. — J. D.

621.311.73. — La fabrication des tambours de commande ; R.-K. Shield. *Electrical Review*, 1er juin 1917, t. LXXX, p. 590-592, 1600 mots, 5 fig. — Extérieurement, la plupart des tambours de commande utilisés dans les tramways, les grues électriques, et, d'une façon générale, dans les applications industrielles se ressemblent étroitement ; mais une variété presque infinie de connexions électriques peut être introduite par des modifications du tambour. — L'article donne des détails pratiques sur la construction de ces tambours. — A. B.

625.142.4. — Voie de tramway ou de chemin de fer posée sur longrines en béton armé. *Génie civil*, 19 mai 1917, t. LXX, p. 392, 300 mots, 4 fig. — Notre confrère « Le Génie civil » décrit un nouveau système de support pour voie ferrée dû à l'ingénieur italien M. O. Valeri et appliqué sur le chemin de fer secondaire d'Asti-Altavilla. — Les traverses sont supprimées et remplacées par des sabots en béton armé disposés sous chaque file de rail et perpendiculairement à l'axe de la voie. Sur ces sabots reposent, par l'intermédiaire de rouleaux, des longrines en ciment armé ; le rail est fixé sur les longrines ; deux tasseaux en bois séparent le rail de la longrine. Une tige relie entre elles les longrines successives ; deux tirants empêchent chaque longrine de basculer. Enfin l'écartement de la voie est maintenu au moyen de barres filetées, placées au milieu de l'intervalle de deux longrines. — Les résultats ont été satisfaisants et le système, d'après son inventeur, permettrait d'assurer et de maintenir le nivellement de la voie. — H. C.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.2. — Transmission télégraphique multiplex sur les câbles sous-marins ; George O. Squier. *Journal of the Franklin Institute*, mai 1917, t. CLXXXIII, p. 575-578, 1 000 mots, 2 fig. — Le système préconisé par l'auteur est caractérisé par les deux particularités suivantes : emploi du courant alternatif et emploi de deux câbles séparés, l'un étant exclusivement réservé à la transmission, l'autre à la réception. Une station équipée pour l'expédition simultanée de trois dépêches comprendra trois circuits locaux, travaillant chacun à une fréquence déterminée, soit 6, 8 et 10 p : sec. La difficulté réside dans le réglage qui doit être tel, par exemple, que le courant à 6 p : sec n'aille pas troubler les postes voisins et inversement. A la réception, on installe également trois circuits affectés chacun à l'une des émissions. Il paraît que ce dispositif élimine complètement les perturbations exercées par le transmetteur local sur le récepteur et qui se manifestent toujours plus ou moins dans la transmission duplex. Comme conséquence, il permet d'utiliser des galvanoscopes et des simplificateurs beaucoup plus sensibles. — B. C.

654.4 : 629.113. — Le transport automobile des poteaux télégraphiques. *Electrical World*, t. LXIX, n° 21,

Digitized by Google

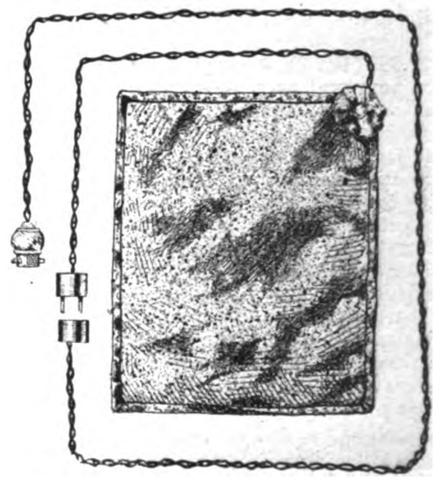
FABRIQUE D'APPAREILS DE CHAUFFAGE PAR L'ÉLECTRICITÉ

GEORGE FOX, Ingénieur-Électricien breveté, **24, rue Victor-Hugo, LYON**

Cataplasme Électrique

Appareil souple et léger. **Recommandé par les sommités Médicales** pour le traitement des : **Rhumatismes, Lumbago, Sciatique, Crampes, Indigestions, Congestions, Rhumes, Douleurs intercostales, Maux de dents, etc., etc.**

Il se livre avec taie en flanelle lavable.



DIMENSIONS :	CONSOMMATION :	PRIX :
10 × 25 c/m	20 watts	frs 24
15 × 15 c/m	20 —	— 22
25 × 32 c/m	40 —	— 36
30 × 40 c/m	50 —	— 48
40 × 20 c/m	70 —	— 46
20 × 70 c/m (ceinture)	50 —	— 64

TOUTE AUTRE DIMENSION SUR DEMANDE

Indiquer le voltage désiré. — Remise aux Électriciens et Revendeurs.

LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE · MARQUE · CABLES · APPAREILS TÉLÉPHONIQUES · DÉPOSÉE · FONDÉE EN 1889 · 46 AVENUE DE BRETEUIL · PARIS

« LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE »

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE UN MILLION

Ancienne Maison G. ABOILARD et Cie

Téléphones { SAXE 07-14 / — 07-03 } **PARIS, 46, Avenue de Breteuil, PARIS** *Adresse télég.* : MICROPHONE-PARIS

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT

APPAREILS TÉLÉPHONIQUES

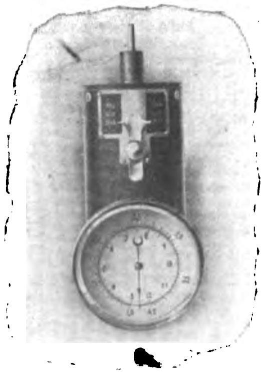
Pour réseau de l'État et pour réseaux privés

CABLES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES

TABLEAUX COMMUTATEURS à batterie centrale intégrale, admis sur le réseau de l'État

SYSTÈME AUTOMATIQUE ET SEMI-AUTOMATIQUE

Modèles spéciaux pour Usines, Mines, Chemins de fer, Tramways, Immeubles, Hôtels, etc.



JAMES JAQUET S. A.

BALE (SUISSE)

TACHYMÈTRES

Indicateurs de Vitesse.

TACHOSCOPES. — COMPTEURS DE TOURS

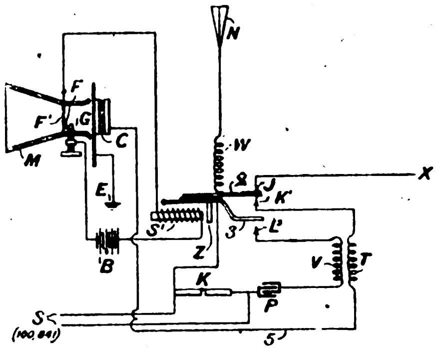
Digitized by Google

26 mai 1917, p. 1 015, 100 mots. Des essais effectués par la Compagnie des télégraphes et téléphones de Nouvelle-Angleterre il résulte que le transport automobile effectue le même travail que le transport par chevaux en un temps six fois moindre. Pendant une durée de cent quinze heures de travail réparties sur douze jours le tracteur automobile a parcouru 710 km. La dépense a été légèrement inférieure à 17,7 cents par kilomètre. Le même travail effectué par des chevaux aurait demandé soixante et onze jours et la dépense aurait été de 69 cents par kilomètre. En outre, le transport automobile permet le transport simultané du personnel, ce qui évite les pertes de temps. — G.

654.4 : 621.33. — Essais effectués pour analyser et combattre les troubles occasionnés dans les lignes télégraphiques de la vallée du Rhône par le courant de la ligne de traction de Lötschberg ; Markus Dumermuth. *Elektrotechnische Zeitschrift* du 25 janvier 1917, 5 500 mots, 22 fig. — Depuis la mise en service de la ligne de traction électrique de la Lötschberg, toutes les lignes télégraphiques aboutissant à Brig présentaient des perturbations très sérieuses. Lorsqu'un train passait dans la section du tunnel entre Brig et Hothen, les communications téléphoniques étaient rendues par moment impossibles, sur les lignes télégraphiques aboutissant à Brig. L'inspection générale des télégraphes des « Schweizerischen Bundesbahnen » fit entreprendre des essais d'abord pour déterminer la nature des perturbations et ensuite les mesures les plus appropriées pour supprimer ces perturbations ou au moins pour les atténuer considérablement. L'auteur décrit dans l'article les différentes mesures à l'oscillographe effectuées sur les lignes télégraphiques établies le long de la voie ferrée des « Schweizerischen Bundesbahnen ». Ces lignes étaient toutes unifilaires avec retour par la terre. Les conclusions de ces essais furent les suivantes. Les perturbations dans les lignes télégraphiques de la S. B. B. dans la vallée du Rhône entre Brig et Sion sont bien dues à l'influence de la ligne de traction du Lötschberg. Ces perturbations atteignent leur maximum lors du départ d'un train de Brig et diminuent d'intensité au fur et à mesure que le train s'éloigne de cette station; elles disparaissent complètement lorsque les trains dépassent Hothen. Ces perturbations sont surtout occasionnées par des phénomènes électrodynamiques d'induction. Les courants telluriques créés par la chute de tension dans les rails n'entrent que pour un sixième environ dans la perturbation totale. Pour diminuer l'intensité de ces phénomènes, on a supprimé la prise de terre à Brig et on a transporté cette prise au moyen d'une canalisation isolée par rapport à la terre à un endroit déterminé dans la direction de Sion, c'est-à-dire, dans la partie où se manifestaient les troubles. De cette manière, les courants parasites induits dans les fils se compensent en tout ou en partie suivant la distance entre la nouvelle prise de terre et la station de Brig. En installant une telle prise de terre à Visp, les courants parasites dans la section Sion-Brig étaient diminués de moitié; grâce à l'installation d'une nouvelle prise de terre à Gampeler, ils étaient diminués de 85 pour 100, enfin, grâce à l'installation d'une prise de terre à Turtman, les courants parasites disparurent presque complètement. — E. P.

654.6. — La téléphonie aux Etats-Unis ; *Génie civil*, 20 janvier 1917, t. LXX, p. 44-46, 2 fig., 3 100 mots.

654.25. — Système de téléphonie sans fil ; L. de Forest, New-York. *Brevet anglais n° 100 841*, 7 juillet 1915, 2 fig. Bibliographié dans *Engineering*, 1 juin 1917, t. CIII, p. 336. — Cette invention est relative à l'emploi du coupleur automatique avec le téléphone sans fil, l'appareil étant normalement dans la position de réception et étant émis dans cette position lorsque les sons cessent de parvenir. N est l'antenne du système radiotéléphonique, comprenant un oscillateur k associé à une capacité P et une inductance V ; J, k_1 sont les extrémités d'un circuit destiné à être intercalé dans le circuit de l'antenne N par un bras conducteur 2 : l'extrémité J est mis dans le circuit avec le détecteur par le fil X, l'extrémité k_1 est en circuit avec la bobine de transformateur T et avec un microphone dont l'autre contact porte un diaphragme connecté à la terre C. Lorsque le levier 2 est en contact avec k_1, le circuit antenne-terre passe par l'inductance W, le levier 2, le contact k_1, la bobine T, le microphone et la terre C, c'est la disposition de transmission. Si le levier 2 est en contact avec J, l'antenne est reliée au dispositif récepteur. En pratique le levier 2 est normalement en contact avec J, l'antenne est reliée au dispositif de réception, un dispositif automatique mis en action par les ondes acoustiques ou par le souffle de la parole coupe le contact de 2



654.24. — Schéma.

avec J et établit le contact avec k_1. Le fonctionnement de l'appareil entier a lieu comme suit : « l'ensemble étant dans la position de réception, la personne recevant la communication, pour répondre sans avoir à manipuler, agissant ainsi sur F', provoquant le contact de F et de G, qui ferme le circuit du relais S, lequel attire l'armature Z et coupe le contact 2 de la ligne X allant à l'appareil de réception, et complétant le circuit de l'antenne allant au microphone par le bras 2, le contact k_1, le diaphragme et la terre C, et en même temps au moyen du bras 3 et de contact L_1 fournissant le courant oscillant nécessaire par les conducteurs S et les enroulements du transformateur V T. On voit que si la conversation cesse, les contacts F et G se séparent ouvrant le circuit de relais S_1 permettant aux commutateurs 2 et 3 de revenir à la position de réception indiquée sur la figure.

654.25. — Sur la détermination calorimétrique des pertes d'énergie dans un transmetteur radiotélégraphique ; B. Washington et P.-H. Royster. *Proc. Inst. Radio, Eng.*, 1916, t. IX, p. 499, *Elettrotecnica*, 15 juin 1917, t. IV, p. 321, 400 mots.

654 25. — La télégraphie sans fil en Chine. *E. T. Z.*, n° 19, 10 mai 1917, p. 261, 100 mots. D'après la *Zeitschrift für Post und Telegraph* de Vienne, t. XXIV, 1917, p. 32. — Le gouvernement chinois a fait établir plusieurs stations radiotélégraphiques de diverses puissances au Nord le long des côtes, et au Sud dans les environs de Pékin, Tien-Tsin, Hankaou, Shanghaï et Hoi-Hao. Le poste de Canton est relié à 12 sous-stations réparties sur le territoire de la province et une école de télégraphie a été créée dans cette ville. — G.

Digitized by Google

MATÉRIEL DE TRACTION

ÉQUIPEMENT DE TRAMWAYS

C. DELACHAUX

32. QUAI DE SEINE _ St OUEN _ (SEINE) _ TELEPHONE : MARCADET 04-23

Constructions Électriques et Mécaniques

UNIS FRANCE

Legendre Frères

Ingénieurs A et M

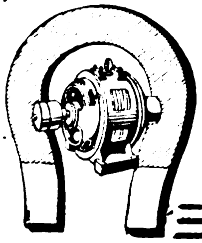
37, rue Saint-Fargeau, 37. — PARIS (20e)

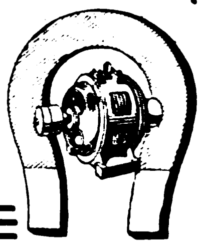
Adresse télégr. : *Legfrer Paris.*

Téléph. *Roquette* 27-26 — 27-36

Moteurs électriques

A COURANTS CONTINUS ET ALTERNATIFS





Dynamos

Groupes Convertisseurs

Démarreurs — Rhéostats — Disjoncteurs

Installations Complètes.

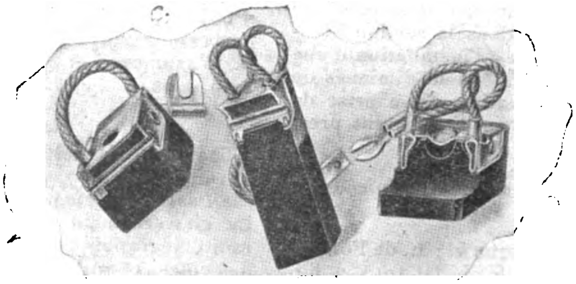
BALAIS EN CHARBON

graphite et alliage

CHARBONS ÉLECTROGRAPHITIQUES

(Procédés Girard et Street

ANNEAUX-JOINTS DE VAPEUR



CHARBONS pour MICROPHONES

Piles de tous systèmes

Z"" CARBI""LACOMBE"

LE CARBONE 12 & 33, rue de Lorraine. — Levallois-Perret

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

MESURES ET ESSAIS

535.24. — Photométrie hétérochromatique. *Electrical World*, t. LXIX, n° 23, 9 juin 1917, p. 1117-1118, 1000 mots. — La photométrie est aujourd'hui une science d'une grande précision et, dans certains cas, quelques dixièmes pour 100 sont considérés comme une quantité importante. Cependant cette précision n'est obtenue que dans des cas très favorables, particulièrement lorsque les lumières comparées sont de la même couleur; dès que la mesure s'effectue sur des lumières de colorations différentes, les erreurs atteignent facilement 2 pour 100. De la discussion des procédés utilisés pour ces mesures, il résulte que seuls les photomètres à éclat peuvent convenir. (*Electrical World*, t. LXVII, 19 février 1916, p. 415.) Les travaux du Bureau of Standards (*Scientific Paper* n° 299 : An average eye for heterochromatic photometry, and Comparison of a flicker and an equality of brightness photometer) ont confirmé la nécessité du choix systématique des opérateurs pour les mesures hétérochromatiques de précision. La méthode proposée par Ives et Kingsburg paraît convenir, du moins pour des différences de coloration correspondant à celles de leurs essais. Au point de vue de la précision des mesures, la photométrie à éclat donne de meilleurs résultats, même pour de faibles différences de coloration. En ce qui concerne les résultats relatifs pour des sources ayant une forte intensité dans le bleu, les valeurs obtenues au photomètre à éclat diffèrent de celles obtenues au photomètre Lummer et Brodhun. Un des faits fondamentaux intéressant la photométrie est la variation de visibilité de la lumière avec la longueur d'onde. Ce phénomène a été étudié également par le Bureau of Standards (Coblentz et Emerson : Relative sensibility of the average eye to light of different colors, and some practical applications to radiation problems). La détermination d'une courbe de visibilité nécessite la mesure de l'énergie de radiation repartie dans le spectre. Les travaux des auteurs sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Visibilité relative moyenne des différentes radiations.

Longueurs d'onde en microns.	Visibilité en pour 100.	Longueurs d'onde en microns.	Visibilité en pour 100.
0,40	0,010	0,58	0,898
0,41	0,017	0,59	0,800
0,42	0,024	0,60	0,687
0,43	0,029	0,61	0,557
0,44	0,033	0,62	0,427
0,45	0,041	0,63	0,302
0,46	0,056	0,64	0,194
0,47	0,083	0,65	0,115
0,48	0,125	0,66	0,065
0,49	0,194	0,67	0,034
0,50	0,316	0,68	0,018
0,51	0,503	0,69	0,0085
0,52	0,710	0,70	0,0040
0,53	0,862	0,71	0,0020
0,54	0,954	0,72	0,0010
0,55	0,994	0,73	0,0005
0,56	0,998	0,74	0,0003
0,57	0,968	0,75	0,0002

Les nombres portés dans ce tableau sont les moyennes des résultats obtenus par 125 observateurs. Les mesures ont été faites au moyen d'un photomètre à éclat sur une surface soumise à un éclairement de 50 bougies-mètre observé au moyen d'une pupille artificielle. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Ives et Kingsburg.

P. G.

531.733. — Le compteur Venturi pour les liquides, les vapeurs et les gaz; C. GARIBALDI. *Elettrotecnica*, 15 juillet 1917, t. IV, p. 366-372; 6500 mots, 2 fig. — L'auteur donne la théorie du compteur Venturi pour un fluide élastique dans les deux hypothèses où les variations de pression s'effectuent à température constante et à chaleur constante. Considérant ensuite l'action des frottements, il donne les moyens de l'évaluer dans les opérations d'étalonnage du compteur. La méthode a été appliquée à des compteurs à eau et à air à basse pression et à des pressions d'environ cinq atmosphères. Les conclusions sont les suivantes : 1° le compteur Venturi peut donner, comme les ampèremètres en électricité, le facteur d'intensité dans une conduite d'eau, de vapeur ou de gaz; 2° l'étalonnage du compteur est très simple, qu'il s'agisse d'un liquide ou d'un fluide élastique.

621.317.3. — Voltmètre électrostatique portatif; E.-R. WOLCOTT. *Electrical World*, 19 mai 1917, t. LXIX, p. 972, 600 mots, 1 fig. — L'auteur donne la description d'un voltmètre électrostatique portatif dérivant de l'électromètre à anneau de garde de Kelvin, qu'il utilise à la mesure des hautes tensions appliquées à la précipitation électrique des poussières et des fumées. Comme l'indique la figure, le disque d'attraction D, qui est la partie principale de l'appareil, est suspendu au-dessus du fléau d'une balance dont on règle l'équilibre par la vis S. Pour effectuer une mesure, on suspend en W un poids de 500 mg et par la vis S, on affleure les niveaux supérieurs du plateau D et de l'anneau de garde G. On enlève le poids W et D descend jusqu'au contact avec la vis d'arrêt T. On réunit alors le plateau P, suspendu à l'extrémité d'un cordonnet de soie, à la source dont on veut mesurer la tension et on l'abaisse par le bouton H jusqu'à ce que le plateau D ait affleuré le plan supérieur de G, ce qu'indique l'aiguille du fléau de la balance. On mesure alors par l'index I la distance entre D et P. On a tous les éléments nécessaires à l'application de la formule qui donne la tension de charge du plateau P, c'est-à-dire $e = 300d\sqrt{\frac{8\pi m g}{\pi r^2}}$ dans laquelle on exprime par : e la tension en unités électromagnétiques; d la distance en centimètres entre P et G; m la masse en grammes du poids ajouté en W; g l'accélération de la pesanteur en cm : sec : sec r le rayon du disque ou plateau D en centimètres; 300 la constante de transformation des unités électrostatiques en unités électromagnétiques. L'auteur a appliqué cette formule à un appareil dans lequel m est égal à 500 mg, $r = 3,8$ cm et il en déduit que, par centimètre de distance entre les plateaux D et P, la tension e est de

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

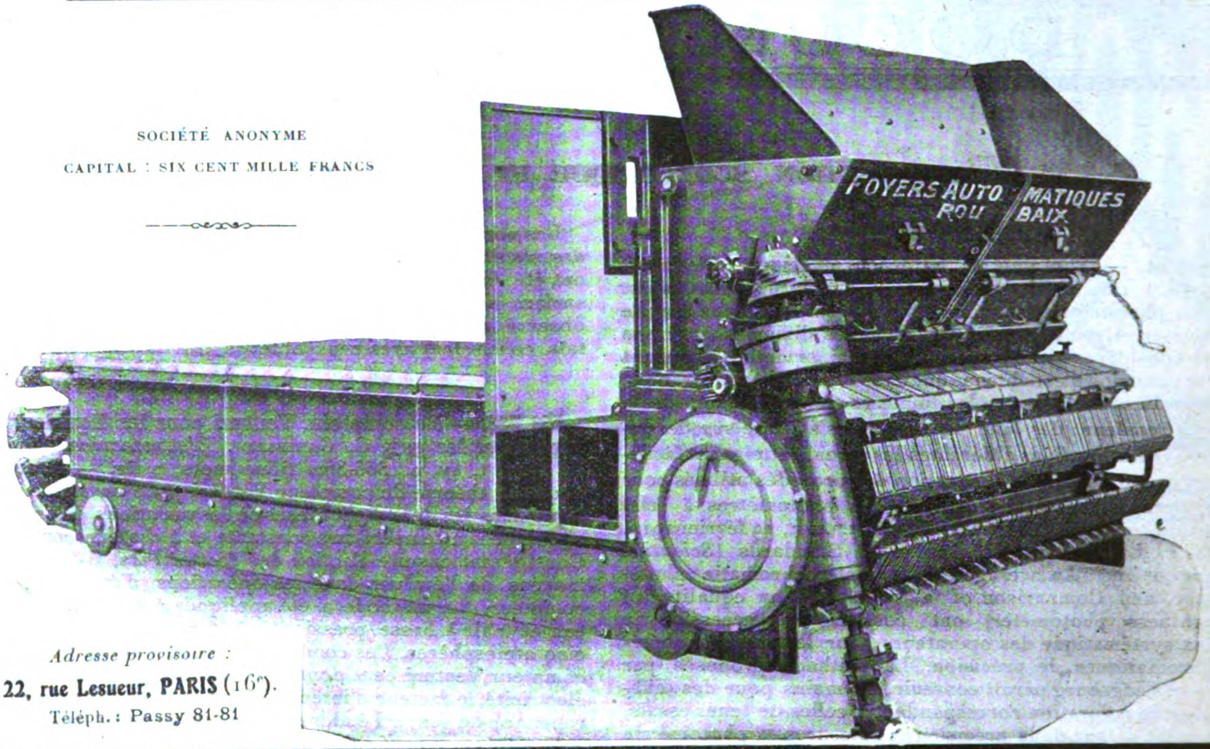
Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

FOYERS AUTOMATIQUES — ROUBAIX

SOCIÉTÉ ANONYME

CAPITAL : SIX CENT MILLE FRANCS



Adresse provisoire :

22, rue Lesueur, PARIS (16e).

Téléph. : Passy 81-81

Marque de Fabrique

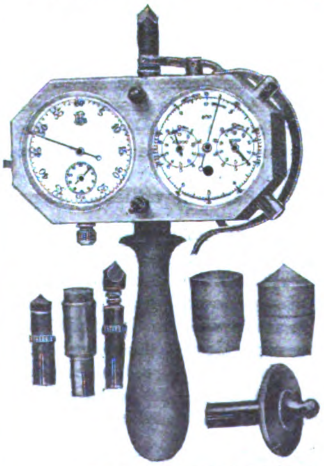
Ateliers de Construction d'Instruments — de précision —

OTTO BILAND

St-IMIER (Suisse)

Maison exclusivement suisse, fondée en 1906.

Médaille d'Or — Exposition Nationale Suisse, Berne, 1914



TACHYMÈTRES

Tachoscopes et Compteurs de Tours

MONTRES

pour les

USAGES TECHNIQUES

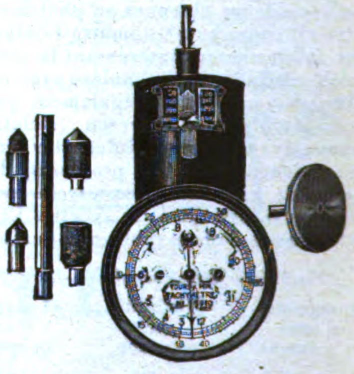
APPAREILS GRAPHIQUES

POUR LES

RECHERCHES MÉDICALES

ET

PHYSIOLOGIQUES



REPRÉSENTANT GÉNÉRAL POUR LA FRANCE

DES

TACHYMÈTRES " BILAND "

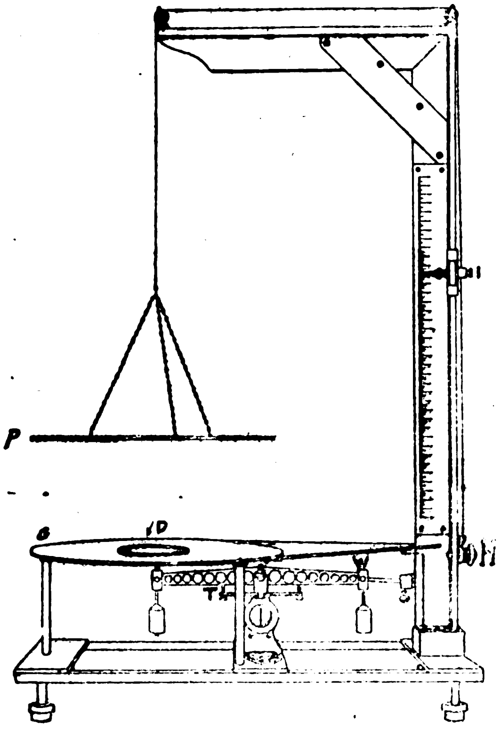
ZIVY & Cie,

29, rue de Naples, PARIS-8e.

FABRICATION DE COMPTEURS SPÉCIAUX SUR DEMANDE

Digitized by Google

$e = 300\sqrt{\frac{8 \times 0,5 \times 980,6}{14,5}} = 4935$ v. Les diamètres du plateau P et de l'anneau de garde peuvent être plus grands que la distance maximum qui les sépare. Pour une tension



621.317.3. — Voltmètre électrostatique portatif.

de 100 000 v. quand $d = 20$ cm, le plateau P a un diamètre de 25 cm environ. La justesse de l'instrument dépend uniquement de celle de la balance qui peut être construite pour donner une lecture à moins de 1 pour 100. — J. D.

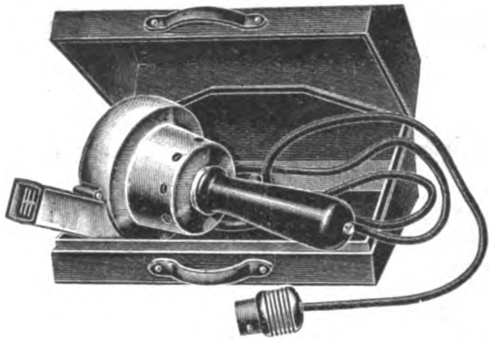
620 124.5. — Un instrument nouveau pour l'étude des arbres de machines. Le torsiographe; J. Geiger. *Zeits Vereines Deutsch. Ing.*, 30 septembre et 10 octobre 1916. *Science Abstracts*. 30 avril 1917, p. 131. — La plupart des pièces de machines ou de véhicules sont sujettes à des oscillations circulaires (en plus des oscillations verticales et horizontales) et il est important d'en connaître la fréquence et l'amplitude. Pour enregistrer ces oscillations, il suffit de fixer le disque de la bande par une vis à ailettes et de déplacer le papier au moyen du mouvement d'horlogerie. L'instrument peut être employé dans n'importe quelle position; des oscillogrammes, insérés dans le texte original, montrent sa sensibilité — Sur les navires il est rendu possible de dire si les vibrations observées proviennent de la machine, des hélices ou d'autre part; s'il y entre des oscillations circulaires ou des oscillations transversales, et, si ces dernières existent, où se trouvent les nœuds et les ventres. L'appareil peut être appliqué à déterminer les irrégularités périodiques ou autres caractéristiques des machines motrices. — De nombreuses courbes insérées concernent des recherches sur les conditions dynamiques des arbres de transmission. Jusqu'ici, on avait l'habitude de considérer l'arbre donnant un angle de torsion, déterminé par le diagramme du couple, et affecté d'une façon inappréciable par l'élasticité de l'arbre. La contrainte de torsion dans l'arbre était calculée statiquement pour la position de la manivelle correspondant au couple maximum; ce dernier était considéré comme s'il agissait en permanence sur l'arbre stationnaire. Cette supposition était acceptable dans les vieilles machines à faible vitesse; elle a persisté jusqu'à ce jour à cause surtout de l'absence d'instruments d'investigation convenables. Des « torsiogrammes » montrent que, dans le cas d'un moteur Diesel à 3 cylindres avec volant et dynamo accouplée, l'irrégularité angulaire est la plus grande à la dynamo et la plus petite à la pompe d'air; ceci est exactement le contraire de ce qu'on aurait pu attendre, et montre clairement l'importance de l'élasticité de l'arbre : le groupe tournait à faible vitesse et avait un gros arbre. Dans un autre cas, en changeant la vitesse d'un groupe Diesel-2 cylindres-4 temps-alternateur, de 158 à 142 t : min, on provoqua l'établissement de résonance; le torsiogramme correspondant montre une onde par tour à la vitesse la plus grande et un harmonique de fréquence triple à la vitesse inférieure; dans les deux cas respectifs, la déviation s'élevait à ± 2° et ± 7 1/2°, cette dernière variation étant fort capable de produire un tremblement fâcheux dans les lampes alimentées par l'alternateur. Plus le nombre de cylindres du moteur est grand, plus la vitesse est grande, plus l'élasticité de l'arbre devient un facteur important. — Dans le cas d'un moteur à 6 cylindres, directement accouplé, des essais au torsiographe ont révélé l'existence de 6 vitesses critiques comprises entre 200 et 400 t : min, deux d'entre elles étant dangereuses : à la plus dangereuse, la force entretenant la vibration était un harmonique sixième; à l'autre vitesse, c'était le neuvième. Un torsiogramme pris à l'extrémité de l'arbre de la dynamo accouplée montra qu'une contrainte extrême de ± 1 435 kg : cm² alternait 41 fois par seconde. Ceci montre la grande importance de la manière d'être élastique de l'arbre, si court soit celui-ci. Jusqu'ici, on a supposé qu'il y avait 6 oscillations principales pour chaque double révolution d'un moteur à 4 temps à 6 cylindres. Ceci n'est pas vrai à n'importe quelle vitesse. Des diagrammes de couple se rapportant à de semblables moteurs présentent des sinusoïdes représentant des forces alternant 3, 6, 9, etc. fois par révolution, mais non des forces alternant 4 1/2, 4, 3 1/2, ou 2 1/2 fois par révolution : cependant, il existe des oscillations de ces fréquences, dues au fait que les forces agissant dans les cylindres ont différents effets sur les oscillations angulaires de l'arbre. On doit tenir compte de toutes les forces représentées par les diagrammes de couple des cylindres respectifs; une force de torsion plus ou moins grande se développe quand on marche à une vitesse critique : une force de 1 000 kg : cm² est commune, mais on cite un cas dans lequel l'effort de torsion fut de 3 900 kg : cm² alterné 45 fois par seconde. Puisque l'acier ne résiste pas à 1 500 kg : cm² après 1 million d'alternances de la charge, le risque de rupture, dans le cas considéré, est évident. La plupart des ruptures d'arbres sont probablement dues à des causes similaires. Les investigations au torsiographe permettent de déterminer l'existence et le degré de toutes les vibrations; il est nécessaire d'éliminer les plus dangereuses et raisonnable d'éliminer aussi les autres, parce que même une faible résonance peut provoquer des efforts *alternatifs* de deux fois la valeur de l'effort supposé par le constructeur dans une direction unique. — P. V.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.43.00.14. — L'amélioration du fonctionnement thermique et organique des moteurs à explosion et à combustion; L.-Pierre Guédon. *Génie civil*, 7 juillet 1917, t. LXXI, p. 810. 3 000 mots, 7 fig. — Depuis le début de l'emploi des moteurs à explosion on s'est efforcé d'utiliser une partie des calories perdues dans les gaz d'échappement et dans les parois des cylindres. Les moyens qu'on a proposés et utilisés dans ce but sont principalement l'injection d'eau et la double expansion. On a même cherché à utiliser les calories perdues en employant un ensemble compresseur-moteur à air, qui absorbait la chaleur perdue par le moteur à explosion actionnant ce compresseur, et la rendait sous forme de travail; cette disposition supprimait dans les automobiles l'embrayage, le changement de vitesse et de

Digitized by Google

APPAREILS
pour MASSAGE VIBRATOIRE
SÈCHE-CHEVEUX



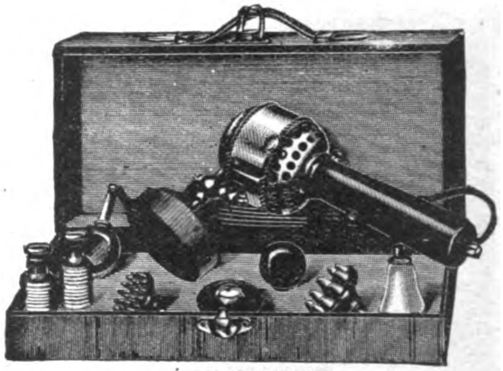
SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

Téléph. Gutenberg 47-80. *Télég.* Caspir-Paris.



ÉLECTRO-MASSEUR

Digitized by Google

marche, et réglait le moment-moteur, l'addition des nouveaux organes se trouvait donc en partie compensée. Mais jusqu'ici ces différents systèmes n'ont reçu aucune application pratique. Cependant, il semble qu'avec les dispositions que l'auteur décrit : injection d'eau, double expansion « en parallèle » et division de la puissance qui sont applicables à tous les genres de moteurs à explosion ou à combustion, on pourrait obtenir à la fois le maximum pratique du rendement thermique et une amélioration importante du fonctionnement mécanique. — La double expansion n'a été proposée jusqu'ici que sous la forme « en tension » qui est celle des moteurs à vapeur compound avec réservoir intermédiaire. L'auteur montre que cette disposition ne peut convenir aux moteurs à explosion et à combustion sans l'addition d'un système de balayage après quelques actions motrices. Au contraire, la double expansion « en parallèle » avec injection d'eau, non seulement assure la détente complète des gaz, mais encore, toutes choses égales d'ailleurs, abaisse la pression d'explosion ou de combustion et, par suite, diminue la fatigue des divers organes mécaniques du

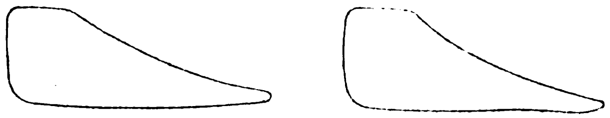


Fig. 1.

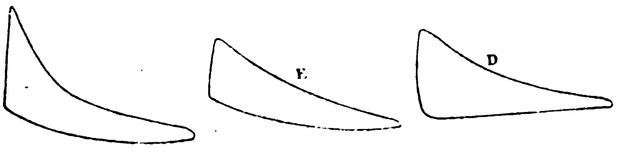


Fig. 2.

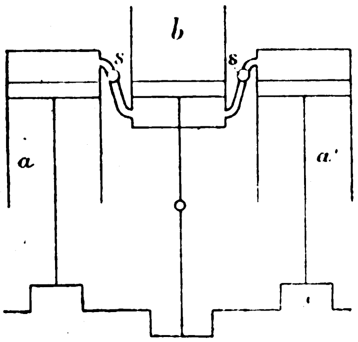


Fig. 3.

621.43 : 00.14. — Fig. 1. Diagramme des deux cylindres d'un moteur à double expansion « en parallèle ». — Fig. 2. Comparaison entre le diagramme d'un moteur actuel et les diagrammes d'un moteur à double expansion en parallèle et à injection d'eau. E diagramme du cylindre à explosion ; D diagramme du cylindre de détente. — Fig. 3. Schéma d'un moteur à double expansion en parallèle possédant deux cylindres à explosion a et a' et un cylindre de détente b.

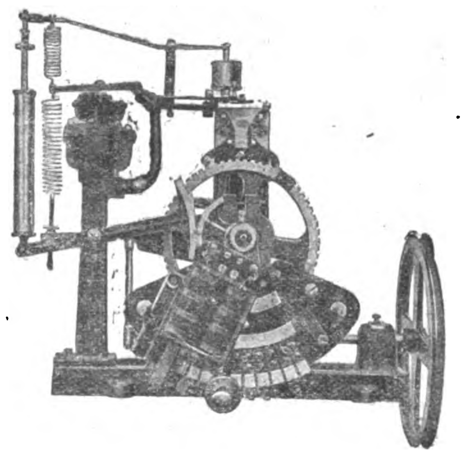
moteur. La figure 1 montre le diagramme d'un tel moteur, et la figure 2 la différence de fonctionnement d'un moteur à explosion actuel et du même moteur muni d'injection d'eau et de la double expansion en parallèle. La figure 3 indique une disposition équilibrant complètement les pressions sur les paliers. Enfin, en augmentant le nombre d'actions motrices, on diminue la fatigue du moteur et adoucit son fonctionnement. — L'injection d'eau est indispensable ; en effet, si on utilisait la double expansion seule, on serait forcé, comme cela a lieu avec les moteurs actuels, de refroidir ce moteur, d'où perte de calories. Ce refroidissement sera réalisé sans pertes si on a recours à une injection d'eau, cette eau refroidira le moteur en absorbant les calories nécessaires à sa vaporisation, et la vapeur produite les rendra sous forme d'énergie mécanique, de plus, cette vapeur en se condensant à la fin de la détente, cédera sa chaleur latente de vaporisation aux gaz et augmentera ainsi leur volume et par suite leur travail. Il s'agira donc de combiner l'injection d'eau et la double expansion de façon que les gaz d'échappement soient à une pression et à une température aussi voisines que possible de la pression et de la température extérieures. On pourrait compléter le système en entourant le cylindre d'une chemise d'eau dans laquelle on puiserait l'eau nécessaire à l'injection, les pertes par parois seraient, elles aussi, réduites au minimum, et on atteindrait ainsi le rendement thermique maximum. — Examinons maintenant comment les dispositions ci-dessus pourraient être réalisées dans la pratique. L'injection d'eau pourrait se faire à l'aide d'une pompe à débit variable ; la quantité d'eau à admettre serait à déterminer aux essais, cependant, d'après l'auteur, on peut a priori la prendre à quatre à cinq fois la quantité de combustible. L'injection se fera pendant la compression, elle se vaporisera donc pendant la durée de celle-ci ; au moment de l'explosion, une soupape (fig 3) chargée par un ressort à une pression légèrement supérieure à celle de la fin de la compression, s'ouvrira, et mettra le cylindre à explosion en communication avec le cylindre de détente, le volume du cylindre de détente sera un peu plus grand que celui du cylindre à explosion. La soupape sera maintenue ouverte par une came pendant toute la durée de la détente pour réaliser l'égalité constante de pression dans ces deux cylindres. — On peut remarquer que le cylindre de détente ayant un fonctionnement à deux temps, on pourra l'utiliser pour un deuxième cylindre à explosion, et ainsi on aura, avec 3 cylindres, 4 actions motrices par 2 tours de manivelle (fig. 3). — Les dispositions qui précèdent donnent entière satisfaction pour les moteurs ayant à effectuer un travail constant. Mais il n'en serait plus de même pour ceux qui ont à effectuer un travail très variable comme les moteurs d'automobiles. L'auteur décrit les dispositions particulières qu'il faudrait prendre dans ce cas. — Il termine en résumant les avantages de ce nouveau système : couple moteur beaucoup plus régulier, possibilité de surcharge, suppression des changements de vitesse, diminution de poids, disparition du radiateur et absence de bruit, ces deux derniers points étant très importants pour les moteurs d'aviation. — H. C.

621.434. — Le moteur Diesel de grande puissance ; Ernest Coustet. *La Nature*, 21 juillet 1917, t. XL, p. 33-36, 1 900 mots, 4 fig. — L'auteur décrit un moteur de 4 500 ch construit par la maison Sulzer frères.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.364.3. — Chauffage électrique de l'eau adapté à des installations de chauffage central ; O. Hasler. *Schweizerische Bauzeitung*, t. LXVIII, p. 187. — Le chauffage électrique de l'eau se pratique actuellement couramment dans le réseau de la station centrale de Zurich pendant l'été. Cette usine d'électricité, comme la plupart des stations centrales suisses, a beaucoup moins de charge en été qu'en hiver ; comme, d'autre part, la puissance disponible en eau dans les chutes est plus grande en été que dans la période froide, la station de Zurich a établi un tarif spécial d'été permettant d'utiliser avantageusement le courant électrique pour le chauffage de l'eau et de concurrencer à ce point de vue l'emploi du charbon et du gaz. La figure 1 représente schématiquement la disposition adoptée. Le radiateur électrique est branché au moyen de deux raccords en T sur la canalisation conduisant au serpentin du réservoir à eau chaude. Quand on veut allumer la chaudière du chauffage central, on ferme le robinet V_s, on ouvre le robinet V_w. Le radiateur électrique est mis hors circuit à l'aide de son tableau de distribution. Lorsqu'on veut éteindre la chaudière et utiliser le courant électrique comme moyen de

Digitized by Google



Régulateur automatique pour électrode de four.

Ateliers H. CUÉNOD

SOCIÉTÉ ANONYME

GENÈVE-CHATELAINE

MACHINES & APPAREILS MÉCANIQUES & ÉLECTRIQUES

SPÉCIALITÉS :

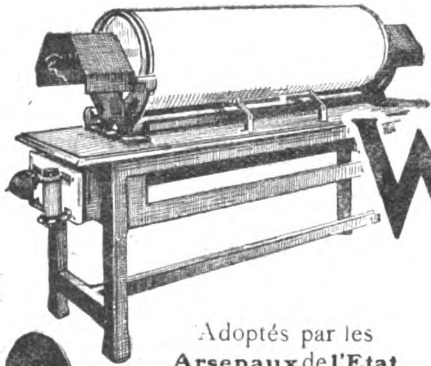
Régulateurs automatiques

SYSTÈME R. THURY

RÉGULATEURS AUTOMATIQUES EXTRA-RAPIDES

Nombreuses applications au réglage de tension, d'intensité, de puissance, de vitesse; Réducteurs automatiques d'accumulateurs; Survolteurs-dévolteurs de batteries à réglage automatique; Transformateurs survolteurs-dévolteurs automatiques; Appareils d'induction survolteurs-dévolteurs automatiques; Réglage automatique d'électrodes de fours; Réglage automatique du niveau de réservoirs; Réglage automatique de pression d'air ou de gaz; Réglage automatique de défibreurs.

Transformateurs à air libre et à bain d'huile. — Moteurs électriques industriels. — Moteurs électriques pour automobiles. Générateurs à haute tension pour courant continu. — Asservissements système R. Thury pour chemins de fer électriques.



Avec

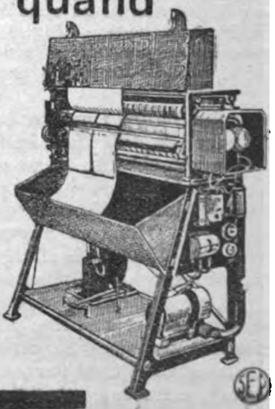
Les Appareils WESTINGHOUSE Cooper Hewitt

Adoptés par les **Arsenaux de l'Etat** et la plupart des **Grandes Usines** déjà éclairées par le même système

n'importe qui
tire des **BLEUS IMPECCABLES**
n'importe où
n'importe quand

Avec la plus grande RAPIDITÉ la plus grande FACILITÉ ÉCONOMIQUEMENT

Demander notre Tarif 249.



THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT C° L^TD

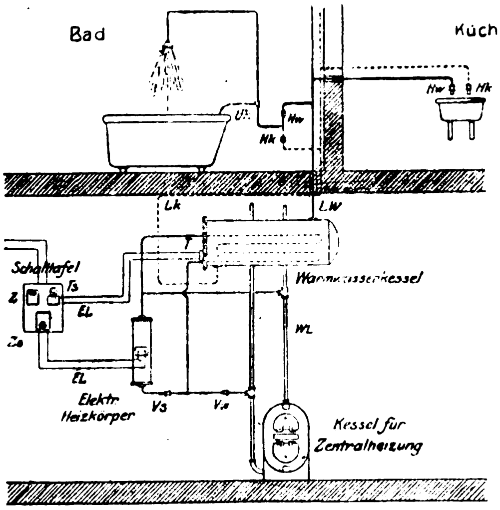
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewittlight-Suresnes.*

USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE **SURESNES, près PARIS** 11, Rue du Pont.

TÉLÉPHONE WAGRAM 86.10

Digitized by Google

chauffage, on fait l'inverse, on ouvre le robinet V_s, on ferme le robinet V_w, on met le radiateur en circuit au moyen de l'interrupteur principal et on règle la pendule à interruption automatique. Cette dernière a pour mission à la fois d'interrompre le courant automatiquement pendant les heures ou les époques où la station ne permet pas d'utiliser le courant électrique pour le chauffage de l'eau et de produire automatiquement la mise en circuit ou hors circuit du radiateur suivant la température indiquée par le thermomètre à contact placé dans le réservoir à eau chaude. On peut simplifier cette installation en plaçant directement le radiateur électrique dans le réservoir à eau chaude, ce qui exige évidemment une construction spéciale de ce réservoir, mais conduit à une installation moins chère et à une diminution de pertes calorifiques. A Zurich, les radiateurs électriques sont branchés directement sur le réseau triphasé 500 v. Pour actionner le relais de verrouillage et le relais de coupure à temps, on utilise un petit moteur ali-



621.364.3. — Disposition pour la production électrique de l'eau chaude en parallèle avec une installation de chauffage central.

Bad = bain; Küche, = cuisine; Schalttafel = tableau de distribution; Warmwasserkessel = réservoir à eau chaude; Elektr. Heizkörper = radiateur électrique; Kessel fur Zentralheizung = chaudière pour le chauffage central.

menté sous 100 v par un petit transformateur. Ce moteur peut être mis sous courant, d'une part, par le système de relais à temps de la pendule, et, d'autre part, par l'interrupteur thermique T_s. Dans les deux cas, il actionne l'interrupteur principal établi dans la pendule automatique. La grandeur des réservoirs à eau chaude varie évidemment suivant la quantité d'eau demandée. Pour une maison habitée par une famille composée de six à huit membres, avec deux salles de bains, il suffit d'un réservoir de 300 à 400 l et d'un radiateur de 3 à 4 kw. Pour des maisons à une famille, plus grandes, avec trois salles de bains, ou pour des maisons à deux familles, il faut des réservoirs à eau chaude de 500 à 600 l et des radiateurs de 4,5 à 5,5 kw. Le courant est vendu à forfait en été à raison de 10 fr : kw branché. — Les pendules automatiques et les verrouillages électriques sont construits par la Société Ghielmetti de Berne et sont loués par la Société d'électricité de Zurich au prix annuel de 18 fr. — E. P.

621.364.5. — La cuisine électrique en remplacement ou comme complément de la cuisine au gaz, dans la période actuelle; *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, février 1917, t. VIII, 2000 mots. — Le secrétariat général de l'Association suisse des Electriciens vient d'adresser aux *centrales suisses d'électricité* une circulaire concernant la cuisine électrique. Nous allons analyser cette circulaire. — Le manque de charbon a conduit la Suisse à adopter des restrictions assez rigoureuses en ce qui concerne l'emploi du gaz pour la cuisine, il a donc fallu substituer l'électricité au gaz pour cet emploi, mais la cuisine électrique nécessite des connaissances spéciales. — Actuellement, on sait assez mal choisir les appareils de cuisson et utiliser l'énergie électrique qu'ils consomment. Il semble à l'Association suisse des Electriciens que les simples plaques électriques chauffantes, sur lesquelles on place les ustensiles de cuisine ordinaires valent mieux, dans les circonstances actuelles, que les appareils électriques spéciaux tels que bouilloires électriques, marmites électriques, etc. La plaque électrique a de nombreux avantages, elle coûte peu et est aujourd'hui extraordinairement résistante, elle permet l'emploi d'une batterie de cuisine quelconque et ne demande aucune manipulation nouvelle et délicate, contrairement aux bouilloires électriques, marmites électriques; elle supporte presque indéfiniment la marche à vide sans aucune détérioration; d'autre part, elle présente l'avantage que toute la matière première nécessaire à sa fabrication se trouve en Suisse tandis que celle nécessaire à la fabrication des autres appareils ne s'y trouve qu'en quantité fort limitée. — En outre, il est à craindre que, si on ne procède pas méthodiquement et rationnellement en ce qui concerne la distribution d'énergie électrique pour la cuisine, les réseaux de distribution, déjà chargés à fond, ne deviennent surchargés à un tel point qu'il en résulterait des chutes de tension absolument inadmissibles pour l'éclairage. Pour cela, il conviendra de n'installer chez les petits ménages qu'une seule plaque de puissance en watts plutôt faible, ce qui permettra d'utiliser sans modifications les installations intérieures actuelles et diminuera les frais; chez les ménages relativement grands, la cuisine électrique ne devra être considérée que comme complément à la cuisine au gaz et il faudra n'y installer que des plaques de 750 à 1 000 w, voire au plus 1 200 w, l'emploi des plaques de 300 à 400 w n'étant pas à recommander, car elles ne peuvent jouer que le rôle de réchauds. Même avec les plaques de 750 à 1 000 w, on devra s'habituer à cuire plus lentement qu'avec le gaz. — L'Association suisse des Electriciens recommande aux entreprises de distribution d'électricité de livrer surtout le courant pour la cuisine pendant les heures du jour et de le réduire autant que possible aux heures d'éclairage pour éviter les surcharges. En tous les cas, le courant pour la cuisine devra être tarifé en tenant compte des heures d'emploi, l'énergie livrée dans ce but devra être payée à un prix plus élevé aux heures d'éclairage. Dans le cas de la livraison du courant à forfait, il faudra que le prix corresponde à la puissance maximum de l'appareil (kw). Ce prix ne pourra être bas que là où l'emploi de l'appareil est rendu impossible aux heures d'éclairage au moyen d'un commutateur lumière-cuisine. — L'emploi de l'autocuiseur est tout désigné pour réaliser de sérieuses économies, tout en permettant d'avoir des plats chauds aux heures des repas du soir, la cuisson préliminaire ayant été exécutée pendant l'après-midi, soit au gaz, soit à l'électricité. — Ces recommandations se terminent en attirant l'attention des entreprises d'électricité sur les « boilers » électriques d'une capacité de 15 à 20 l, construits pour des puissances de 100 à 160 w qui resteront, après ces temps difficiles, des consommateurs d'électricité très avantageux, tant pour les centrales que pour les abonnés. — H. C.

Digitized by Google

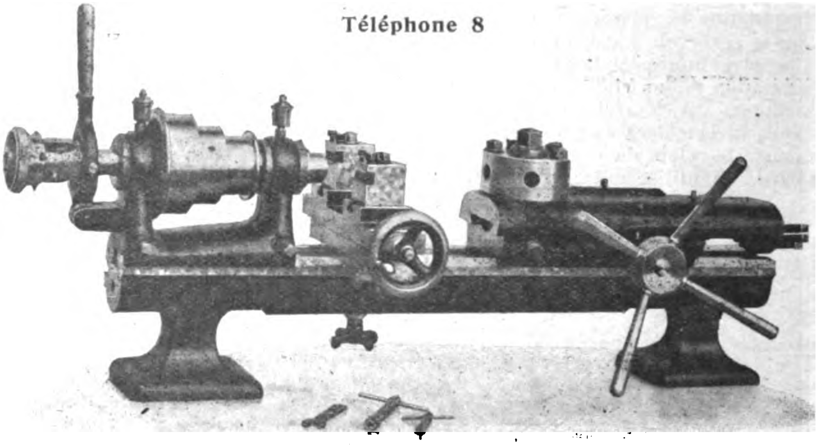
Albert Voumard

Ingénieur-Constructeur

Tramelan (Suisse)

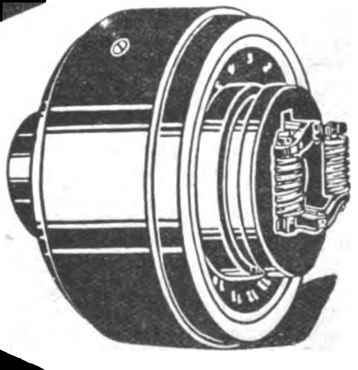
Téléphone 8

CONSTRUCTION SOIGNÉE



CONSTRUCTION SOIGNÉE

Tour revolver à 5 outils.



EMBRAYAGE BENN

Invention anglaise, breveté S. G. D. G.

SIMPLE
BON MARCHÉ
DURABLE
DOUX
PROGRESSIF
SANS CHOC

WYSS & C^IE, SELONCOURT (DOUBS)

Contacts électriques en Tungstène

PLUS EFFICACES ET BEAUCOUP MEILLEUR MARCHÉ QUE LE PLATINE

Recommandés pour l'emploi dans les appareils à Rayons X, les Bobines d'Induction, les Manipulateurs de Télégraphie et toutes constructions analogues demandant une fréquente création et interruption de courant électrique.

Indiqués également dans les Moteurs à Gaz, Contrôles de circuit et tout autre emploi similaire.

DEMANDER RENSEIGNEMENTS

L. P. S. ELECTRICAL COMPANY, 14, Howick Place, Westminster, LONDRES

Adresse télégraphique : *Engineyor, Sowest, London.*

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

627.1 (063). — Sur les travaux de la section économique du deuxième Congrès de la Houille blanche; R. de la Brosse, ingénieur des Ponts et Chaussées. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 213-222, 3 500 mots. — Dans cette note, l'auteur, en qualité de président de la section économique, donne un aperçu des travaux de cette section.

627.11. — Du rôle des réservoirs dans la régularisation des cours d'eau; I. Wilhelm, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 223-237, 7 000 mots. — Le premier chapitre est consacré au *régime des cours d'eau*. L'auteur y fait remarquer que pour les cours d'eau de la région alpestre le débit des plus basses eaux est en moyenne de 5 à 6 l : km² de bassin, le débit moyen de 20 à 25 litres, le débit des plus fortes crues cinquante à cent fois celui des basses eaux. Ce régime très variable ne se concilie pas avec les besoins industriels. — De là l'*utilité des réservoirs*, qui est envisagée dans le second chapitre, où M. Wilhelm signale quelques-uns des nombreux barrages qui ont été exécutés tant en France qu'à l'étranger pour l'alimentation des canaux, l'alimentation des villes, l'irrigation, enfin pour les besoins industriels. — Le chapitre suivant étudie *le régime à adopter pour le fonctionnement d'un réservoir*. Les règles à adopter dérivent de deux conceptions très différentes : maintenir le débit tiré du réservoir à son maximum autant que cela est possible, ou bien ne jamais descendre au-dessous d'un certain minimum de débit. La première solution peut conduire à fonctionner pendant une période plus ou moins longue avec des débits très réduits qui ne seront autres que les débits naturels du cours d'eau; elle permet de mieux utiliser les hautes eaux, mais risque de ne pas améliorer beaucoup le régime des basses eaux et a pour conséquence certaine de n'apporter aucune amélioration aux étiages les plus faibles. Dans l'autre solution, les précautions que l'on devra prendre pour éviter un épuisement prématuré de la réserve peuvent avoir pour résultat que les crues de printemps surviendront avant que le réservoir ne soit vide; on aura donc une moins bonne utilisation de l'énergie disponible. Toutefois, l'auteur donne la préférence à cette dernière solution qui a l'avantage, fort appréciable dans la plupart des industries, de toujours fournir une puissance supérieure à celle qui correspond aux plus basses eaux. — L'auteur passe ensuite à l'*étude économique* de la question. Il rappelle que les frais de premier établissement ressortent au moins à 0, 10 fr : m³ de capacité utile, qu'ils sont souvent de 0,15 fr à 0,25 fr et ont parfois atteint 0,75 fr à 1 fr. Pour que la chute créée par le barrage ait une valeur industrielle sérieuse, il faut qu'elle ne descende jamais au-dessous d'une certaine limite, en d'autres termes que le réservoir ne soit jamais vidé au-dessous d'une certaine cote : M. Wilhelm propose de limiter l'utilisation à une tranche d'eau représentant 40 à 50 pour 100 de la hauteur de la retenue, ce qui permet de conserver au réservoir une capacité utile de 75 à 80 pour 100. Mais cette utilisation industrielle ne couvrira pas en général l'intérêt et l'amortissement des frais de premier établissement; il conviendrait donc que, dans l'intérêt public, l'État intervienne dans les dépenses de construction : il récupérerait ensuite le sacrifice ainsi fait en prélevant des redevances sur les intéressés d'aval. — Le chapitre V est consacré à l'*examen de quelques cas particuliers*. Après avoir rappelé l'exemple bien connu du lac de Genève, celui de la régularisation partielle du Breda et de la régularisation du cours supérieur de la Têt, il examine la régularisation du régime de la Durance par le barrage de Serre-Ponçon et les barrages du Verdon, en résumant l'étude très complète qu'il a faite de cette question et qu'il a exposée dans son ouvrage *La Durance*. — Parmi les *conclusions* nous reproduisons les suivantes : « La régularisation des cours d'eau, dans la mesure où il est possible de la réaliser par la construction de réservoirs, apparait comme une œuvre de la plus haute utilité. — Elle doit avoir pour principal objet l'aménagement de nos ressources en houille blanche par l'amélioration du régime des cours d'eau, amélioration qui se traduira par une augmentation du débit utilisable et du coefficient d'utilisation, c'est-à-dire par une augmentation de la production d'énergie dans les usines et une diminution de son prix de revient. — Le régime commandé par les besoins de l'industrie comportera une atténuation plus ou moins sensible de la plupart des crues, et sera favorable à la navigation et à l'irrigation, par l'augmentation des débits d'étiage. — Les réservoirs donnent lieu, principalement pour leur établissement, à des charges considérables dont une partie devra être compensée par l'utilisation de la chute des barrages, une autre partie par les bénéfices à retirer de l'amélioration du régime industriel des cours d'eau, et le surplus, en cas de besoin, par des subventions de l'État ou des collectivités intéressées. — En raison de leur caractère d'intérêt général, ou tout au moins d'intérêt collectif, il est indispensable que l'étude des réservoirs pouvant être établis dans les régions montagneuses de la France soit faite par l'État, et il est désirable que les pouvoirs publics fassent procéder à une étude d'ensemble, pour parvenir ensuite à la réalisation des divers projets dont l'utilité aura été reconnue, soit par l'État lui-même avec le concours des intéressés, soit par voie de concession avec allocation de subventions. »

627.1 + 332.12. — Les banques locales et la houille blanche; G. Charpenay, banquier à Grenoble. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 238-257, 6 500 mots, 9 tab. — Après un historique succinct du rapide développement industriel de la région dauphinoise, l'auteur fait ressortir le rôle important joué dans ce développement par les banques locales. Il énumère les qualités techniques, industrielles, financières, et même pédagogiques qui sont nécessaires au banquier pour faire dériver vers les entreprises locales les contenus des « bas de laine » qui ont trop de tendances à se précipiter dans les entreprises de l'étranger. Puis il donne les tableaux des capitaux recueillis par diverses banques de la région, Banque Charpenay et C^ie^ de Grenoble, Banque du Dauphiné de Grenoble, Banque privée de Lyon et Grenoble, Banque E.-M. Cottel et C^ie^ de Lyon, Banque Jacquier et C^ie^ de Lyon, Banque commerciale d'Annecy, Banque Berchoud père et fils de la Rochette. D'autres tableaux indiquent les capitaux investis en actions et obligations par les sociétés industrielles du Dauphiné et de la Savoie. De leur ensemble résulte que, en chiffres ronds, les entreprises de distribution d'énergie électrique ont absorbé 80 millions en actions et 110 millions en obligations, les sociétés d'électrochimie et d'électrométallurgie 77 et 40 millions, les industries diverses 37 et 35 millions, soit au total 377 millions dont 193 en actions et 184 en obligations, dont certainement plus de la moitié ont été recueillis et fournis par les banques dauphino-savoisiennes. — L'auteur insiste sur les difficultés de toutes sortes qu'ont rencontrées ou rencontrent ces sociétés dans leur formation ou leur développement : entraves des « barreurs de chutes », appetits gargantuesques des conseils municipaux et de l'État. Comme preuve de l'importance des impôts, taxes, etc. qui frappent ces sociétés, l'auteur cite quatre exemples : une société au capital de 2 000 000 fr actions et 3 000 000 fr obligations et ayant fait 724 445 fr de recettes en 1913 a payé 52 075 fr d'impôts, soit 2,6 pour 100 du capital et 7,4 pour 100 des recettes; pour une seconde, à capital plus important, la proportion a été de 1,8 pour 100 du capital et 13,06 pour 100 des recettes; pour les deux dernières les proportions ont été de 2,7 et 3,2 pour 100 du

Digitized by Google

LE CARBONE

Société Anonyme au Capital de 2.800.000 francs. — Ancienne Maison LACOMBE & Cie.

12 et 33, rue de Lorraine, à LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Spécialité de BALAIS EN CHARBON et COMPOSÉS GRAPHITE et CUIVRE POUR DYNAMOS

CHARBONS ÉLECTROGRAPHIQUES (Procédés Girard et Street)

Anneaux pour joints de vapeur.

CHARBONS POUR MICROPHONES PLAQUES ET CYLINDRES

PILES DE TOUS SYSTÈMES

Piles " Z " et " CARBI " — Piles " LACOMBE " — Pile sèche " HUDSON "

CD

MATÉRIEL DE TRACTION

ÉQUIPEMENT DE TRAMWAYS

C. DELACHAUX

32. QUAI DE SEINE_St OUEN_(SEINE)_TELEPHONE: MARCADET 04-23

Constructions Électriques et Mécaniques

Legendre Frères

UNIS FRANCE

Ingénieurs A et M

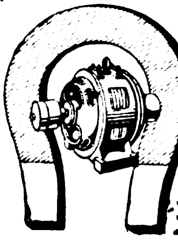
37, rue Saint-Fargeau, 37. — PARIS (20e)

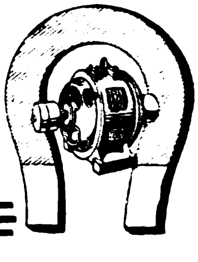
Adresse télégr.: *Legfrer Paris.*

Téléph. *Roquette 27-26*
— *27-36*

Moteurs électriques

A COURANTS CONTINUS ET ALTERNATIFS





Dynamos

Groupes Convertisseurs

Démarreurs — Rhéostats — Disjoncteurs

Installations Complètes.

Digitized by Google

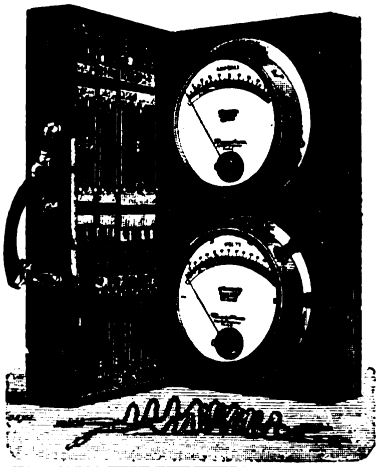
capital et 8,6 et 8,2 pour 100 des recettes. — Aussi l'auteur conclut-il que le Congrès émette un vœu où, à la suite de divers considérants montrant, d'une part, l'intérêt national du développement de l'utilisation des chutes d'eau, d'autre part, les entraves qui sont trop souvent apportées à ce développement par les communes et l'Etat, se trouvent formulées les revendications suivantes : « que l'Etat et les communes intéressées facilitent et favorisent, chacun en ce qui le concerne, la création de toutes chutes nouvelles et le développement des industries qui les utilisent, notamment : 1° en simplifiant et accélérant les démarches et formalités du début et les décisions des administrations compétentes : agriculture, travaux publics, finances, etc... ; 2° en réduisant au strict minimum compatible avec les ressources nécessaires au budget de l'Etat et la possibilité pour l'industriel de vivre et de prospérer, les impôts et taxes de toutes natures dont sont frappées les entreprises de houille blanche, notamment en exonérant, pendant les premières années d'exploitation — trois à cinq ans, par exemple — ces entreprises, de certaines taxes ou redevances telles que les droits de contrôle, droits pour lignes téléphoniques, redevances par cheval, etc... ; 3° pour les communes, en fixant à des taux rationnels et raisonnables le prix de cession de leurs droits de riverainetés, de passages et autres, et en abaissant notablement le montant des redevances qu'elles demandent actuellement par cheval résultant de leurs droits cédés. »

351.793. — De l'intervention de l'Etat dans le développement économique de la houille blanche; Ducrest, ancien élève de l'Ecole polytechnique, ingénieur à Grenoble. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. II, p. 258-281, 11 300 mots. — L'auteur commence par rappeler qu'il y a deux conceptions du *rôle économique de l'Etat* : celui de l'école socialiste d'après laquelle l'Etat doit se substituer dans la plus large mesure aux associations d'individus et celle de l'école libérale qui entend limiter au strict nécessaire l'intervention de l'Etat. — Se rangeant à ce dernier point de vue, M. Ducrest examine les *points sur lesquels l'Etat peut intervenir pour favoriser le développement de la houille blanche*, intervention qui se manifeste sous deux formes : la forme législative et la forme économique proprement dite ou forme active ; cette dernière le portant fatalement à empiéter sur le rôle de l'initiative privée, elle devra être extrêmement prudente. Elle doit se traduire, dans le cas de la houille blanche par : un inventaire de nos richesses hydrauliques, une législation et une réglementation ayant toute l'élasticité voulue, un effort constant sur la conservation et l'accroissement du patrimoine national. — A propos de l'*inventaire des forces hydrauliques*, l'auteur rappelle l'origine de la création du « Service d'études des grandes Forces hydrauliques » et donne un compte rendu sommaire des travaux accomplis par ce Service. — Comme complément logique de cet inventaire, M. Ducrest demande l'*établissement d'un programme rationnel d'utilisation des forces hydrauliques*. Par quelques exemples (usine d'Allemont de la Société hydro-électrique de l'Eau d'Olle, usine de l'Argentière-la-Bessée, sur la Durance, de la Société électro-métallurgique française, etc.), il montre qu'il serait présomptueux et plutôt nuisible de vouloir dresser à l'avance pour tous les cours d'eau des programmes rigides d'utilisation. La question ne se pose donc pas d'une intervention légale ou administrative de l'Etat sur les cours d'eau du domaine privé en vue d'assurer l'exécution d'un programme déterminé pour leur mise en valeur. Pour les cours d'eau du domaine public, cette action pourra, au contraire, être assez efficace puisque l'Etat est maître de choisir entre les différents projets qui lui sont présentés pour la mise en valeur de ces cours d'eau. — *L'intervention de l'Etat en vue de favoriser le reboisement et le regazonnement des pentes*, examinée ensuite par l'auteur, peut être également des plus efficaces ; il en est de même de son *intervention en vue de favoriser la création des réservoirs* et de son *intervention pour accélérer la mise en œuvre des forces hydrauliques naturelles*. — Dans un dernier paragraphe l'auteur s'occupe des *usines hydrauliques de l'Etat*, surtout au point de vue de la vente des résidus d'énergie de ces usines supposées créées dans un but déterminé tel que l'électrification des chemins de fer. On peut craindre, en effet, que l'Etat, avec ses droits et ses privilèges, avec tout son organisme administratif et même technique payé sur le budget, vienne faire une concurrence désastreuse aux industriels. Toutefois, il semble que sur ce point le texte de la loi du 23 mars 1914 approuvant la convention du 19 février 1913 entre l'Etat et la Compagnie des chemins de fer du Midi pour la vente des excédents d'énergie donne quelque tranquilité pour l'avenir. Mais le danger reparaît dans les projets d'établissement sur le bas Rhône des canaux d'irrigation où se trouve prévue la création d'usines hydrauliques dont une partie de l'énergie serait employée au pompage de l'eau d'alimentation des canaux et dont la plus grande partie serait vendue aux particuliers. — En terminant, l'auteur formule les conclusions suivantes que nous reproduisons textuellement : « 1° il serait extrêmement utile que toutes les usines hydro-électriques possèdent une station de jaugeages sur laquelle seraient faites des observations journalières. Ces observations devraient être communiquées au Service d'études des grandes Forces hydrauliques ; 2° le Service d'études des grandes Forces hydrauliques devra être étendu progressivement à toutes les régions de la France ; 3° les observations relatives à la pluviométrie, à la nivométrie, et d'une manière générale, toutes les observations météorologiques éparses dans diverses publications devront être rassemblées par le Service d'études des grandes Forces hydrauliques en vue d'être comparées à l'évolution des cultures, forêts et pâturages dans les divers bassins ; 4° l'Etat devra encourager les études d'ensemble faites sur l'utilisation rationnelle des eaux d'un bassin, soit par les ingénieurs de l'Administration, soit par des particuliers ; 5° l'Etat doit favoriser la mise en œuvre immédiate et aussi rapide que possible de toutes nos forces hydrauliques ; 6° en vue de faciliter et de hâter la solution de toutes les questions administratives soulevées par la mise en œuvre des forces hydrauliques, il serait utile de créer un organe interministériel seul chargé de l'examen de ces questions ; 7° la législation des lignes électriques de transport de force devrait être revisée en vue de faciliter leur établissement ; 8° l'utilisation des résidus des usines d'Etat doit être réglementée en vue d'éviter toute concurrence nuisible au développement des usines privées exploitant des usines non monophasées. »

627.1 + 351.714.1. — Des charges financières qui grèvent les forces hydrauliques privées et celles qui sont concédées par l'Etat, les départements ou les communes ; Ch. Lépine, ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur délégué de la Société hydro-électrique du Fure et Morge et de Vizille. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. I, p. 282-291, 4700 mots. — En dehors des contributions et patentes qui grèvent d'une façon générale les forces motrices hydrauliques, qu'elles soient privées ou domaniales, les charges financières qui grèvent les forces motrices privées sont constituées par les prix d'acquisition des droits d'eau ou de riveraineté et par le prix d'achat des droits d'appui du barrage et des droits de passage et d'installation des ouvrages destinés à l'aménagement de la chute. Dans le cas des forces motrices domaniales concédées par l'Etat, les départements ou les communes, les frais d'acquisition des droits d'eau ou de riveraineté sont remplacés par des redevances imposées par la concession. L'auteur recherche quelles doivent être ces redevances pour qu'elles correspondent aux charges financières qui grèvent les forces motrices privées pour les droits d'eau ou de riveraineté. — Bien que l'évaluation de ces dernières soit rendue difficile par la variation d'une usine à l'autre des nombreux facteurs qui influent sur elles, on peut admettre, d'après divers exemples, que le prix d'acquisition des droits d'eau dans les Alpes françaises coûte de 20 à 40 fr par poncelet de la puissance brute de la chute ;

Digitized by Google

CHAUVIN & ARNOUX,



CAISSE DE CONTRÔLE

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

186 et 188, rue Championnet

PARIS, (XVIII^e^)

Télégraphe : Elecmesur-Paris

Téléphone : Marcadet 05-52

Hors Concours : Milan 1906.

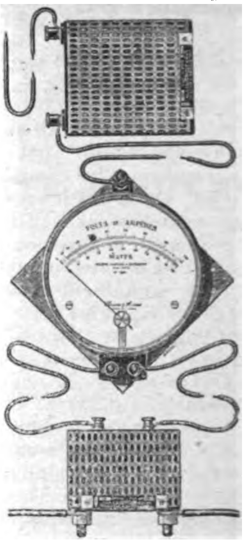
Grands Prix : Paris 1900; Liége 1905; Marseille 1908; Londres 1908; Bruxelles 1910; Turin 1911; Bruxelles 1912; Gand 1913.

Médailles d'Or : Bruxelles 1897; Paris 1899; Paris 1900; Saint-Louis 1904.

INSTRUMENTS

Pour toutes mesures électriques.

DEMANDER L'ALBUM GÉNÉRAL



VOLT-AMPÈRE-WATTMÈTRE

Ateliers Ruhmkorff

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

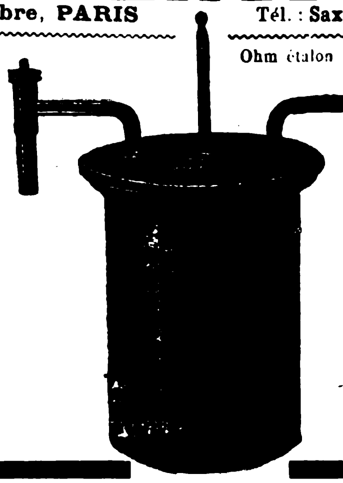
J. CARPENTIER

20, rue Delambre, PARIS — **Tél. : Saxe 05-65**

MESURES ÉLECTRIQUES

ETALONS — BOITES DE RÉSISTANCES — POTENTIOMÈTRES
Ponts de Wheatstone. — Ponts de Thomson.
GALVANOMÈTRES de tous systèmes. — OSCILLOGRAPHES
AMPÈREMÈTRES — VOLTMÈTRES — WATTMÈTRES
de tous systèmes, pour courants continus ou alternatifs.
MODÈLES DE TABLEAUX — MODÈLES DE CONTROLE
BOITES DE CONTROLE — ENREGISTREURS
ÉLECTROMÈTRES pour toutes tensions jusque 200.000 volts
PHASEMÈTRES — FRÉQUENCEMÈTRES
Appareils à deux aiguilles. — Logomètres.
OHMMÈTRES : Installation de mesures d'isolement
APPAREILS POUR LES ESSAIS MAGNÉTIQUES DES FERS
PYROMÈTRES ÉLECTRIQUES, INDICATEURS ou ENREGISTREURS
Modèles à couple thermo-électriques et à résistances.

Ohm étalon



COMPAGNIE DE CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

Société anonyme. — Capital : 200.000 francs.

44, rue du Docteur-Lombard. — ISSY-LES-MOULINEAUX (Seine)

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

Système « BT », breveté S. G. D. G.

Pour courants alternatifs, monophasés et polyphasés

**Agréés par l'État, les Villes de Paris, Marseille, Grenoble, etc.
Employés par la Compagnie Parisienne d'Électricité, les Secteurs de la Banlieue et les principales Stations de Province.**

Plus de 500.000 appareils en service

LIMITEURS D'INTENSITÉ pour Courants continu & alternatif

Transformateurs de Mesure — Compteurs horaires

UNIS FRANCE

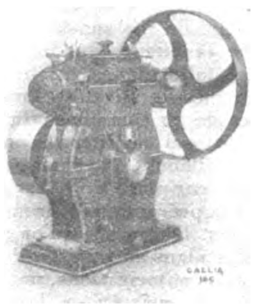
Digitized by Google

l'auteur admet un prix moyen de 30 fr. La charge financière annuelle est donc, en comptant l'intérêt à 5 pour 100, de 1,50 fr; il n'y a d'ailleurs pas à prévoir d'amortissement puisque le possesseur d'une chute située sur le domaine privé est indéfiniment propriétaire de ses droits d'eau. — La redevance annuelle à exiger d'un concessionnaire ne devrait donc pas dépasser 1,50 fr par poncelet de la puissance brute de la chute; encore devrait-elle être plus faible car il convient d'en retrancher l'amortissement des installations qui font retour à l'Etat en fin de concession. — Jusqu'ici aucune règle n'a été adoptée pour le calcul de cette redevance. Aussi, dans la crainte de ne demander aux industriels qu'une redevance trop faible, les administrations s'abstiennent prudemment de la fixer et laissent dormir des demandes en concession depuis 7 et 8 ans, voire même 13 ans. Ces méthodes administratives sont préjudiciables aux intérêts de l'Etat qui se trouve privé des impôts et contributions qu'eussent payés ces entreprises, et dont la valeur moyenne est de 12 à 13 fr : ch de puissance installée. Comme les concessions en suspens portent sur une puissance de 500 000 à 600 000 ch, c'est une somme de 7 à 8 millions que perd annuellement l'Etat. — Parmi les diverses propositions qui ont été faites pour réglementer les redevances, M. Lépine donne la préférence à celle qui établit une taxe par kilowatt-heure d'énergie produite dans l'usine concédée et il calcule ce que doit être cette taxe pour qu'elle corresponde à la charge annuelle de 1,50 fr par poncelet de puissance brute qui grève les entreprises utilisant des chutes privées ; il trouve que cette taxe ne doit pas dépasser 46 millièmes de centime par kilowatt-heure si l'on ne tient pas compte de l'amortissement, et 31 millièmes de centime si on en tient compte. Il admet de plus que l'Etat pourrait exiger une participation de 15 pour 100 sur le montant des dividendes distribués au delà de 6 pour 100 donné aux actions, et, pour éviter que l'Etat intervienne dans la détermination des amortissements et réserves, il admet encore que, en cas de liquidation de la société exploitante, il touche 15 pour 100 du reliquat disponible après remboursement du capital. — M. Lépine examine le cas où l'Etat, les départements et les communes sont possesseurs de droits de riveraineté sur les rivières non navigables et non flottables du domaine privé. Aucune taxe bien définie n'est appliquée à la location de ces droits. Il serait à souhaiter que l'Etat intervînt pour la fixer en s'inspirant des remarques précédentes. — Dans ses conclusions, l'auteur demande en outre que les demandes de concessions déposées aux divers ministères soient instruites dans le plus bref délai, et que la durée des concessions soit suffisamment longue pour permettre aux concessionnaires d'amortir les dépenses d'aménagement, et ne soit, en aucun cas, inférieure à 75 ans. — J. R.

627.1 + 719.1. — Des progrès économiques et profits locaux auxquels les vallées de montagne peuvent légitimement prétendre par l'utilisation de leurs forces hydrauliques et de la protection de leurs sites naturels; Paul GIROD, directeur général des Aciéries et Etablissements Paul Girod. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. II, p. 292-312, 5 000 mots, 7 vues photographiques, 6 tab. — Les communes ont souvent tendance à imposer des redevances très élevées et à exiger la consommation sur place de l'énergie hydraulique captée. Ces exigences empêchent souvent la réalisation des entreprises projetées. Aussi l'auteur se propose-t-il de montrer que, sans redevances exagérées et bien que l'énergie produite soit transmise hors de la commune, celle-ci tire de larges profits de la création d'une entreprise sur son territoire; il examine ensuite quelles précautions devraient prendre les industriels pour ne pas déprécier la beauté des sites naturels. — Pour cela, l'auteur commence par établir que l'aménagement d'une réserve hydraulique de 5 000 ch donne lieu, pour le budget communal, à une augmentation de recettes variant de 5 000 à 7 500 fr, suivant que l'énergie est transmise au dehors ou consommée sur place. Il donne ensuite un tableau d'après lequel les salaires et impositions payées annuellement par les principales usines de la Savoie s'élèvent respectivement à 5 762 000 fr et 524 070,50 fr; un second tableau indique la répartition du personnel (6 000 à 7 000 ouvriers) entre des diverses usines qui utilisent 304 600 ch et représentent un capital immobilisé de plus de 100 000 000 fr. Quatre autres tableaux font ressortir l'influence des installations hydro-électriques et électrométallurgiques sur le développement économique des communes de Livet-et-Gavet, d'Ugine, de Fayet-Saint-Gervais et de 11 communes du réseau de l'Energie électrique du Littoral méditerranéen. — M. Girod insiste ensuite sur les difficultés techniques qui souvent s'opposent à l'utilisation sur place de l'énergie hydraulique captée. Il passe alors aux précautions à prendre pour la protection des sites naturels. Il rappelle qu'on a proposé dans ce but la soumission des plans au ministre des Beaux-Arts : ce serait, dans l'octroi des autorisations, une nouvelle cause de retards qu'il faut à tout prix éviter. Pour cela, il suffirait que les ingénieurs se préoccupent, plus qu'ils ne l'ont fait, d'adapter leurs constructions au paysage; la chose est possible et les quelques photographies qu'illustrent cette partie du mémoire montrent ce qu'il convient de faire et ce qu'il importe d'éviter. Pour les vallées très fréquentées par les touristes, il conviendrait aussi de maintenir dans le lit de la rivière, pendant certaines époques de l'année et à certaines heures de la journée, un débit suffisant pour animer le paysage; la chose est possible sans difficultés sur les cours d'eau alimentés par les glaciers. — J. R.

627.1 + 63 49.195. — Encouragements aux initiatives privées ou collectives, spécialement en matière de reboisement et de retenue des eaux; Paul DESCOMBES, directeur honoraire de Manufactures de l'Etat président de l'Association centrale pour l'Aménagement des Montagnes. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. I, p. 313-337, 10 000 mots, 3 tabl. — L'Etat, en concédant la faculté d'utiliser les eaux du domaine public, se doit à lui-même de ne pas laisser leur débit s'amoindrir ; cette concession amenant l'Etat à devenir l'associé des concessionnaires pour la création d'un outillage dont il deviendra propriétaire en fin de concession, il lui appartient de ne pas laisser la législation et la réglementation entraver l'utilisation des eaux. — Le régime des eaux courantes est de la plus haute importance pour l'industrie de la houille blanche au triple point de vue de leur abondance, de leur régularité et de leur clarté ; l'auteur montre que les forêts permettent d'influencer favorablement ces trois facteurs. Le rapport de la quantité de pluie tombée en forêt et de celle tombée hors bois est en effet de 100 à 76 d'après les observations faites à Nancy de 1867 à 1899 ; des mesures faites en Allemagne, d'une part, aux Indes, d'autre part, ont donné 112 à 100. En outre la forêt provoque, sous forme de brouillard et de rosée, des condensations importantes. D'un autre côté, il est bien démontré que le reboisement améliore le régime des eaux ; des observations faites dans le Cumberland de 1890 à 1907, période pendant laquelle la surface boisée a diminué de 11 pour 100, montrent en effet que le nombre des jours de crues pendant les années 1899 à 1907 est supérieur de 13 à celui des années 1890 à 1898 et que le nombre des jours de basses eaux est supérieur de 315 ; par contre, des observations faites dans le bassin du Red-River, dont la surface boisée a augmenté de 26 pour 100 de 1892 à 1907, montrent que, pendant les 7 dernières années de cette période, le nombre des jours de crues et le nombre des jours de basses eaux ont été inférieurs respectivement de 27 et de 618 à ceux des 7 premières années. Quant à la clarté des eaux elle est nécessairement d'autant plus grande que le bassin est mieux boisé dans sa partie supérieure. — L'auteur examine ensuite la situation actuelle du problème de reboisement. Dès 1860 une loi, en date du 28 juillet, donnait à l'administration des Eaux et Forêts la mission de reboiser les montagnes ; en 1864 fut promulguée une loi sur le gazonnement ; ces deux lois furent remplacées par celle du 4 avril 1882. L'application de ces lois se heurta aux préventions des montagnards. L'initiative privée chercha à

Digitized by Google



MANUTENTION MÉCANIQUE

TRANSPORTEURS CONTINUS

POUR TOUTE INDUSTRIE

CHAINES EN ACIER — ROUES DENTÉES
PALIERS-TENDEURS & TOUS ÉLÉMENTS DE SÉRIE
RÉDUCTEURS DE VITESSE

Marque " GALLIA-LYON " déposée.

SOCIÉTÉ DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

" GALLIA "

LYON, 13, 15, Chemin Guilloud.

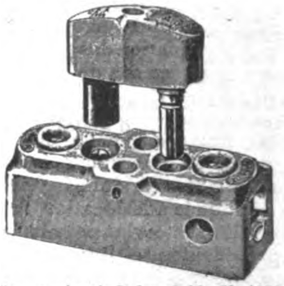
E. BRUMM (E. C. P.), Administrateur-Directeur.

APPAREILLAGE GARDY

SOCIÉTÉ FRANÇAISE GARDY

Siège social à ARGENTEUIL

USINES à : ARGENTEUIL (S.-O).
ESTERNAY (Marne).
BELLEGARDE (Ain).

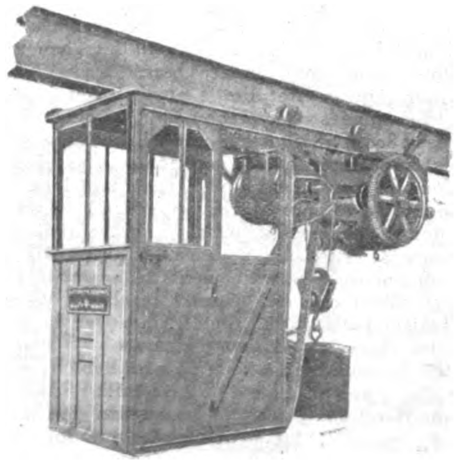


Coupe-circuit Infraudable N° 1350.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
pour BASSE, MOYENNE & HAUTE TENSION

Coupe-circuits, Interrupteurs, Commutateurs.
Prises de Courant, Rosaces, Suspensions, Patères,
Douilles, Appliques, Griffes, Raccords, Réflecteurs, etc.
PORCELAINE : Isolateurs, Poulies, Serre-Fils.
MATIÈRE MOULÉE pour Télégraphie,
Téléphonie, Optique, Automobile, etc.
DÉCOLLETAGE

APPAREILS DE LEVAGE ET DE MANUTENTION



PALANS A MAIN ET ÉLECTRIQUES
— PONTS ROULANTS —

TREUILS ET GRUES

TRANSPORTEURS
par MONORAIL et BICABLES

ATELIERS DIÉMER

9, Quai René-II, NANCY. Tél. : 11-85

Digitized by Google

se faire de ceux-ci des auxiliaires et c'est dans ce but que fut créée à Bordeaux, en 1904, l'Association centrale pour l'Aménagement des Montagnes, puis, à Grenoble, en 1906, l'Association dauphinoise ; les résultats obtenus par ces associations sont encourageants ; de plus elles contribuèrent à la promulgation, en 1913, de trois lois importantes pour le reboisement. — Dans la dernière partie de son mémoire, l'auteur s'occupe des servitudes occultes qui trop souvent viennent, au dernier moment, gêner la création des entreprises de reboisement ou d'utilisation de la houille blanche. Une loi, en date du 23 mars 1855, exige que, pour être opposables aux tiers, les servitudes soient transcrites au bureau des hypothèques ; mais cette loi n'ayant pas d'effet rétroactif, les servitudes antérieures à 1855 peuvent rester occultes. En 1907, le Congrès international de l'Aménagement des Montagnes a proposé qu'une loi intervienne pour que toutes les servitudes soient l'objet d'une déclaration ; l'auteur, dans ses conclusions, demande que le Congrès de la houille blanche appuie cette proposition. — J. R.

627.1 + 669. — **La houille blanche et la métallurgie** ; G. Flusin, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 338-367, 12 500 mots 11 tab. — En électrométallurgie on utilise les trois méthodes fondamentales de travail qui permettent de transformer l'énergie électrique en énergie chimique : électrolyse par voie humide, électrolyse par voie ignée et électrothermie. Suivant qu'un procédé fait appel à l'une ou à l'autre de ces trois méthodes, les capitaux nécessaires à son installation sont plus ou moins importants. Abstraction faite des dépenses de production de l'énergie, comme aussi du fonds de roulement nécessaire à l'exploitation, l'électrolyse par voie humide nécessite les installations les plus coûteuses : le cheval installé revient à un prix généralement compris entre 500 fr et 1 000 fr. L'électrolyse par voie ignée est beaucoup plus économique : ses principales applications supposent une dépense de 150 à 200 fr : ch installé. Enfin les procédés électrothermiques se caractérisent par un prix d'installation relativement bas ; il oscille, suivant le cas, entre 75 et 100 fr : ch et ne dépasse ce dernier chiffre que dans des circonstances exceptionnelles ou pour des dispositifs nouveaux à fonctionnement complexe. — On constate, depuis quelques années, une augmentation notable de la puissance des appareils. Les cuves à aluminium qui, vers 1902, n'absorbaient pas plus de 5 000 A, ont été successivement prévues pour 8 000, 12 000 et 15 000 A ; au printemps de 1914, on effectuait, à l'usine de Saint-Jean-de-Maurienne, la mise en marche de 34 cuves de 20 000 A. Les progrès réalisés dans la construction des fours électriques n'ont pas été moins considérables : vers 1900, la puissance moyenne des appareils électrothermiques était voisine de 400 ch et leur puissance maximum s'élevait à 1 000 ch, comme dans le four Bertolus ; aujourd'hui nous avons en France plusieurs fours triphasés de 4 000 à 5 000 ch, et plusieurs usines étrangères possèdent des fours triphasés Helfenstein qui absorbent jusqu'à 10 000 ch. — Le rendement des fours a été aussi augmenté, en particulier la récupération de la chaleur des gaz des fours semble devoir trouver bientôt une solution complète. — Après ces généralités l'auteur passe successivement en revue, en se plaçant surtout au point de vue économique, les principales fabrications : sodium, calcium, magnésium, aluminium, ferrosilicium, silicium, ferrochromes, ferromanganèses et manganèse, fonte électrique, acier électrique, fontes synthétiques, fer électrolytique, nickel, zinc, cuivre. Une analyse de quelques-uns de ces chapitres sera donnée aux rubriques correspondant au nom du produit. — J.-R.

627.1 + 621.33. — **La houille blanche et la traction électrique des chemins de fer** ; Ed. Tissot, ingénieur, administrateur délégué de la Banque suisse des Chemins de fer, président de la Commission suisse d'études pour la traction électrique. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 368-405, 17 500 mots, 2 fig. dont une carte de la ligne du Gothard. — Les conclusions d'une étude comparative de la traction électrique et de la traction à vapeur dépendent, d'une part, du pays envisagé, d'autre part, dans un même pays, de la personnalité du propriétaire du réseau, l'Etat ou une Compagnie privée ; un pays riche en forces motrices hydrauliques et pauvre en houille noire sera nécessairement plus porté à l'adoption de la traction électrique qu'un pays se trouvant dans les conditions inverses ; d'un autre côté, tandis qu'une Compagnie privée se laissera surtout guider par des considérations d'ordre commercial, un Etat pourra tenir compte aussi de considérations économiques d'ordre général ; l'auteur développe ces considérations. — Il examine ensuite les conditions que doivent remplir les forces hydrauliques pour pouvoir être utilisées à la traction électrique des chemins de fer. Il estime que les usines existantes se prêtent, en général, assez mal à cette application, parce que celle-ci exige, en premier lieu, qu'on puisse accumuler l'eau non utilisée pendant une certaine période afin de l'utiliser plus tard ; en second lieu, que le bassin d'accumulation soit assez vaste pour qu'on dispose toute l'année d'une puissance et d'une énergie suffisantes pour faire face à la demande, quelle que soit la hauteur de pluie tombée dans le bassin versant. — Une question qui a été vivement discutée en Suisse est celle de savoir si les Chemins de fer ont intérêt à construire et exploiter eux-mêmes leurs usines, ou s'ils doivent au contraire s'adresser à l'industrie privée pour acheter l'énergie dont ils ont besoin. Après avoir donné plusieurs exemples où la question est résolue tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, l'auteur expose les raisons qui ont amené la direction des Chemins de fer fédéraux suisses à adopter la première solution. — M. Tissot s'étend ensuite longuement sur l'étude de l'électrification de la ligne du Gothard et tout particulièrement de l'électrification du tronçon Erstfeld-Bellinzona qui sera réalisée tout d'abord ; il donne après quelques renseignements succincts sur les résultats d'exploitation du Loetschberg. — En terminant, M. Tissot discute quelques communications relatives à la traction électrique, récemment faites par M. Gratzmuller et M. Parodi au Congrès des ingénieurs électriciens d'Angleterre et de France et par M. Smith à l'Institution of Electrical Engineers. Il conclut comme il suit : « Les progrès réalisés ces dernières années, tant dans la construction des locomotives électriques que dans l'utilisation et l'installation rationnelles des forces hydrauliques, sont tels que l'électrification d'une ligne ou d'un réseau de chemin de fer n'est plus aujourd'hui un problème d'ordre technique, mais bien plutôt d'ordre financier et économique ». — J. R.

627.1 + 63. — **La houille blanche et l'agriculture** ; Henri Cahen, administrateur délégué du Sud-Electrique. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 406-435, 12 500 mots. — Nous ne faisons que signaler ce rapport qui sera reproduit dans la *R. G. E.*

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS MÉTALLURGIQUES

Adr. télég. : ADURENNE-PARIS

A. DURENNE

Téléphone : GUT. 17-73 & 17.38

CAPITAL : 2.600.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 26, rue du Faubourg-Poissonnière, PARIS

HAUTS FOURNEAUX & FONDERIES

A SOMMEVOIRE (HAUTE-MARNE)
FONTES D'ART ET DE BATIMENT
Candélabres pour le Gaz et l'Electricité.
Fontes pour Constructions métalliques et pour Chemins de fer.

A WASSY (HAUTE-MARNE)
FONTES MÉCANIQUES, suivant plans et modèles.
Chauffage et Fumisterie.

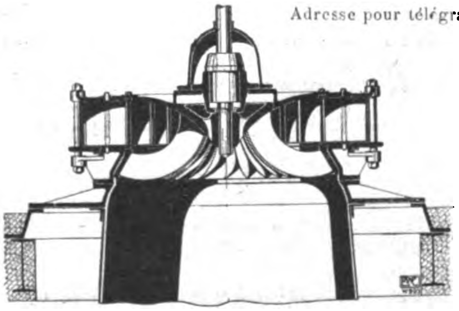
A BAR-LE-DUC (MEUSE)
Tuyaux de canalisation d'eau et de gaz — Appareils d'Usines à gaz.
Tuyaux à ailettes et Radiateurs. — Fontes d'assainissement.
Colonnes et grosses fontes de construction.

DÉPOT : 77, rue de Meaux, PARIS. — Téléph. : Nord 14-26

ESCHER WYSS & C^IE, Zurich (Suisse)

Bureau Technique : 39, rue de Châteaudun, PARIS (IX^e)

Adresse pour télégrammes : TURBOESCHER-PARIS — Téléphone : CENTRAL 40-25



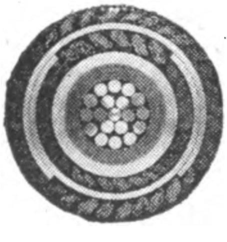
Turbines hydrauliques

Turbines à vapeur (Syst. Zoelly)

Pompes, Compresseurs

95/17

CABLES HENLEY



CABLES ARMÉS ET ISOLÉS
HAUTE ET BASSE TENSION

W.T. HENLEY'S TELEGRAPH WORKS C^O L^TD
LONDRES

AGENT GÉNÉRAL : AD. SEGHERS RUE SCRIBE 7 PARIS

FRANCE — BELGIQUE — ESPAGNE — PORTUGAL

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1 : 654 25. — Les applications industrielles des électrons. J.-J. THOMSON. *Engineering*, 15 juin 1917, t. CIII, p. 562-563, 2 000 mots, 2 fig. — La découverte des électrons remonte à peine à 20 ans et nous pouvons déjà parler de leur application industrielle, ils ont même défrayé la chronique des tribunaux. L'électron nous est donné comme une particule d'électricité négative dont le volume est approximativement 1/1 700 de la molécule d'hydrogène, cette particule se déplace avec une rapidité telle que son existence est limitée à un cent millionième de seconde dans un tube à décharge; les électrons permettent des photographies réellement instantanées, ils peuvent donc être de très grande utilité pour la mesure de forces électriques ondulatoires qui changent de direction un grand nombre de fois par seconde; cette propriété a reçu un assez grand nombre d'applications, le conférencier décrit un dispositif utilisable pour une démonstration publique. Il y a d'autres moyens d'utiliser les électrons et d'enregistrer les ondes électriques par leur intermédiaire, et des millions d'appareils sont employés qui sont basés sur l'un de ces moyens. Dans ces appareils, un courant d'électrons est libéré en chauffant un fil de tungstène, les particules sont émises à petite vitesse, mais celle-ci peut être augmentée par l'emploi d'un champ électrique convenable, le courant augmente avec la tension jusqu'à une certaine valeur à partir de laquelle il reste constant; il en résulte que, en partant d'une tension élevée, à partir d'une certaine valeur de la tension, le courant varie très rapidement, et si la tension extérieure est périodique, la phase positive du message n'a aucune influence sur le courant, au contraire, la phase négative diminue ce même courant, si le message est transmis par traits et par points l'enregistrement des signaux est aisé, ce système a été indiqué par le professeur Fleming. L'auteur donne une explication de ces phénomènes en étudiant la décharge électronique : 1° dans les tubes à vide presque parfait; 2° dans les tubes où reste encore une trace de gaz; il donne une expression de la variation du courant en fonction de celle de la tension; les dispositifs décrits sont tous utilisés dans la télégraphie sans fil. J.-J. Thomson donne encore un dispositif permettant de redresser les ondes électriques, un incident en a cependant empêché le fonctionnement. — E B.

537.511. — La différence de potentiel au secondaire d'une bobine d'induction; E. Jones TAYLOR. *Philosophical Magazine*, avril 1917, t. XXXIII, 6e série p. 322-334, 4 600 mots, 3 fig. pl. hors texte.

537.3 : 536.— The emission of electricity from hot bodies. (L'émission de l'électricité par les corps chauds); O.-W. RICHARDSON. Editeur : Longmans, Green, Co, Londres, p. VII + 304, prix : 9 s. net. Bibliographié dans *Electrician*, 11 mai 1917, t. LXXIX, p. 228, 900 mots.

538 332. — Formule approchée pour le calcul des bobines d'électro-aimant; *Electrical Review*, 11 mai 1917, t. LXXX, p. 528, 500 mots, 1 fig.

537.531. — Composition des rayons X de divers métaux. G.-W.-C. KAYE Communication à la Royal Society de Londres, le 26 avril 1917. — Les rayons X d'un tube excité par de basses tensions (10 000 à 50 000 v) sont riches en radiations caractéristiques de l'anticathode. Dans le cas du fer, du nickel et du cuivre, la quantité de radiation K varie entre 80 et 90 pour 100. Dans le cas du platine, la quantité de radiation L est de 40 à 60 pour 100. L'auteur a obtenu des preuves de l'existence des radiations plus douces que K et L.

537.531.3. — Les éléments électriques dont dépend la production des rayons X. *Nuovo Cimento*, juillet-août 1916, t. XII, p. 88. *Elettrotecnica*, 15 juillet 1917, t. IV, p. 378.

537 : 535 : 533.1. — Les propriétés électriques des gaz; J.-J. THOMSON. *Engineering*, 15 juin 1917, t. CIII, p. 573-575, 4 000 mots. — Cette conférence se rapporte à la luminosité des gaz. Lorsqu'une décharge électrique passe dans un tube à vide, la luminosité varie de point en point, de sorte que quelques parties du tube restent obscures tandis que d'autres émettent une vive lueur. Ces variations dans l'apparence lumineuse du tube permettent de rechercher les causes qui influent sur l'émission de lumière par les gaz. L'opération de l'ionisation consiste en la séparation des molécules d'un gaz en résidus positifs et négatifs, et il est possible que la production de lumière soit un résultat de l'ionisation du gaz; deux questions sont donc à résoudre : 1° l'ionisation est-elle nécessaire pour créer la luminosité ou 2° si la lumière existe, y a-t-il toujours ionisation. Il est certain que l'ionisation a une grande influence sur la luminosité, cependant, à moins que la vitesse des électrons ne dépasse une certaine valeur critique, le gaz n'émet aucune radiation visible; au delà de cette valeur critique le gaz émet des radiations lumineuses et la valeur du courant augmente, on voit donc qu'il y a correspondance entre les deux phénomènes, cependant il reste à résoudre la question de savoir si l'ionisation du gaz est indispensable. Les expériences sur l'ionisation des gaz sont particulièrement délicates; en effet, il s'agit de mettre en évidence l'existence de quatre ou cinq ions dans un centimètre cube de gaz contenant $2{,}75 . 10^{19}$ molécules. Si cette ionisation est accompagnée de radiation, l'énergie de cette dernière est tellement faible qu'il est très difficile de la déceler; l'auteur montre que cela est cependant possible en employant certains gaz et vapeurs. En résumé, il semble ressortir de la conférence que, pour produire la luminosité, il est nécessaire d'avoir des atomes électrifiés positivement auxquels les électrons peuvent retourner et le conférencier montre le moyen de créer ces atomes positifs, ce qui l'amène à rechercher la composition des atomes d'hydrogène et à élaborer une théorie des forces agissant dans ces atomes, ainsi qu'à rechercher l'origine du spectre de ce gaz; sa théorie ne s'accorde pas avec nos connaissances chimiques de cette question, mais permet d'ouvrir une discussion qui ne pourra manquer d'être fructueuse. — E. B.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotecnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p 10.

Digitized by Google

A. W. PIDWELL

PARIS — 23, Boulevard Malesherbes — PARIS

Téléphone : *LOUVRE 03-31*

TOLES — FERS — FONTES

Feuillards laminés à froid et à chaud
Fil Machine — Billettes — Pointes — Tubes
Fils de fer et d'acier recuits, clairs, galvanisés, étamés

PLOMB — ZINC — CUIVRE

Matériel de Chemin de fer

Locomotives, Wagons, Ponts, Grues
Rails et Accessoires — Outillage pour Usines

Agences à LONDRES, NEW-YORK, CLEVELAND

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES

Armand D. RIVIÈRE et Cie

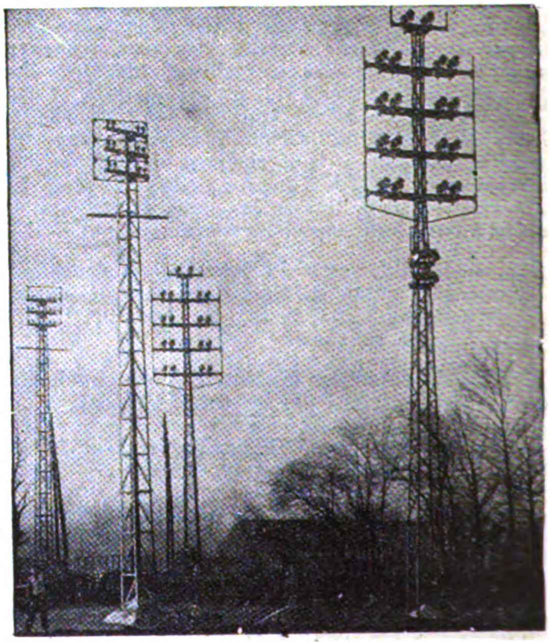
Société en Commandite par Actions au Capital de 2.000.000 de francs

11 et 13, rue de Belzunce, PARIS (Xe)

Entreprises Générales d'Électricité

TRANSPORT DE FORCE A HAUTE TENSION
STATIONS CENTRALES
RÉSEAUX COMPLETS DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE
TRACTION ÉLECTRIQUE
CATENAIRE SYSTÈME Bté S.G.D.G.

Téléphone : Nord 48.48, Nord 53.61
Télégramme : Carpenrive, Paris



Digitized by Google

538.332. — Théorie des armatures et des bobines d'électro-aimant. *E. T. Z.*, n° 21-24 mai 1917, p. 286, 50 mots. — Dans une étude publiée dans les *Ann. d. Physik*, 1916, t. LI, p. 577-797, H. DU BOIS établit des formules mathématiques relatives aux diverses armatures d'électro-aimant et aux bobines sans fer.

538.55 + 621.311.5. — Alternating currents in theory and practice. (Les courants alternatifs en théorie et en pratique.) W.-H.-N. JAMES. Editeur. University Press, Cambridge, 353 p, prix 10 s. 6 d net. Bibliographié dans *Electrician*, 1er juin 1917, t. LXXIX, p. 353, 900 mots.

538.56. — Phénomènes de résonance dans les circuits contenant du fer; H. STARKE, *E. T. Z.*, n° 21, 24 mai 1917, p. 286, 50 mots. D'après *Phys. Zeitschr.*, t. XVIII, p. 6. Voir également *E. T. Z.*, 1916, p. 129, 148, 252.

541.12. — L'effet de la pression sur l'état d'équilibre constant d'une réaction dans une solution diluée; W.-C. Mc LEWIS. *Faraday Society*, 15 décembre 1916, 1 700 mots.

541.2 : 669.1. — Les solutions équiatomiques dans le fer, possèdent-elles des résistances égales; E.-D. CAMPBELL. *Faraday Society*, 18 décembre 1916, 3 450 mots, 3 tab., 1 fig.

612.772. — La production de la lumière par les animaux; Ulric DAHLGREN. *Journal of the Franklin Institute*, janvier, février, mars, mai et juin 1917, t. CLXXXIII, p. 79-94, 4 500 mots, 9 fig., p. 211-221, 3 000 mots, 6 fig., p. 323-348, 6 800 mots, 23 fig., p. 593-625, 12 000 mots, 15 fig., p. 735-755, 6 000 mots, 10 fig.

MESURES ET ESSAIS

536.5. — La mesure des températures élevées; Henry LE CHATELIER. *La Nature*, 14 juillet 1917, 45e année, n° 2 285, p. 19, 4 600 mots. — La mesure exacte des hautes températures est d'une nécessité absolue. Par exemple, pour obtenir un bon acier, il faut le tremper à une température bien déterminée, une erreur de 10° en moins supprime tout durcissement, si la température est trop élevée, l'acier peut devenir fragile. Il en est de même pour certaines industries d'art, telles que la poterie, etc., où il est nécessaire, pour obtenir l'effet artistique voulu, d'opérer la cuisson à une température rigoureusement fixée. — La difficulté du problème était grande ; en effet, pour qu'une grandeur soit mesurable il faut qu'elle satisfasse à la fois aux deux lois suivantes. *Loi d'équivalence* : Deux corps équivalents à un troisième par rapport à une certaine propriété le seront encore vis-à-vis de tout autre corps de comparaison. *Loi d'additivité* : Il est possible d'obtenir par la juxtaposition d'un certain nombre de corps identiques, un système possédant la propriété étudiée à un plus haut degré pour chaque corps. — La température ne satisfaisant pas à la deuxième loi n'est donc pas une grandeur mesurable ; cependant, grâce à la première loi, on peut la repérer ; l'expression « mesure des températures » est donc impropre. Pour effectuer le repérage, on choisit un corps thermométrique possédant une propriété variable avec la température et mesurable ; l'unité de mesure et l'origine de la graduation sont arbitraires. Il en résulte qu'il n'y a aucune relation nécessaire entre les différentes échelles de repérage d'un phénomène donné. — ECHELLE NORMALE. — On admet encore aujourd'hui trois échelles normales, mais tellement voisines qu'on peut les employer indifféremment et les confondre en pratique. Ces échelles sont : l'échelle thermodynamique déduite du principe de Carnot. Elle définit les températures par le rapport des quantités de chaleur échangées par voie réversible entre les sources comparées ; ce rapport étant indépendant de la nature du corps servant au transport de la chaleur, on est dispensé de toute convention arbitraire sur la nature du corps thermométrique et sur le choix de la propriété mise en œuvre. Malheureusement, ce mode de repérage a l'inconvénient de ne comporter aucune réalisation matérielle pouvant servir à l'évaluation de la température ; on détermine seulement par le calcul les écarts entre cette échelle fictive et les échelles effectivement réalisables. — Le thermomètre normal à hydrogène du Bureau international des Poids et Mesures. La température est définie par les variations à volume constant d'une masse déterminée d'hydrogène qui a été enfermée dans une enveloppe convenable à la température de la glace fondante et sous une pression de 1 m de Hg. — Pour les températures élevées, on emploie un pyromètre à azote ou à air. — L'emploi direct du pyromètre à air présente des difficultés énormes que l'auteur examine ; en tous les cas, de très habiles expérimentateurs ne peuvent répondre des températures voisines de 1 000° qu'à 1° près et de celle voisine de 1 500° qu'à 5° près. — POINTS FIXES. — La difficulté d'emploi du pyromètre à air ne permet pas de graduer les pyromètres usuels par comparaison avec lui. L'auteur a proposé de tourner la difficulté comme il suit : on repère une fois pour toutes certains points fixes de fusion ou d'ébullition au pyromètre normal et on se sert de ces points fixes pour graduer les pyromètres usuels. — CHOIX DES MÉTHODES PYROMÉTRIQUES. — Le nombre des méthodes pyrométriques est illimité, car n'importe quelle propriété de n'importe quel corps peut constituer une échelle de repérage. En fait, aucune des méthodes présentées jusqu'à ce jour est irréprochable. La propriété physique utilisée pour le repérage doit être d'une mesure facile, on doit tenir compte que les propriétés physiques des corps dépendent non seulement de la température, mais d'une foule de facteurs parasites dont il faut bien calculer l'influence perturbatrice. Il faut également tenir compte des conditions relatives au milieu échauffé que l'on veut étudier et aussi de l'habileté de l'opérateur. — PYROMÈTRES USUELS. — On utilise actuellement, tant dans les laboratoires que dans les usines, six méthodes pyrométriques usuelles. *Le pyromètre normal à air* constitué par un réservoir en platine ou en porcelaine et renfermant soit de l'air, soit de l'azote ; il sert uniquement à la détermination des points fixes. — *Le pyromètre à résistance électrique* Siemens-Callendar consiste en une spirale en fil de platine enfermé dans un tube de platine ou de porcelaine. D'un usage limité aux laboratoires, c'est l'instrument pratique le plus précis pour la détermination des températures comprises entre 500° et 1 500°. — *Le pyromètre thermo-électrique* Becquerel-Le Chatelier, appareil très simple et très pratique, le plus employé dans les laboratoires et les usines, se prête facilement à l'enregistrement photographique. — *Le pyromètre optique* Le Chatelier-Wanner utilise la mesure de l'intensité de la radiation rouge monochromatique transmise à travers un verre au cuivre, convient pour les températures supérieures à 1 000°, mais ses indications sont influencées par le pouvoir émissif des corps incandescents. — *Le pyromètre à radiation calorifique Fery*, très répandu dans les usines, car il possède un cadran, ce qui facilite son emploi par les ouvriers. — Les *montres* Seger, très employées dans l'industrie céramique, mettent en jeu la fusibilité des mélanges de kaolin et de divers fondants. — PYROMÈTRE THERMO-ÉLECTRIQUE. — L'auteur étudie en particulier le pyromètre thermo-électrique. Pour lever les difficultés de graduation, il a proposé de rapporter les indications des couples aux points fixes de fusion et d'ébullition de quelques corps bien purs. L'emploi du galvanomètre à cadre mobile d'une résistance de 200 ohms et à fil de suspension en maillechort écroui donne entière satisfaction. L'auteur montre de plus que, pour éviter des forces électromotrices parasites, le couple platine-platine rhodié est celui qui convient le mieux. Il est indispensable de répéter fréquemment la graduation des couples ; la relation qui existe entre la force électromotrice d'un couple et la différence de température de ses deux soudures est de la forme : $\text{Log } E = a \text{ Log } T + b$; il suffit donc de deux points fixes pour la graduation, on en prend généralement trois, l'un devant servir de contrôle. L'auteur indique comment s'o-

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

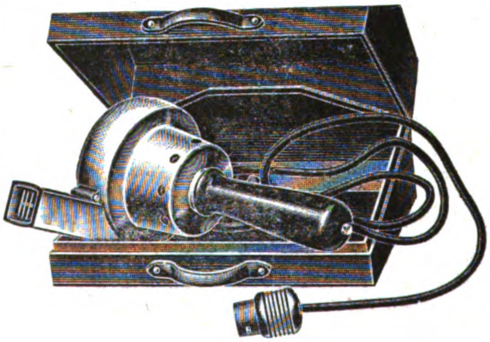
A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Dynamos, Phares, etc. --- Installations électriques sur voitures et canots automobiles.



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE

SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France L^td

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

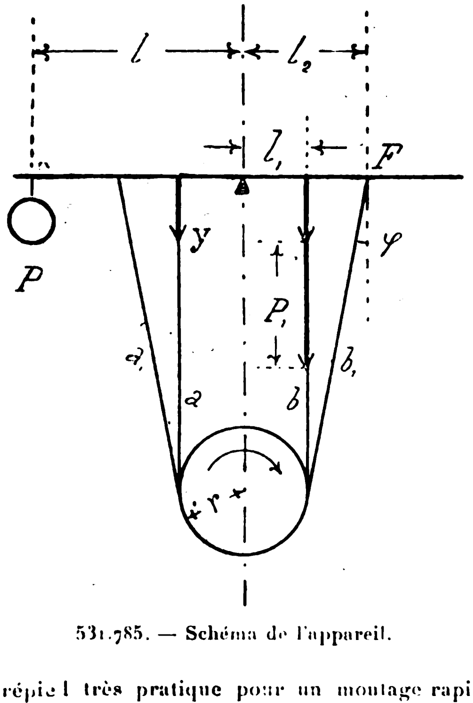
Téléph. Gutenberg 47-80. *Télég.* Cespir-Paris.

ELECTRO-MASSEUR

Digitized by Google

père la détermination des points fixes dans certains cas déterminés. Il examine ensuite les causes d'erreurs de la méthode dont la principale est le desserrage des fils du couple. — Enregistrement photographique. — L'auteur montre ensuite que la méthode se prête fort bien à l'enregistrement photographique. Il expose divers procédés employés, enregistrement sur une plaque fixe, impression d'une plaque mobile, ce qui donne directement la courbe des températures en fonction du temps, et le procédé de M. Saladin qui permet, au moyen de deux miroirs commandés par deux galvanomètres parallèles, d'enregistrer la même courbe que précédemment sur une plaque fixe. — L'auteur termine en montrant que le seul objet de la science est l'étude des relations mutuelles et inéluctables des phénomènes naturels et il estime que l'enseignement scientifique doit avoir pour but d'éveiller dans l'esprit des étudiants le sentiment de l'interdépendance des phénomènes, de leur donner le désir de connaître les lois qui les régissent et enfin de mettre à leur disposition les méthodes de travail utiles pour acquérir par eux-mêmes la connaissance de ces lois dans toutes les circonstances de la vie où ils seront placés. — H. C.

531.785. — Notes sur le frein dynamométrique « Nalder »; Suzzari. *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*, juin 1917, t. xi, n° 6, p. 300-302. 700 mots, 2 fig. — Cet appareil est basé sur le frottement d'une courroie en cuir ou en acier embrassant à sa partie inférieure la poulie du moteur dont on veut mesurer la puissance N. L'adhérence et le réglage sont obtenus au moyen d'une vis à volant qui lève ou abaisse le levier $l\ l_2$. L'ensemble de l'appareil est monté sur un



531.785. — Schéma de l'appareil.

solide trépied très pratique pour un montage rapide. Le levier comporte deux séries de trous qui, distants du point de support pour la fixation des courroies, correspondent à des poulies de différents diamètres, de façon que les deux brins de la courroie soient parallèles lorsque le centre de la poulie se trouve sur la perpendiculaire au levier au point de suspension. Dans ces conditions, la puissance du moteur est donnée par la formule

$$N = \frac{2\pi . P . l . n}{60 \times 75} = 0{,}0014\ P.\ l.\ n. \qquad (1)$$

Mais, par suite de la fixité des points d'attache de la courroie, la condition précédente peut ne pas être réalisée et la formule (1) conduirait à une fausse évaluation de la puissance. Des essais effectués par l'Istituto Esperimentale sur un frein pour puissance jusqu'à 4 ch, il résulte que cette erreur peut atteindre $\pm$ 22 pour 100 pour une différence de 1,8 cm entre le diamètre de la poulie et la distance entre les centres des trous d'attache. L'étude de la question a conduit, pour le cas de non-parallélisme des deux branches de la courroie, à la formule $N = 0{,}0014.\ P.\ l.\ n.\ \frac{r}{l_2 \cos \varphi}$. Lorsque la poulie tourne dans le sens indiqué par la flèche, la tension de la courroie diminue dans la branche a et augmente dans la branche b. La différence P_1 entre ces deux tensions constitue l'effort du frottement. Si, dans la condition d'équilibre, il existe un effort résiduel y dans la branche a, l'effort dans la branche b sera $y + P_1$. Le moment du couple appliqué au levier sera $P_1 l_1$ égal au moment antagoniste créé par le poids P, soit Pl. Dans le cas du parallélisme la formule à appliquer est donc bien la formule (1). Dans le cas de non-parallélisme des deux branches de la courroie, celles-ci font avec la perpendiculaire au levier un angle φ. L'effort P_1 s'exerce suivant b_1, son point d'application est F son moment est $P_1\ l_2 \cos \varphi$. Pour équilibrer ce moment, il conviendra d'appliquer au lieu d'un poids P un nouveau poids $Px > P$ de valeur $Px = P \frac{l_2}{l_1} \cos \varphi$. Remplaçant l par le rayon de la poulie augmenté de la moitié de l'épaisseur de la courroie, on obtient la formule (3) $N = 0{,}0014\ P \times ln \frac{r}{l_2} \frac{b_1}{b}$ plus commode car elle ne renferme que des éléments pouvant être relevés directement.

P. G.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.43.00.3. — Les moteurs à combustion interne comme moyen de remédier à la crise du charbon en Amérique; Potter. *Electrical World*, t. lxix, n° 23, 9 juin 1917, p. 1 100-1 103, 5 fig., 1 900 mots. — L'élévation continue du prix du charbon et de la main-d'œuvre ainsi que les difficultés d'approvisionnement ont conduit les grandes centrales à l'installation de machines à grand rendement et d'appareils économiseurs divers. Mais les petites industries, auxquelles leurs charges ne permettent pas de telles dépenses ont dû recourir à d'autres moyens, et particulièrement à l'emploi des moteurs à combustion interne. De nombreuses machines sont déjà en service dans les Etats du Sud-Ouest où l'approvisionnement en huile est aisé, à un prix avantageux. Les moteurs à combustion interne étant également économiques à toutes les puissances, leur emploi est particulièrement intéressant pour les petites installations. Les premières machines utilisées consommaient de la gazoline, l'hydrocarbure commercial le plus volatile, aisément volatilisable à température ordinaire. Les moteurs à gazoline consomment de 0,5 à 0,55 litre de gazoline par cheval-heure indiqué. Le prix de ce combustible est aujourd'hui élevé par suite de la forte demande qui en est faite pour les moteurs d'automobile et d'aviation; néanmoins, ces moteurs conviennent très bien aux petites stations. ils sont, en outre, aisément transportables et peuvent être facilement mis en marche. La kérosine ou huile de pétrole dont le marché est plus abondamment fourni que de gazoline vient immédiatement après ce produit parmi les sous-produits de la distillation du pétrole, pour l'emploi dans les moteurs. Sa vaporisation à température ordinaire est plus difficile et son emploi nécessite la mise en marche de la machine à la gazoline ou l'adjonction d'un carburateur spécial. La kérosine est actuellement utilisée dans des moteurs de 5 à 75 ch. La consommation est d'environ 0,50 l : ch-h indiqué. En général, les combustibles liquides marquant jusqu'à 35° Baumé (densité environ 0,849) peuvent être employées dans les moteurs à gazoline dont ils ne nécessitent que de légères transformations. L'expérience a démontré que la difficulté de démarrage croît avec la den-

Digitized by Google

Adr. télégr. :
Leclique-Paris.

"L'Éclairage Électrique"

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

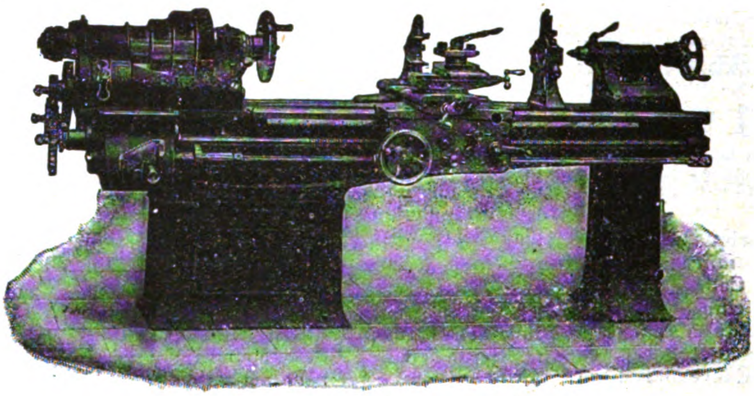
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone :
Elysées { 42-90 / 42-91 / 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS
de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS
FRANCE

LANDIS & GYR

BUREAUX ET LABORATOIRE :

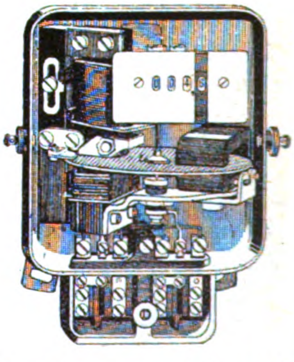
12, RUE LAPEYRÈRE, PARIS

ATELIERS : 4, rue des Cloys.

Téléph. : MARCADET 11-03. — Adr. télégr. : DIVISOR-PARIS.

Compteurs d'Electricité

Wattmètres Ferraris
Interrupteurs horaires
Limiteurs de courant



Compteur courant alternatif.

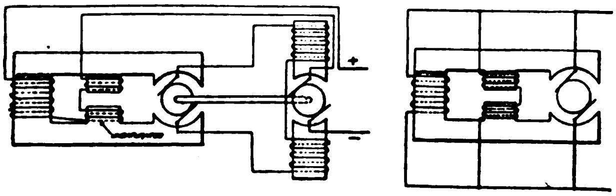
sité et la fréquence des nettoyages des soupapes et pistons est plus grande. Les moteurs employant l'allumage électrique ne peuvent fonctionner avec des pétroles pesant plus de 30° Baumé. Les huiles lourdes ne peuvent être utilisées qu'avec des machines à brûleur, semi-Diesel, fonctionnant à une compression d'environ 21 kg : cm² ou du type Diesel. Des essais ont été effectués avec l'alcool avec une compression de 12,5 kg : cm² sur des moteurs étudiés spécialement dans ce but; à consommation égale, la puissance a été la même que pour les moteurs à gazoline. Mais le prix de l'alcool en proscrit l'usage dans l'industrie. Le moteur à cycle Otto est le type des machines utilisées en Amérique, leur construction est très économique. Les moteurs Diesel permettent de réaliser une grande économie de combustible et fonctionnent avec les huiles les plus lourdes. Le rendement thermique des moteurs Diesel est d'environ 30 pour 100, tandis que celui des moteurs Otto est inférieur à 20 pour 100. Le prix de revient des moteurs Diesel est de trois à quatre fois supérieur à celui des moteurs Otto de même puissance, ce qui donne en Amérique, où le combustible liquide abonde, l'avantage à ce dernier type. En Europe, avant la guerre, 1 500 000 ch étaient produits par des moteurs Diesel contre 100 000 seulement aux États-Unis. L'emploi des moteurs Diesel s'étend, cependant, actuellement en Amérique, surtout depuis la découverte de gisements pétrolifères dans le Sud-Ouest et dans la partie nord du Mexique. L'auteur établit ensuite la distinction entre les moteurs Otto, Diesel et semi-Diesel sur laquelle nous n'insisterons pas. Il convient cependant encore de remarquer que l'économie d'un moteur à huile diminue notablement à faible charge. Les tableaux ci-dessous donnent le prix de revient du cheval-heure indiqué suivant le combustible employé et le prix des divers types des moteurs à combustion interne en temps normal :

Nature du combustible.	Prix du litre. Cents.	Prix de revient du cheval indiqué. Cents.
Gazoline	5,3	1,5 à 2,5
Kérosine	1,59	0,6 à 1
Huile (moteur Diesel)	0,53	0,11 à 0,15
Huile (moteur semi-Diesel)	0,53	0,15 à 0,20

Type de moteur et puissance.	Prix par cheval.
Diesel (1 000 ch et 75 ch)	$ 50 et $ 85
Semi-Diesel (60 ch et 400 ch)	50 et 70
Moteur à huile légère jusqu'à 75 ch	35
Moteur à gazoline	15 à 30

P. G.

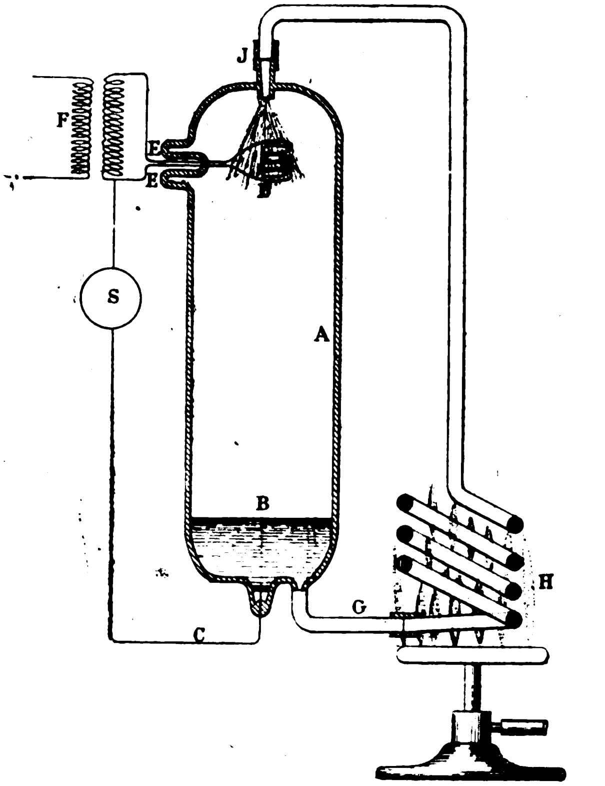
621.312.1. — Génératrice à vitesse variable à culasse à dérivation magnétique pour production de courants à intensité constante ou à tension constante. *Electrical World*, 26 mai 1917, t. LXIX, n° 21, p. 1 010, 350 mots, 1 fig. *Brevet américain, n° 1 202 752*. — L'objet de ce brevet est une génératrice à courant continu, à courant constant ou à tension constante. La carcasse comporte un shunt magnétique et deux enroulements tels que la carcasse est saturée pour un courant shunté normal tandis que le shunt magnétique, qui possède un entrefer comporte des enroulements polaires saturés magnétiquement pour une tension et un courant normaux. Au lieu d'employer l'excitation shunt on peut également adopter l'excitation série pour permettre de maintenir l'intensité constante quelle que soit la vitesse.



621.312. — Schéma de la génératrice à auto-excitation et à excitation indépendante.

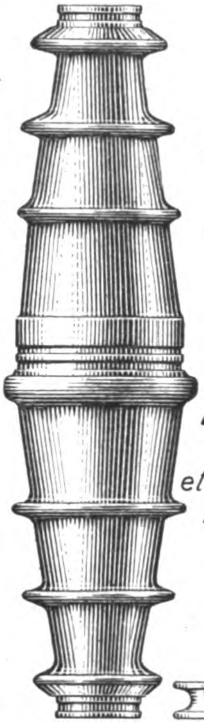
621.312 : 621.315.4. — Essai de l'isolement des génératrices pendant la marche. O. Schweitzer. *Electrical World*, 9 juin 1917, t. LXIX, n° 23, p. 1 103 1 104, 1 250 mots, 3 fig. — La mise hors circuit d'une génératrice est toujours un inconvénient, surtout lorsque l'unité est de grande puissance et que la puissance des unités de secours est faible. L'isolement des enroulements d'une génératrice est une des parties les plus délicates dont la mesure peut être effectuée aisément au repos ; mais cette mesure doit être faite d'une façon permanente pendant la marche, les conditions étant alors totalement différentes, l'isolement étant soumis à l'action de l'intensité et de la tension du courant et des agents atmosphériques. L'auteur décrit une méthode d'essai basée sur l'emploi d'une bobine d'exploration non inductive appliquée aux spires terminales de l'enroulement et les recherches qui l'ont conduit à cette méthode. — P. G.

621.314.5. — Convertisseur électrique à vapeur de mercure. British Westinghouse and Electric manufacturing company. *Brevet anglais, n° 106 591* (1 581 de 1917), 31 janvier 1917. — C'est un convertisseur à vapeur métallique dans lequel la cathode est chauffée à l'incandescence et est soumise à un jet de vapeur surchauffée. L'anode est en mercure. A est le convertisseur B l'anode, C un conducteur, D la cathode formée d'un filament de tungstène ou de molybdène. Les conducteurs E sont connectés à une source de courant F qui assure le chauffage du filament ; l'anode et la cathode sont toutes deux réunies à une source de courant alternatif S. Le récipient est rempli d'un gaz rare de l'atmosphère, tel que l'argon, sous pression. Un jet de vapeur surchauffée est obtenu en empruntant du mercure à l'anode par un tube G, en le faisant passer dans un vaporisateur G et le projetant par un ajutage J sur la cathode.



621.314.5. — Convertisseur à jet de mercure.

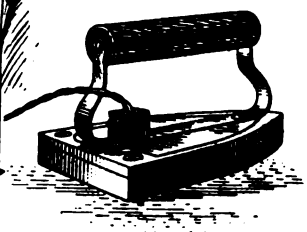
Digitized by Google



ANCIENS ETABLISSEMENTS
PARVILLÉE FRÈRES & C^IE
56, RUE DE LA VICTOIRE. PARIS
USINES A CRAMOISY (OISE)

FABRICATION
DE TOUT LE MATERIEL
en Isolateurs, consoles
et Ferrures diverses pour
Lignes Télégraphiques
Téléphoniques
ainsi que pour
Transports d'énergie
à hautes tensions

FABRICATION DE TOUS APPAREILS
DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE



RADIATEURS
FERS A FRISER
FERS A SOUDER
BOUILLOIRES
RÉCHAUDS
DESSOUS DE PLAT
GRILS
TAPIS CHAUFFANTS
CUISINES
ETC - ETC

C^ie des CHARBONS FABIUS HENRION

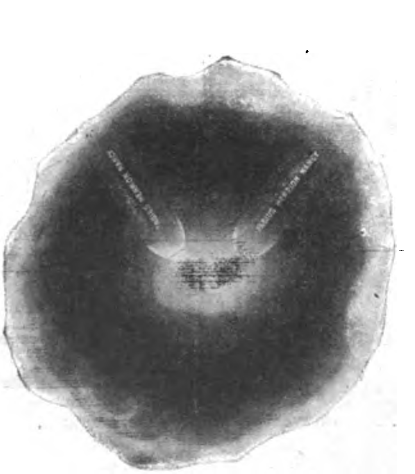
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.500 000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 56, Rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS (VIII^e)

Téléphone : Élysées 42-93.

USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE

Adresse télégraphique : Carbenrion-Paris



CHARBONS

pour lampes à arc ;
pour lampes-flamme ;
pour projecteurs, phares, cinématographes.

UNIS
FRANCE

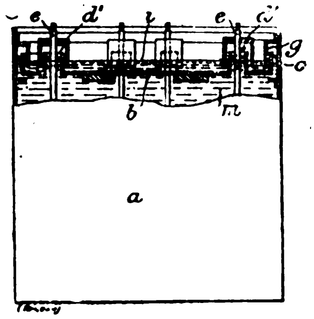
Digitized by Google

Les inventeurs déclarent qu'aucun ion positif n'est produit par le choc des ions émis à la cathode contre les molécules, mais les électrons parviennent à la cathode et produisent un arc extrêmement stable et convenant parfaitement pour le redressement du courant. L'efficacité de l'opération est grandement facilitée par le courant de vapeur émis par l'ajutage J. — M. L.

621.314.5. — La force contre-électromotrice dans les redresseurs à aluminium; Albert Lewis FITCH. *Physical Review*, juin 1917, t. IX, p. 15-28, 5 000 mots, 6 fig.

621.314.5. — Redresseur de courant à contacts vibrants; T. EDISON. *Electrical World*, t. LXXI, n° 22, 2 juin 1917, p. 1 055, 200 mots, *Brevet américain, n° 1 221 981*. — L'emploi des redresseurs mécaniques construits jusqu'à l'heure actuel a été limité par la faible capacité et par leur inaptitude au redressement des courants à haute tension, résultant des étincelles. Le redresseur faisant l'objet du présent brevet est composé d'un certain nombre d'armatures portant des contacts montés en série ou en séries parallèles. Les connexions en série opèrent un certain nombre de ruptures en série sur une pièce unique. De cette façon la production d'étincelles est réduite et l'appareil peut redresser des courants à tension relativement élevée. Les connexions en séries parallèles présentent les avantages réunis des connexions en série et en parallèle. Les pièces de contact sont assez largement dimensionnées, l'un des deux pièces ou les deux pièces sont en charbon. De cette façon l'appareil peut admettre un courant de grande intensité, la production d'étincelles est diminuée et la détérioration des contacts supprimée. — P. G.

621.314. — Transformateur à huile; A. J. BERRY. *Brevet anglais n° 104 020*, 16 février 1916. Résumé dans *Engineering*, 29 juin 1917, t. CIV, p. 630. — L'huile est contenue dans un bac dont la fermeture supérieure est susceptible de se déplacer verticalement et de suivre ainsi la dilatation de l'huile et, par conséquent, d'éviter dans tous les cas le contact de l'air avec l'huile dans le bac. Ce résultat est obtenu à l'aide de pièces particulières portées par le bac et le couvercle mobile. a est le bac contenant le transformateur. b est le couvercle flottant mobile verticalement, la surface en est plate mais les bords emboutis sont fortement relevés



621.314. — Transformateur à huile.

en c et en d pour envelopper les pièces e connexions extérieures des enroulements au transformateur, une autre pièce emboutie g est fixée à l'aide de boulons démontables à la partie supérieure du bac et pénètre à l'intérieur du couvercle c, les tiges extérieures conductives e sont également recouvertes de pièces en forme de cloches recouvrant et enveloppant les ouvertures d; le dessus du couvercle forme ainsi un réservoir dans lequel on verse une couche d'huile i qui complète la fermeture; cette huile n'est aucunement en contact avec l'huile du transformateur m, il en résulte que cette dernière est entièrement soustraite au contact de l'air extérieur. — E. B.

621.314. (017). — La normalisation des transformateurs en Allemagne; Georg STERN *E. T. Z.* n° 21, 24 mai 1917, p. 277-279, 2 000 mots. — La normalisation étant le meilleur moyen de produire en série à bas prix et dans de bonnes conditions de précision l'auteur expose les moyens qui pourraient conduire à ce but. La normalisation devrait porter sur les éléments suivants : 1° fréquence; 2° nature du courant; 3° puissance; 4° capacité de surcharge; 5° mode de montage; 6° tension primaire; 7° tension secondaire; 8° ordre de grandeur de la tension de court-circuit. — P. G.

621.314 00.12. — Espacement économique des transformateurs. P.-O. REYNEAU. *Electrical World*, 16 juin 1917, t. LXIX, n° 24, p. 1 158-1 159, 1 850 mots, 1 fig. — L'auteur établit des courbes qui permettent de déterminer, sur un réseau de distribution, l'espacement le plus économique des transformateurs en fonction de la puissance transmise.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

621.316 (083). — Données et diagrammes pour la détermination des sections des feeders, *Electrical Review* et *West. El.*, 3 février 1917, t. LXX, p. 193-195, 2 600 mots, 7 fig.

621.312.14. — Compensateurs pour réseaux de distribution à courant continu à 3 fils; Thomas CARTER. *Electrician*, 12, 19, 26 janvier 1917, t. LXXVIII, p. 466-470, 6 400 mots, 3 fig., p. 494-497, 5 500 mots, 6 fig., p. 519-522, 5 000 mots, 3 fig., 2, 9, 16, 23 février 1917, p. 553-555, 4 400 mots, 1 fig., p. 583-586, 5 300 mots, 7 fig., p. 603-604, 5 700 mots, 3 fig., p. 630-632 ; 2 mars, p. 658, 4 500 mots, 4 fig.

621.315.13. — Calcul approximatif de la chute de tension dans les canalisations aériennes triphasées; BURGER. *E. T. Z.*, 21 juin 1917, n° 25, p. 335-336, 300 mots, 6 graphiques. — Addition à l'étude publiée par l'auteur dans le n° 1 de l'*E. T. Z.*, 1917, p. 4. La formule $N_p = 3i^2 r$ ne donne pas une valeur de la perte d'énergie dans le cas de déphasage, d'induction et de capacité. L'auteur détermine cette perte par la différence des puissances aux deux extrémités de la canalisation : $N_p = \sqrt{3}\, E_a i_a \cos \varphi_a - \sqrt{3}\, E_e i_e \cos \varphi_e$. Des diagrammes permettent de déterminer ces différentes valeurs. — P. G.

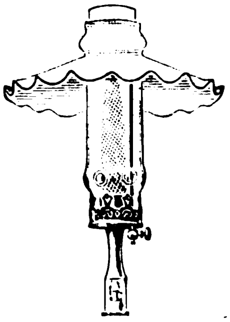
621.315.13. — Graphiques de chute de tension dans les canalisations aériennes triphasées en cuivre ou en aluminium. Thomas BRYN. *E. T. Z.*, 7 juin 1917, n° 23, p. 311-312, 700 mots, 8 fig. — L'auteur a calculé d'après une formule établie précédemment (*E. T. Z.*, 1916, p. 437) les variations en pour 100 de la tension à la station de départ à vide et en charge lorsqu'elle alimente une station réceptrice à tension constante. Pour le calcul des lignes aériennes, on admet en général une chute de tension de 10 pour 100, qui convient assez bien. Si la station réceptrice doit être maintenue constamment à 50 000 v par exemple, à vide et en charge, on devra donc pouvoir élever la tension de la centrale à 50 000 + 10 pour 100 lorsque la réceptrice sera en pleine charge. Dans les canalisations fonctionnant à une tension supérieure à 50 000 v et d'une longueur dépassant 50 km, l'élévation de tension produite est donnée par la formule $E_c = 2{,}28\, c^2 \times l^2 \times 10^{-6}$ pour 100 (c = fréquence à la seconde; l = longueur de la ligne en km). Cette élévation de tension a la même valeur lorsque la réceptrice marche à vide ou en charge. Par suite, le calcul de la différence de tension en pour 100 en charge et à vide n'est pas influencé par cette élévation. Les courbes établies permettent d'obtenir rapidement la chute de tension en pour 100 d'une canalisation aérienne en cuivre ou en aluminium pour une charge et une distance données en multiplant les valeurs de la courbe par un simple facteur. — P. G.

621.316.031 4. — Mise en circuit de sources alternatives sur des canalisations à longue distance; August MAJOR. *E. T. Z.*, n° 21, 24 mai 1917, p. 278-282, 2 500 mots. — Se

VISSEAUX-LYON

Magasins et Bureaux : 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

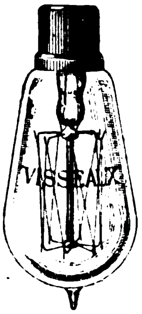
Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D G.

Fabrique de Manchons.

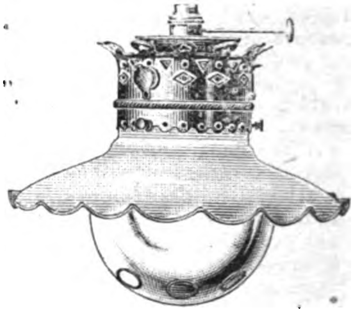
Soie et Ramie.



Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré.

Verrerie " Baccarat ".

Cristallerie.



Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

***LYON 1914* : Membre du Jury. Hors concours. — *SAN FRANCISCO 1915* : Hors concours.**

TÉLÉGR. : VISSEAUX-LYON

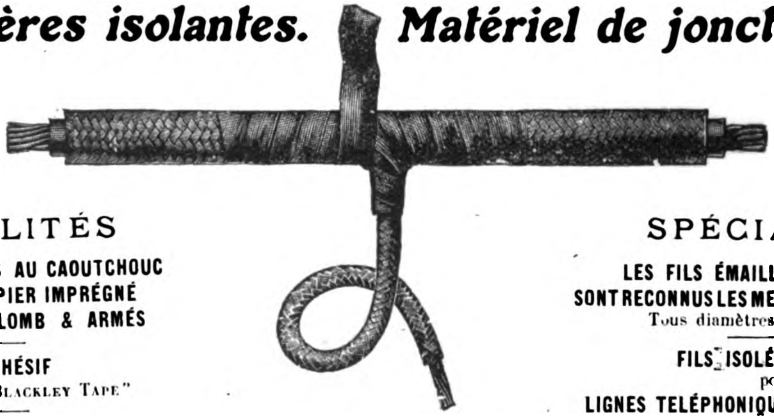
CATALOGUES SUR DEMANDE
EXPORTATION

UNIS FRANCE

CONNOLLY BROTHERS L^TD

FABRICANTS DE FILS ISOLÉS ET DE CABLES

Matières isolantes. Matériel de jonction.



SPÉCIALITÉS

FILS & CABLES ISOLÉS AU CAOUTCHOUC VULCANISÉ, AU PAPIER IMPRÉGNÉ RECOUVERTS DE PLOMB & ARMÉS

RUBAN ADHÉSIF
Marque déposée : " BLACKLEY TAPE "

SOLUTION DE CAOUTCHOUC NON INFLAMMABLE
Marque déposée : " PEAR DROP BRAND ".

FILS AÉRIENS RECOUVERTS DE TRESSE IMPRÉGNÉE POUR ATMOSPHÈRES CORROSIVES
Marque déposée : " CLIMIC ".

SPÉCIALITÉS

LES FILS ÉMAILLÉS " CONNOLLY " SONT RECONNUS LES MEILLEURS SUR LE MARCHÉ
Tous diamètres depuis 4/100^{mm}.

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS
pour
LIGNES TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIQUES OU SONNERIES ÉLECTRIQUES

CONDUCTEURS SIMPLES OU MULTIPLES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR LIGNES AÉRIENNES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR STATIONS DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Adresser toutes demandes de renseignements au Bureau central et aux Ateliers

VALE MILLS

BLACKLEY-MANCHESTER (Angleterre).

Digitized by Google

basant sur une formule indiquée par Heaviside, l'auteur établit une expression générale qui permet de déterminer les phénomènes de compensation dans un système de canalisation lorsque, à l'extrémité de départ, on met en circuit une force électromotrice $E = g(t)$. Par transformation on obtient une formule permettant de déterminer ces mêmes éléments dans une longue canalisation pourvue de dérivations lorsqu'elle est reliée à une source alternative. L'auteur étudie également le cas où la canalisation est reliée à son départ à une tension alternative de la forme $E = E_0 (1 - e^{-ht})$. — P. G.

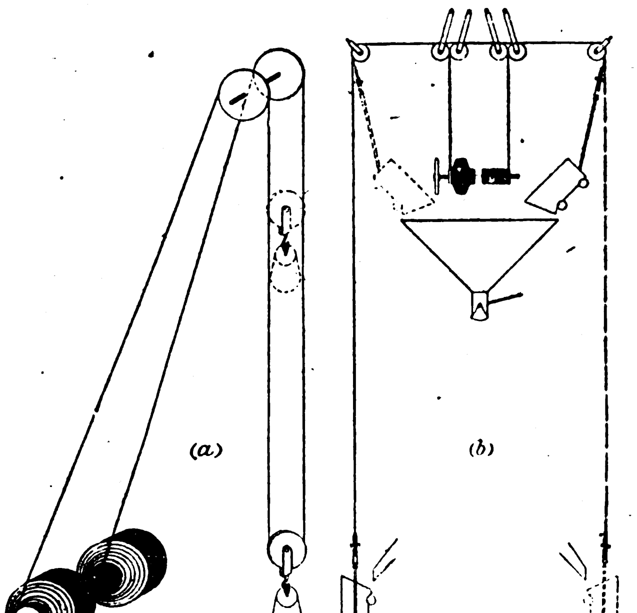
621.311.72(062)2.—Rapport du Comité de l'A.I.E.E. sur les appareils de protection; E.-E.-F. Creighton. *P. A. I. E. E.*, octobre 1916, t. xxxv, p. 1 533-1 537, 1 872 mots.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313 : 621.317 5. — Note sur la puissance caractéristique des moteurs à marche intermittente de grande puissance, H.-H. Broughton. *Electrician*, 4 mai 1917, t. lxxix, p. 187-188, 800 mots, 4 fig.

621.346. — La commande électrique des machines-outils; *El. Rev. and West-El.*, 3 février 1917, t. lxx, p. 187-190, 2 600 mots, 9 fig.

621.87. — Grues à tambour différentiel; *Electrician*, 25 mai 1917, t. lxxix, p. 302, 800 mots, 2 fig. — Le tambour différentiel est constitué par un tambour portant des rainures en hélice ou quelquefois par deux tambours à hélice de différents diamètres, sur lesquels on enroule une corde de manière que, lorsqu'on fait tourner le tambour, une des extrémités de la corde s'élève pendant que l'autre file. La



621.67. — Fig. 1 a) grue à tambour différentiel possédant deux renflements ; b) grue équilibrée dans laquelle les deux charges sont commandées par le même tambour différentiel.

charge est soulevée au moyen d'une poulie logée dans l'anse de la corde. On choisit pour le ou les tambours des diamètres variables, de sorte qu'une des extrémités de la corde peut filer à vitesse quelconque supérieure à la vitesse d'enroulement de l'autre et vice versa, ce qui permet de donner telle vitesse d'accélération ou de retard que l'on désire à la charge. — Deux applications de cet ingénieux dispositif sont indiquées sur la figure 1 en (a) et en (b). La figure 1 (a) représente une charge soulevée par un tambour différentiel à deux renflements, constitué de telle sorte que la charge peut être soulevée, maintenue, ou renvoyée au point de départ sans qu'il soit besoin d'arrêter ou de retarder le moteur. La figure 1 (b) montre une grue du type équilibré dans laquelle deux charges sont commandées par le même tambour. Dans ce cas, le tambour est arrêté ou inversé chaque fois qu'une charge atteint la partie supérieure ou inférieure de la grue, les cordes étant enroulées de manière qu'une charge s'élève pendant que l'autre descend. Pour la manutention du charbon, on peut munir le monte-charge de portes qui s'ouvrent et se ferment automatiquement de manière que le monte-charge puisse être rempli quand il se trouve au bas de la grue, les portes se fermant pendant l'ascension. Le changement de rotation du tambour peut s'effectuer automatiquement, par le jeu des monte-charges eux-mêmes, en sorte que la machine une fois en mouvement y demeurera indéfiniment. — A. B.

621.926. — Nouveau broyeur monocylindrique de grande puissance. *Génie civil*, 30 juin 1917, t. lxx, p. 426, 100 mots, 1 fig. — Notre confrère décrit, d'après l'*Engineering and Mining Journal*, du 19 mai 1917, un broyeur à un cylindre de dimensions considérables et dont le poids atteint 225 t. Le cylindre de l'appareil est horizontal et muni à sa périphérie de rangées de dents dont la hauteur varie d'une rangée à l'autre, l'enveloppe de l'appareil sert d'enclume. L'arbre du cylindre tourne dans des paliers montés sur des supports à ressorts, ce qui permet un certain mouvement de recul du cylindre et évite la rupture d'un organe dans le cas où un objet particulièrement dur s'engagerait entre les dents du cylindre et l'enclume. Le cylindre a un diamètre de 1,60 m et une épaisseur de 0,19 m, il est en acier fondu et les dents qui y sont encastrées sont en acier spécial au manganèse. Le cylindre est entraîné par un moteur de 250 ch et tourne à la vitesse de 23 t : min, ce broyeur peut recevoir des pierres ayant 1,50 m de longueur et a un débit de 7000 t par journée de 10 heures. — H. C.

621.345 : 622.67. — Notes sur les enroulements triphasés et Ward-Leonard; Ballard. *Transaction of the South African Institute of Electrical Engineers*, avril 1917, t. viii, p. 73-88, 4 000 mots, 8 fig.— Les avantages respectifs des deux systèmes ont souvent été exposés ; l'auteur recherche ici à définir les limites entre lesquelles le système Leonard est préférable au système triphasé et réciproquement, et expose l'action du profil du tambour d'extraction sur le choix du système.

621.347. — Quelques considérations concernant l'emploi de l'électricité en agriculture. *Electrical Review*, 19 et 26 janvier 1917, t. lxxviii, p. 62-64, 88-89, 3 000 mots, 1 600 mots, 1 fig.

621.349 : 677. — L'électrification des filatures. *Electrician*, 18 mai 1917, t. lxxix, p. 274 et 275, 1 500 mots, 6 fig.

621.39 : 63. — Electroculture et production agricole ; résultats obtenus en 1916. *Electrical Review*, 11 mai 1917, t. lxxx, p. 507-508, 900 mots, 4 fig. — Les expériences faites en 1916 par Blackman et Jorgenson dans la ferme de miss Dudgeon ont porté sur l'avoine. Elles ont été effectuées sur un champ de nature sablonneuse d'une superficie de 9 acres. La décharge a été répartie au moyen d'une série de 21 fils parallèles au petit côté d'un rectangle de 80 m sur 50 m ; les fils distants entre eux de 4 m environ ont leurs extrémités maintenues à 2 m du sol. — La hauteur moyenne des tiges du champ électrifié mesurée à divers moments de la croissance est nettement supérieure à celle de champs témoins. La récolte du champ électrifié a été supérieure de 49 pour 100 en grain et de 88 pour 100 en paille à celle des champs témoins. L'énergie totale utilisée, environ 130 kw-h calculée à 1 d. le kilowatt-heure revient seulement à 11 s. (13 fr) Le coût de l'installation sur une vaste

Digitized by Google

ENTREPRISES GÉNÉRALES
DE CONSTRUCTION D'USINES

BÉTON ARMÉ — MAÇONNERIE — TRAVAUX PUBLICS

Cheminées
"Monolithe"
S. G. D. G.

Sté D'APPLICATIONS DU BÉTON ARMÉ
S-A-B-A
11, RUE DE BELZUNCE . PARIS.

Poteaux
"Gallia"
S. G. D. G.

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE **1.000.000** DE FRANCS

Adresse Télégraphique :
SABARMÉ-PARIS

Téléphone :
NORD 48-48 / 53-61

Digitized by Google

échelle ne saurait être fixé dès maintenant, mais les profits ci-dessus indiqués permettraient des frais d'installation importants. — Blackman et Jorgenson ont en outre remarqué que l'application de la décharge pendant une année peut accroître la récolte de l'année suivante ; la valeur pratique de l'électrification se trouve de ce fait accrue. — A. B.

621.344 : 621.349. — L'électricité dans les travaux publics ; H.-O. Stewart *Electrical Review and Western Electrician*, 26 mai 1917, t. LXX, p. 883-887, 2 juin 1917, p. 931-935, 7 000 mots, 22 fig. — L'auteur expose les avantages généraux de l'emploi de l'électricité dans les travaux publics, et étudie particulièrement la commande électrique de diverses machines comparativement à la commande à vapeur : concasseurs, compresseurs d'air, malaxeurs, treuils, perforatrices, excavateurs, ponts roulants, pompes, transporteurs, dragues. — P. G.

623.964. — Radio-dynamics : the wireless control of torpedoes and other mechanisms. (Radio-dynamique ; commande sans fil des torpilles et autres mécanismes). B.-F. Miessner. Edit Crosby Lockwood and Son, Londres.

535.215 : 654.7. — L'œil électrique. *E.T.Z.*, n° 18, 3 mai 1917, p. 249, 200 mots. — Le Dr Hannach a établi récemment une résistance à base de sélénium très sensible aux actions lumineuses (20 000 Ω dans l'obscurité, 5 000 Ω par un fort éclairage) qui a été utilisée dans un appareil dénommé « œil électrique » pour actionner une sonnerie dès qu'un incendie se déclare.

TRACTION ET LOCOMOTION

621.33 : 621.311.3. — La traction électrique à courant continu à haute tension. *Electrical Review*, 11 mai 1917, t. LXXX, p. 527, 1 500 mots

621.33.00.36. — Résultats de l'électrification des chemins de fer à vapeur. *Electric Railway Journal*, 24 mars 1917, t. XLIX, p. 538, 2 000 mots.

621.33 (02). — Electric traction : A treatise on the application of electric power to tramways and railways. (Traction électrique : Un traité sur les applications de la force électrique aux tramways et aux chemins de fer) ; A.-T. Dover. Wittaker et Co, éditeurs, Londres. Un volume 22 cm × 15 cm, 667 pages, 618 fig., 5 pl. Prix cartonné, 18 shillings.

621.331. — Récents agrandissements des installations de traction de Manchester ; F.-C Doble. *Electric Railway Journal*, 10 mars 1917, t. XLIX, p. 424-427, 2 500 mots, 10 fig.

625.14. — Sur la construction des voies de chemins de fer ; W.-F. Carr. *Electrical Railway*, 31 mars 1917, t. XLIX, p. 586-588, 2 000 mots.

625.17. — Comment le « Pacific Electric Railway » résout la question du drainage des voies ; Elliott A. Clifford *Electric Railway Journal*, 17 mars 1917, t. XLIX, p. 498-500, 1 800 mots, 2 fig.

625.143.3. — Sur l'usure ondulatoire des rails ; Henri M. Sayers. *Electric Railway Journal*, 28 avril 1917, p. 773 à 775, 1 fig. 1 800 mots.

625.17.00.3. — Analyse des frais d'entretien des voies de tramways ; R. C. Cram. *Electric Railway Journal*, 17 mars 1917, t. XLIX, p. 479-483, 2 700 mots, 8 fig., 1 tab.

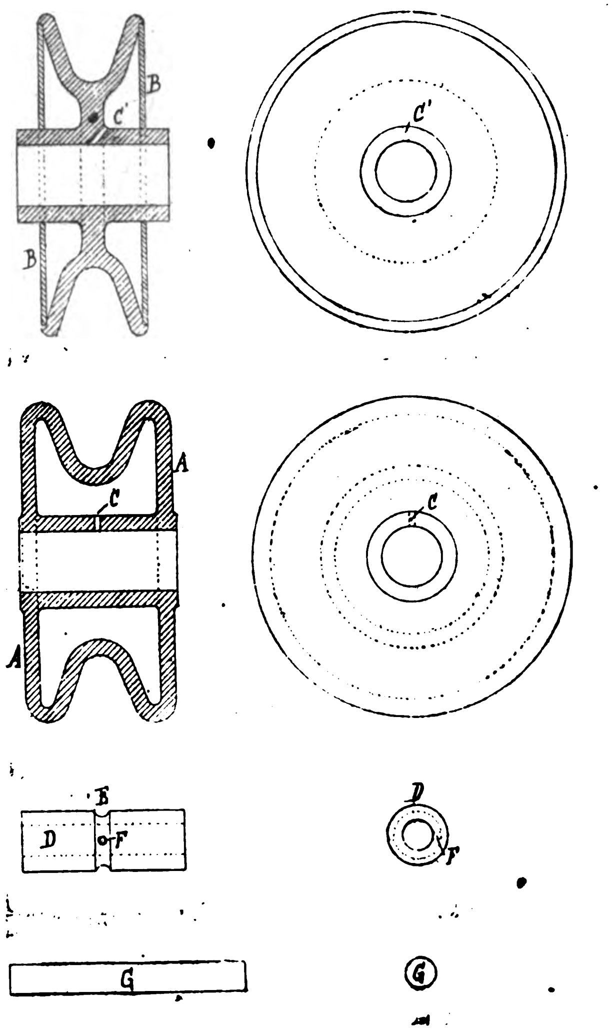
625 143 : 539.33. — Flexion des rails de tramway ; Louis Tournayre *Génie civil*, 14 juillet 1917, t. LXXI, p. 25, 4 800 mots, 6 fig. — *Le Génie civil* du 12 août 1916 avait déjà donné un article de M. Caufourier où l'auteur étudiait les conditions de travail à la flexion des rails de tramway portant sur le ballast par toute la surface de leur patin. M. Louis Tournayre, peu satisfait des conclusions de M. Caufourier, reprend la question et en fait une étude mathématique approfondie.

621.332.7(06)2. — Rapport préliminaire du Comité américain sur l'électrolyse par les courants de traction ; *Electric Railway Journal*, 24 mars 1917, t. XLIX, p. 549, 1 300 mots.

621.33.033.2. — L'entretien et l'équipement aerien de la ligne « New-York-Westchester and Boston Railway » ; *Electric Railway Journal*, 17 mars 1917, t. XLIX, p. 472-477, 4 800 mots, 4 fig.

621.332.3. — La suspension caténaire à trolley des tramways sur le pont de Manhattan à New-York ; *Electric Railway Journal*, 10 février 1917, t. XLIX, p. 240-241, 1 20 mots, 5 fig. ; *Génie civil*, 21 avril 1917, t. LXX, p. 265, 600 mots, 3 fig.

621.336. — Roulette à succion pour trolley ; Ferdinand Castagnier. *Brevet français*, n° 482 844, demandé le 11 septembre 1916, délivré le 3 février 1917, publié le 27 avril



621.336. — Fig. 1. Deux formes différentes de la roulette à succion pour trolley et détails de construction.

1917. — Les différents systèmes de roulettes de trolley employées par les compagnies n'ont pas encore un système de graissage parfait, d'où il résulte de fréquents change-

SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES D'ORNANS

ANCIENNEMENT OLIVIER ET Cie

à

ORNANS (Doubs)

REPRÉSENTANT GÉNÉRAL A PARIS : G. JARRE, 17, RUE TRONCHET

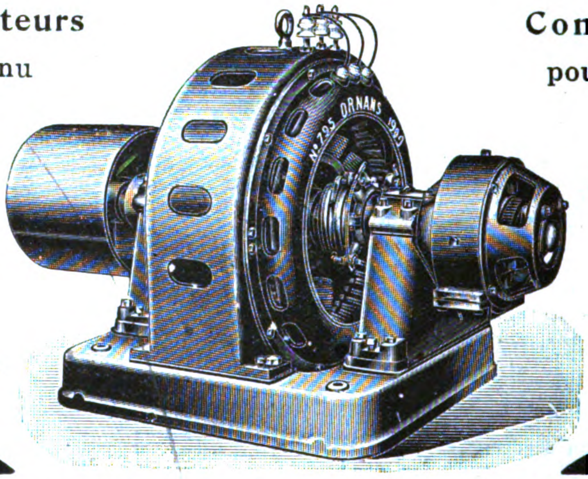
Dynamos et Moteurs
courant continu

—

Alternateurs
et Moteurs
courant alternatif.

—

Transformateurs
statiques.



Compresseurs d'Air
pour traction électrique

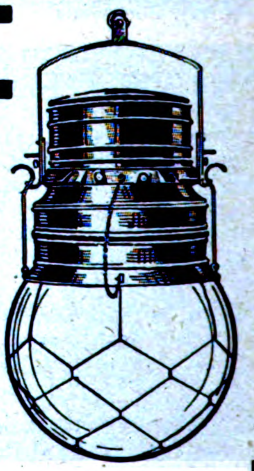
—

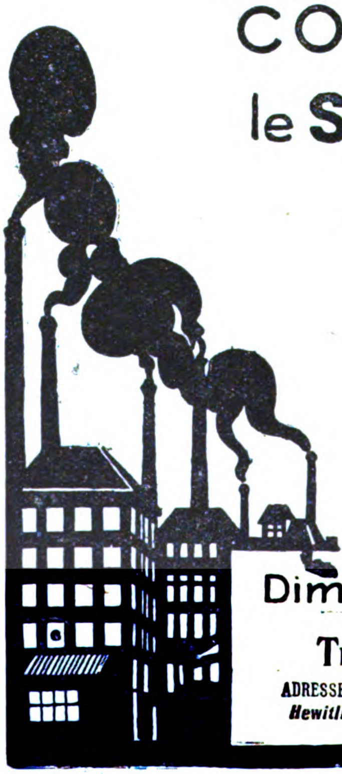
Pompes
centrifuges
système de Laval.

—

Transformateurs
rotatifs.

La Lampe **WESTINGHOUSE** cooper Hewitt est le **Soleil** de l'**Usine**





Elle éclaire sans Ombres

Augmente le Rendement

Diminue la Fatigue Visuelle

La Maison VICKERS Ltd dans ses usines de Barrow Sheffield et Erith et la maison ARMSTRONG ainsi que bien d'autres, emploient plus de 10.000 de ces lampes dans leurs chantiers et ateliers pour la Fabrication du matériel de guerre en Angleterre.

THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT Co L

Demandez le Tarif 273

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE
Hewitlight-Suresnes.

USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE
SURESNES, près PARIS
11, Rue du Pont.

TÉLÉPHONE
WAGRAM 86.10

SEP

Digitized by Google

ments de roulettes ou d'axes, sans compter les accidents de rupture des câbles ou des roulettes. L'inventeur a cherché à éviter ces accidents par l'emploi de la roulette à succion. En plus des goupilles d'arrêt et des chappes ordinairement employées à l'extrémité des perches, elle se compose de trois parties : 1° une roulette en bronze à gorge avec joues A venues de fonte ou joues B rapportées pour former réservoir d'huile (fig. 1). L'alésage du moyeu peut être cylindrique ou polygonal. Un trou C est percé suivant un rayon ou un trou C' percé un peu oblique de façon à déboucher exactement dans le milieu de la longueur du moyeu tout en étant dans le plan médian de la roulette; 2° un moyeu D en acier cémenté s'enchâsse dans l'alésage du moyeu de la roulette. Ce moyeu D porte une gorge demi-cylindrique E dans le milieu de sa longueur et à l'extérieur. Cette gorge doit être établie de façon que, le moyeu étant à sa place définitive dans l'alésage de la roulette, la gorge soit exactement en face du trou C ou C' du moyeu de la roulette. Un trou F doit être percé suivant un rayon dans l'axe de la gorge du moyeu ; mais au montage il faut observer que le trou F soit diamétralement opposé au trou C; 3° un axe G cylindrique, en acier cémenté de forme courante, alésé exactement à frottement doux suivant le diamètre intérieur du moyeu en acier. Cet axe se fixe aux chappes qui sont destinées à le recevoir à l'extrémité des perches. — La roulette montée suivant les indications données, les joues formant réservoir sont remplies d'huile. Au repos le trou C peut être couvert par l'huile qui, peu à peu, pénétrera jusqu'à la gorge E, puis par l'orifice, et le trou F arrivera à l'axe G qui, lubrifié, ne s'usera plus aussi rapidement. Admettons que le niveau de l'huile soit au-dessous du trou C pendant que la roulette est au repos, il ne se produira aucune dépense d'huile. Dès qu'elle est en marche le trou C se trouve par l'effet du roulement plonger peu à peu et complètement dans l'huile, puis quitte le niveau et s'y replonge à chaque tour de roulette. L'axe cylindrique G est toujours immobile, mais la roulette qui tourne de plus en plus rapidement détermine une aspiration, fait un vide, une succion lente et progressive. Cet appel d'huile par capillarité est proportionnel à la vitesse de la roulette et aux diamètres des trous F et C. On peut limiter le débit à un nombre de gouttes déterminé, soit en maintenant un petit diamètre aux trous F et C, soit en augmentant ces diamètres et en les garnissant de jonc qui diminue la section du trou mais facilite la capillarité au débit voulu. — M. J.

625.212.00.413. — Considérations sur les mouvements de lacets des véhicules de chemin de fer et sur l'influence de la conicité des bandages; U.-R. Ruegger, *Schweizerische Bauzeitung*, 16 juin 1917, t. LXIX, p. 271-276, 6000 mots, 5 fig. — On peut étudier le mouvement de lacet d'un véhicule quelconque en prenant un point sur ce véhicule supposé non suspendu, et en décomposant le mouvement de ce point en une translation de vitesse V et une rotation de vitesse ω. Le vecteur V varie avec la position du point choisi, ω est au contraire le même à chaque instant pour tous les points du véhicule. — L'auteur étudie spécialement l'influence de la conicité des bandages, abstraction faite des autres causes d'oscillation. Il pose et admet le *principe du travail de frottement minimum* qu'il énonce ainsi : un véhicule se déplaçant librement sur rails prend à chaque instant une position telle que les forces de frottement entre les rails et les bandages des roues soient le plus faibles possible. — L'auteur arrive ainsi à la formule suivante qui donne la longueur d'onde de la sinusoïde décrite par le milieu d'un essieu à deux roues

$$L = 2\pi\sqrt{\frac{ar}{2\varepsilon}}$$

dans laquelle a est la distance des rails, r le rayon des roues et ε la conicité des bandages. — Il examine ensuite le cas de deux essieux reliés d'une façon rigide par le bâti du véhicule. Il trouve que la longueur d'onde du mouvement du point central du bâti est donnée par

$$L = 2\pi\sqrt{\frac{r(a^2+l^2)}{2a\varepsilon\left(1+\frac{a\varepsilon}{2r}\right)}}$$

dans laquelle l représente la distance des deux essieux. — En faisant $a = 1{,}5$ m, $r = 0{,}5$ m et $\varepsilon = \frac{1}{20}$, il tire les valeurs suivantes de L en fonction de e :

Pour $e =$	5 m	4 m	1,3 m
$L =$	62,3 m	51 m	23,7 m.

J. C.

621 364 : 621.133 (494). — Le chauffage électrique de chaudières envisagé comme secours pour les chemins de fer à vapeur suisses; W. Kummer. *Schweizerische Bauzeitung*, 7 juillet 1917, t. LXX, p. 5-6, 1 800 mots. — Le projet d'électrification des chemins de fer suisses a soulevé la question de l'utilisation de l'énergie électrique au chauffage des chaudières, des locomotives à vapeur existantes. — Aucune difficulté technique ou économique ne s'oppose d'ailleurs à ce projet. — Les prix actuels et la pénurie prochaine du charbon remet cette question à l'ordre du jour. Tous les genres de courants se prêtent à cet usage, et il suffirait que les pouvoirs publics contraignent quelques grosses usines électrochimiques qui travaillent actuellement pour l'exportation en raison de la guerre, à réserver une partie de leur énergie au chauffage des locomotives. Le courant ainsi dérivé pourrait d'ailleurs servir en même temps à l'alimentation des locomotives électriques en service. — Les chemins de fer suisses consomment en moyenne de 0,1 à 0,08 kg de charbon par tonne-kilomètre, produisant de 0,6 à 0,7 kg de vapeur saturée ou de 0,5 à 0,6 kg de vapeur surchauffée. Chaque kilogramme de vapeur saturée exige 635 calories en moyenne, et chaque kilogramme de vapeur surchauffée, 700 calories, soit environ 860 et 1 000 w-h (en admettant, pour l'installation électrique depuis le branchement des rendements de 0,81 et 0,86). Si l'on compte la tonne de charbon à 100 fr et le kilowatt-heure à 0,15 centime, on constate que le chauffage au charbon revient à 0,8 centime par tonne-kilomètre, et le chauffage électrique à 0,72 centime seulement, soit 10 pour 100 en moins, abstraction faite des frais résultant des canalisations électriques et de la transformation des locomotives. L'auteur évalue ces frais respectivement à 0,043 et à 0,015 ou 0,020 centime par tonne-kilomètre (le premier de ces chiffres résulte du projet d'électrification de la ligne du Gothard). Le chauffage électrique revient donc, tout compte fait, au même prix que le chauffage au charbon. Un essai pratique pourrait seul prouver que ce projet est facilement réalisable, et déterminerait les données pratiques du problème. L'auteur émet le vœu que cet essai soit fait à bref délai sur une ligne déjà électrifiée avec une locomotive à vapeur saturée et à tender, modifiée à cet effet. — J. C.

621.39 ; 656.25. — Système de signalisation électrique pour chemins de fer; P. Marchisio. *Elettricista*, 15 mars 1917, t. VI, série III, p. 41, 1 000 mots, 1 fig.

690.1. — Commentaires sur quelques points en discussion de la construction des voitures; R.-E. Danforth. *Electric Railway Journal*, 17 mars 1917, t. XLIX, p. 477, 1 400 mots.

625.622.6. — Les ateliers de réparation des tramways de Pennsylvania et leur organisation; Daniel Durie. *Electric Railway Journal*, t. XLIX, 21 avril 1917, p. 726-729, 2 500 mots, 13 fig.

Digitized by Google

Fabrique d'Appareils de Chauffage par l'Électricité.

GEORGE FOX, Ingénieur-Électricien breveté, **24, rue Victor-Hugo, LYON.**

LE "THERMO-FOX" ÉLECTRIQUE

(BREVETÉ DANS TOUS LES PAYS)

fait bouillir tous liquides en quelques secondes sur n'importe quel voltage et sur le courant alternatif.

PRIX : **11** FRS — AVEC CORDON ET PRISE A BAÏONNETTE

FERS A REPASSER, BOUILLOTTES, RÉCHAUDS, RADIATEURS

Fourneaux-potagers, Chauffe-lits, Chauffe-pieds, Cataplasmes électriques, etc., etc.

ATELIER SPÉCIAL DE RÉPARATION ET DE TRANSFORMATION D'APPAREILS DE TOUTES MARQUES

REMISE AUX ÉLECTRICIENS ET REVENDEURS

REPRÉSENTANTS DEMANDÉS DANS CHAQUE DÉPARTEMENT

EXPORTATION POUR TOUS PAYS ALLIÉS ET NEUTRES

" LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE "

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE UN MILLION

Ancienne Maison G. ABOILARD et Cie

Téléphones { SAXE 07-14 / — 07-03 } **PARIS, 46, Avenue de Breteuil, PARIS** *Adresse télég. :* MICROPHONE - PARIS

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT

APPAREILS TÉLÉPHONIQUES

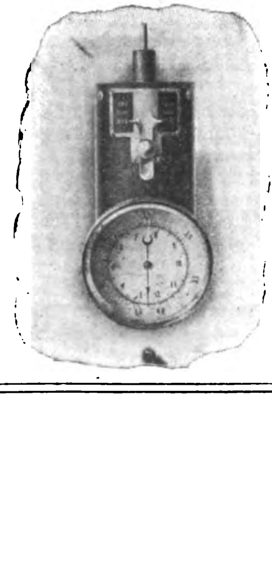
Pour réseau de l'État et pour réseaux privés

CABLES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES

TABLEAUX COMMUTATEURS à batterie centrale intégrale, admis sur le réseau de l'État

SYSTÈME AUTOMATIQUE ET SEMI-AUTOMATIQUE

Modèles spéciaux pour Usines, Mines, Chemins de fer, Tramways, Immeubles, Hôtels, etc.



JAMES JAQUET S. A.

BALE (SUISSE)

TACHYMÈTRES

Indicateurs de Vitesse.

TACHOSCOPES. — COMPTEURS DE TOURS

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

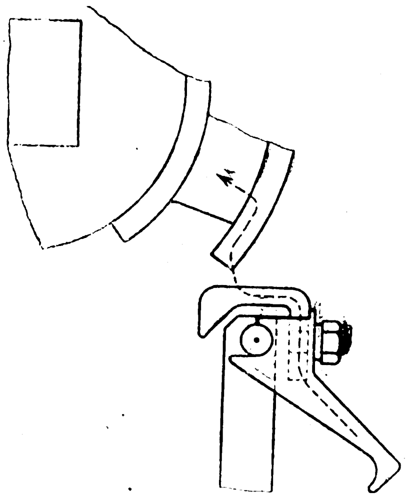
TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

654.25 : 621.311.74 — L'interrupteur Wehnelt. *Transactions of the South African Institute of electrical Engineers*, février 1917, t. VIII, p. 51-52, 200 mots. — Le fonctionnement de cet appareil est basé sur le développement de gaz et de vapeur aux électrodes d'un élément. Lorsque la surface de ces électrodes est faible et l'intensité du courant forte, il se dégage une grande quantité de chaleur avec production de vapeur. La vapeur et les gaz dégagés par l'électrolyse constituent une enveloppe isolante qui coupe le circuit. Puis la couche isolante disparait, le courant est rétabli et un nouveau dégagement de vapeur et de gaz se produit. Les interruptions se succèdent avec une extrême rapidité, le principe s'applique également à l'élément Simon, mais nécessite, dans ce cas, une plus grande tension pour donner leur résultat équivalent. L'élément Wehnelt est universellement employé pour la radiotélégraphie maritime. — P. G.

621.311.74.00.41. — Capacité de rupture des interrupteurs à huile ; O. Stephen Hayes. *P. A. I. E. E.*, décembre 1916, t. XXXV. p. 1621-1626, 2400 mots.

621.311.74.00.41. — Le fonctionnement des interrupteurs à huile ; E.-M. Hewlett. *P. A. I. E. E.* décembre 1916, t. XXXV, p. 1641-1643, 2400 mots.

621.311 74. — Etudes sur l'arc de rupture dans les interrupteurs à cylindre ; Dr Hœrner *E. T. Z.* n° 18. 3 mai 1917, p 247-248, 600 mots, 5 fig. — L'interruption d'une charge déterminée au moyen d'un interrupteur de soufflage magnétique dépend de deux facteurs principaux : la vitesse d'interruption et la force du soufflage. Dans le cas particulier de l'interrupteur à cylindre, la forme des contacts, le champ magnétique de soufflage, etc... présentent de telles différences suivant le type d'appareil que seule l'observation d'un appareil déterminé, dans des conditions se rapprochant autant que possible des conditions de service, peut donner des indications utiles. — Dans les interrupteurs à courant continu, la bobine d'excitation étant disposée perpendiculairement à l'axe au-dessus des contacts, ou dans l'axe à l'extrémité de la tige des contacts, le champ magnétique a par suite à traverser une grande couche d'air qui produit une forte dispersion. — A côté de ce champ que nous dénommerons « champ de la bobine » deux autres champs entrent en action lorsque l'intensité du courant de rupture est suffisamment forte. Le circuit formé par le courant passant d'un contact au cylindre et ensuite du cylindre à un autre contact produit un champ que nous dénommerons « champ du conducteur ». Enfin, ainsi qu'il est visible sur la figure 1, un contact fait, dans le plan perpendiculaire à l'axe de l'appareil, un certain angle avec le segment correspondant qui donne naissance à un « champ des contacts » déplaçant l'axe vers le sommet de l'angle. Pour observer l'action de ces trois champs, des photographies ont été prises, l'appareil étant placé verticalement et monté, sans induction, sur un courant de 83 A à 110 V, soit à peu près le courant normal. La rupture avait lieu de façon telle que, au point d'observation, le courant et les lignes de force du « champ de bobine » étaient déviés du contact vers le cylindre ; l'intensité du « champ de bobine », produit par le courant à interrompre et diminuant avec lui, atteignait en moyenne au point considéré environ 200 unités C. G. S. — Ensuite le « champ des contacts » fut observé seul en mettant la bobine de soufflage hors circuit ; le courant passait du point de rupture au cylindre de façon que le « champ du conducteur » n'ait pas d'influence sérieuse. Les photographies permettent alors de reconnaitre que l'action extinctrice est faible. Dans une seconde expérience, le courant continue son circuit par un des contact suivants, ce qui introduit l'action du « champ du conducteur ». Celui-ci refoule l'arc vers le haut ; ce dernier est alors plus haut et moins large et la longueur de rupture est réduite. Dans une troisième expérience la bobine étant remise en circuit, le champ de soufflage proprement dit se manifeste par un nouveau refoulement de l'arc vers le haut. — Les photographies de ces trois cas permettent de distinguer, particulièrement sur celle du « champ des contacts » c'est-à-dire de la plus faible action extinctrice, la dyssymétrie de l'arc signalée par W. Hœpp dans une précédente étude [*E. T. Z.* 1913 p. 34]. Il résulte de ces expériences que, dans les conditions de charge où elles ont été faites, le circuit qui prend naissance entre les contacts produit un champ de soufflage qui permet, sans grand inconvénient, de supprimer complètement la bobine ; la question est fort différente dans les cas compliqués de la charge inductive. — P. G.



621.311.74. — Schéma de l'arc de rupture dans les interrupteurs à cylindre.

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

EMPLACEMENT RÉSERVÉ

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

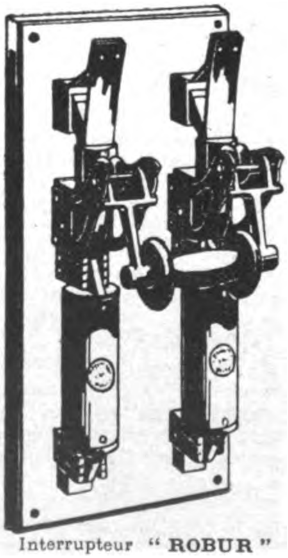
MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIVe)

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS

VEDOVELLI & PRIESTLEY

Capital Social 2.500.000 francs.



Interrupteur " ROBUR "
à coupe-circuit.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

HAUTE ET BASSE TENSION

INTERRUPTEUR & DISJONCTEUR

" ROBUR "

DISJONCTEUR

" CARTER "

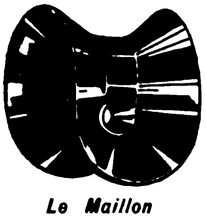
SIÈGE SOCIAL

14, Rue Talbout, Paris

Tél. : BERGÈRE 37-64

TÉLÉGR. : **VEDOPRI, Paris**

UNIS FRANCE



Le Maillon

V P E.

MATÉRIEL DE TRACTION

TRANSPORT DE FORCE

FONDERIE

BRONZE, LAITON, ALLIAGE

USINES

IVRY-S/-SEINE, 130, av. Jean-Jaurès

Télép. : GOBELINS 11 13 et 11-42

PARIS, 160 et 161, Rue St-Charles.

Télép. : SAXE 06 96 et 61-70

Digitized by Google

621.316 (062) 2. — Discussion du rapport du Comité de transmission; *P. A. I. E. E.*, décembre 1916, t. XXXV, p. 1 627-1 640, 10 400 mots, 1 fig.

621.315 (062) 3 — Les règlements sur les canalisations de l'Institution of Electrical Engineers; W.-R. Rawlings. *Electrical Review*, 27 avril 1917, t. LXXX, p. 475, 1 200 mots.

621.315. 3. — Canalisations intérieures avec câbles à isolement en caoutchouc dur; W. Ellerd. *Electrical Review*, 27 avril 1917, t. LXXX, p. 451-455, 3 200 mots, 6 fig.

621.311.9. — L'échauffement des génératrices, transformateurs et des lignes de transmission par court-circuit; L. Binder. *Electrical World*, 12 mai 1917, t. LXIX, p. 931, 300 mots.

621.315.2.00.42. — Procédés pratiques pour déterminer l'échauffement des câbles souterrains; Henry A. Cozzens. *Electrical World*, 11 novembre 1911, t. LXVIII, p. 953-954, 2 000 mots, 2 fig.

621.315.22.00.42. — L'échauffement des câbles isolés sous plomb; C. Richard Powell. *Electrician*, 1er décembre 1916, t. LXXVIII, p. 274-277, 4 500 mots, 2 fig., 3 tab., d'après *P. A. I. E. E.*

621.315. — Boîtes de jonction pour câbles; S. G. *Electrical Review*, 12 et 19 janvier 1917, t. LXXX, p. 31-32, 60-62, 1 250 mots, 1 700 mots, 11 fig., 29 fig.

621.315. — Les bagues d'extrémité; R. Roberts. *Electrician*, 3 novembre 1916, t. LXXVIII, p. 153-155, 3 600 mots, 10 fig. *Electrical World*, 2 décembre 1916, t. LXVIII, p. 1 110, 50 mots. *Sc. abst.* B, janvier 1917, t. XX, p. 28, n° 45.

621.315.4. — Résistance des prises de terre; L. Birks et E. Webb. *Electrician*, 1er juin 1917, t. LXXIX, p. 343-345, 4 000 mots, 1 fig, 3 tab. — Résultats de mesures faites sur les résistances des prises de terre des lignes de transmission à haute tension construites par le ministère des Travaux publics de la Nouvelle-Zélande, couvrant un parcours de 62 miles (alimentation du district de Christchurch, à partir du lac de Coleridge). — Comme prises de terre, on a utilisé des plaques et des tuyaux disposés dans des excavations de 6 à 7 pieds de profondeur. Le bas du tuyau est entouré d'un mélange de sel gemme (sel de rebut des tanneries) et de coke, tandis que le sommet est entouré d'un tuyau de drainage rempli de sel gemme et de coke et protégé par un couvercle; on verse ensuite de l'eau à l'intérieur. Aux postes de transformation, on a disposé des tuyaux et des plaques à peu de distance les uns des autres; les essais ont été favorables aux tuyaux comme prise de terre. Dans un sol bon conducteur, il y a peu de différence entre les plaques et les tuyaux, mais dans un sol de résistance élevée le tuyau entouré de sel présente un avantage considérable. — En courant alternatif, la capacité en ampères-heure d'une terre déterminée est généralement notablement plus élevée qu'en courant continu. C'est une conséquence de la formation intensive dans les interstices de couches qui proviennent de l'électrolyse; ces couches ne se forment qu'à un degré bien moindre et presque négligeable quand le courant est alternatif. Avec une fréquence élevée, l'inductance de la terre et des électrodes prend une valeur relativement élevée qui doit être réduite autant que possible par l'emploi d'électrodes courtes. — A. B.

621.316.26 : 697.9. — La ventilation des sous-stations souterraines; Albert Martineau. *Electrical World*, 2 juin 1917, t. LXIX, n° 22, p. 1 064-1 065, 550 mots. — Ce problème très important a été simplifié par l'adoption des transformateurs dans l'huile et des régulateurs d'induction qui, prenant la place d'appareils à air, ont permis de réduire le débit de la ventilation. D'autre part, la puissance des unités a été constamment en croissant, produisant ainsi un effet inverse. En outre, les machines ont l'inconvénient de dessécher et de réchauffer l'air et de mettre la poussière en mouvement. Une méthode permettant de combattre ces inconvénients consiste à enfermer les machines rotatives dans des bâtis fermés, dans le genre des transformateurs dans l'air. Ce procédé est peu commode à cause des grandes dimensions des machines et de la nécessité de visites fréquentes. L'air destiné à la ventilation de la sous-station peut être capté au niveau du sol ou au-dessus de ce niveau. Le premier procédé présente l'inconvénient d'introduire dans les appareils et dans l'atmosphère de la sous-station de l'air chargé de poussières, fumées, etc. Des filtres et des laveurs d'air réduiront ces défauts dans de grandes proportions mais ils sont encombrants et ont d'autres inconvénients. Il est préférable de capter l'air à 18 m au-dessus du niveau du sol en prenant certaines précautions nécessitées par le voisinage des immeubles ou des rues. La prise d'air doit être aussi rapprochée que possible de la sous-station pour éviter la perte de pression. Deux prises d'air devront être prévues, une pour l'aération de l'atmosphère, l'autre pour la ventilation des machines. — P. G.

TRACTION ET LOCOMOTION

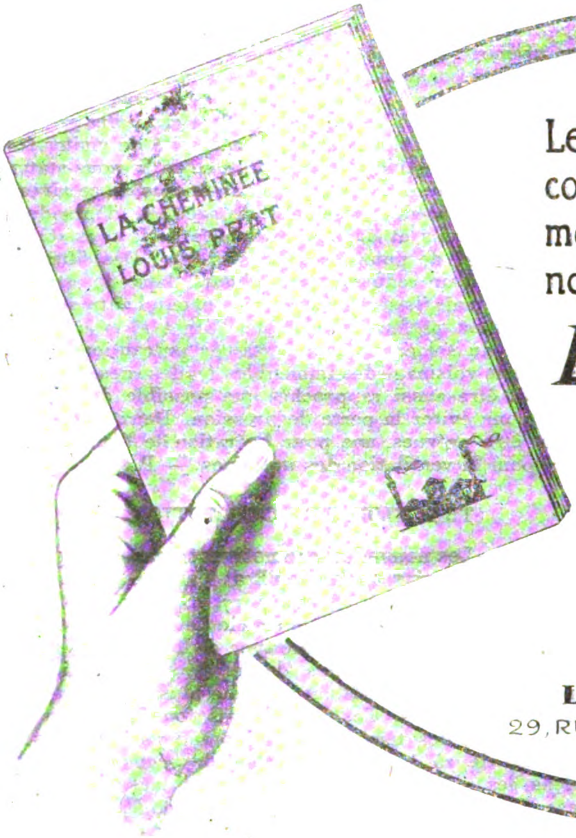
621.335. — Les nouvelles locomotives triphasées à grande vitesse des chemins de fer de l'Etat italien; P. Verole et B. Marsili, *Electrician*, 8 juin 1917, t. LXXIX, p. 380-385, 4 000 mots, 3 fig. (Extrait d'un article de la *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*.) — Le type de locomotives récemment fournies aux chemins de fer de l'Etat italien par Brown, Boveri et Cᵒ (Milan) présente plusieurs caractéristiques intéressantes. Ces locomotives fonctionnent sur du triphasé, sous des tensions de 3 000 à 3 700 v et sous une fréquence de 15 à 17 p : sec. Deux des conducteurs sont aériens, les rails fournissant le courant dans la troisième phase. La locomotive a un poids brut de 90,5 t. Elle porte deux moteurs actionnant trois paires de roues d'entraînement couplées ayant 1 630 mm de diamètre. — Les valeurs des quatre vitesses normales à la fréquence de 16,7 sont 100, 75, 50 et 37,5 km : h. Les efforts de traction à la périphérie des roues sont de 9 t pour les vitesses de 37,5 et 50 km : h et diminuent jusqu'à 6 t pour 100 km : h. Le rendement des moteurs est 93,5 pour 100, avec un facteur de puissance de 0,85 aux vitesses de 75 et 100 km : h. On a adopté quatre vitesses normales afin de satisfaire aux exigences des trains express et des trains omnibus sur des voies horizontales et en pente. En dehors des nécessités horaires il y a des raisons techniques importantes pour l'adoption de quatre valeurs normales. Si l'on n'en avait pris que deux, par exemple, du repos à 50 km : h et de 50 à 100 km : h les pertes de chaleur dans le rhéostat eussent été doublées. D'où un rendement considérablement plus faible, avec de fréquents arrêts, et l'inconvénient de prendre des résistances plus fortes. Malgré que l'équipement électrique eût été beaucoup plus simple avec deux degrés seulement dans la vitesse, la balance des avantages est en faveur du dispositif adopté. — Vient ensuite l'étude technique des locomotives qui comprend les paragraphes suivants. 1° *construction mécanique* (moteurs et transmission, freins et dispositif d'ensablement, montage du moteur de traction); 2° *équipement électrique* (circuits de traction, circuits électriques auxiliaires; mécanisme pneumatique et d'entraînement, moteurs de traction, comparaison avec les modèles antérieurs). — A. B.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.2. — Télégraphie à grande vitesse; J.-A. Fleming. *Electrical Review*, 2 et 9 février 1917, t. LXXX, p. 119, 1 005 mots, p. 164-165, 1 550 mots; *Engineering*, 27 avril 1917, t. CIII, p. 404, 2 000 mots.

654.2. — Rappel des postes translateurs; *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1917, t. VI, p. 102, 300 mots. — M. Ch. Martin a proposé deux dispositifs qui permettent de rappeler les postes translateurs sur les lignes

Digitized by Google



Les renseignements **les plus** complets sur la chaufferie moderne se trouvent **dans** notre nouveau catalogue:

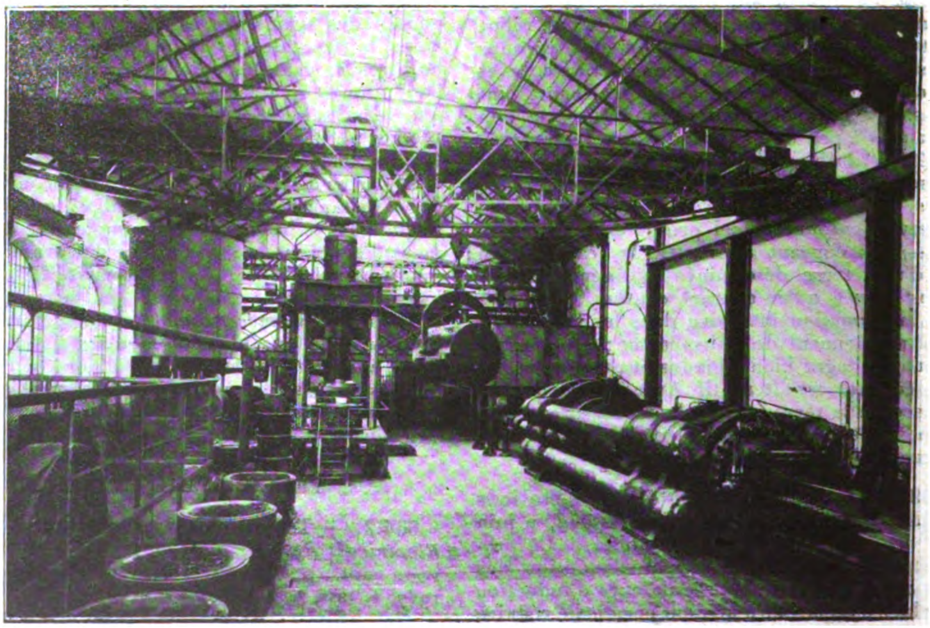
LA CHEMINÉE L. PRAT

Cet ouvrage est le résultat de **20 années de pratique** et de nombreuses expériences sur **plus de 2000 installations.**

LOUIS PRAT
29, RUE DE L'ARCADE, PARIS.
TÉLÉPH: CENTRAL 75-83

Société des Carbures Métalliques

Usines à NOTRE-DAME-DE-BRIANÇON et SAINT-AVRE-LA-CHAMBRE (Savoie)



ELECTRODES HAUTE CONDUCTIBILITÉ — CHARBONS GRAPHITÉS POUR ÉLECTROLYSE

Digitized by Google

desservies au Morse ou au Hughes. — Le premier dispositif est le suivant : on place un rappel par inversion de courant entre la sortie de chacun des relais et la terre, les bobines sont bifurquées afin de réduire à 125 ohms la résistance supplémentaire ainsi intercalée. Les courants de transmission parcourent ces rappels qui sont orientés de façon à n'obéir qu'au courant négatif, tandis que le courant de travail est réglementairement positif. Pour rappeler l'intermédiaire, le poste extrême n'a qu'à inverser les connexions de la pile, le rappel placé de son côté actionne alors une sonnerie d'appel. — Le second dispositif consiste en un relais à deux armatures polarisées qui obéissent, l'une au positif, l'autre au négatif. La première est utilisée à la réexpédition des signaux de travail, la seconde ne fonctionne qu'en cas de rappel du poste translateur. Le premier dispositif a été adopté par le Comité technique des Postes et des Télégraphes. — H. C.

654.2. — Dispositif d'appel des postes intermédiaires dans les installations Baudot; *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1917, t. VI, p. 101, 500 mots. — Ce dispositif, présenté par M. Ch. Verdan, permet aux postes extrêmes des installations échelonnées de rappeler l'intermédiaire en cas de difficultés nécessitant son intervention. — Le rappel se fait par l'émission des trois combinaisons E, blanc des chiffres, ^{0}, qu'on ne rencontre jamais dans la pratique. Il faut alors faire subir deux additions au traducteur du poste intermédiaire; le levier de déclanchement, à chaque relèvement des chercheurs, réunit temporairement deux ressorts reliés, l'un à la pile, l'autre à un électro-aimant placé au dehors; d'autre part, sur la platine d'arrière et concentriquement à l'axe du combinateur, se trouve un plateau de distribution comprenant trois petits contacts métalliques montés de telle façon qu'ils se trouvent sous les balais au moment où peut se produire respectivement le déclanchement des trois combinaisons ci-dessus. — Le relais proprement dit comprend un commutateur à trois directions dont la manette est solidaire d'un secteur denté commandé par l'armature de l'électro-aimant dont on a parlé plus haut. La sortie des bobines de l'électro-aimant est reliée à la manette et les trois plots du commutateur communiquent respectivement avec les trois contacts du distributeur. Lorsqu'on déclanche la combinaison E, le circuit se trouve fermé par le premier plot du commutateur, le premier contact du distributeur et le balai relié à la terre, l'armature de l'électro aimant en se déplaçant entraîne le secteur denté et la manette vient prendre contact avec le deuxième plot. Si la combinaison suivante est le blanc des chiffres, une nouvelle fermeture par le deuxième plot et le deuxième contact fait avancer le secteur et la manette se place sur le troisième plot; enfin, la combinaison ^{0} provoque la fermeture du circuit local d'une sonnerie. L'appel n'a lieu que si les trois combinaisons se ferment sans intervalle, sinon le circuit se ferme sur l'une des parties métalliques séparant les petits contacts et à travers un autre électro-aimant qui ramène le secteur denté et la manette à leur position initiale. — H. C.

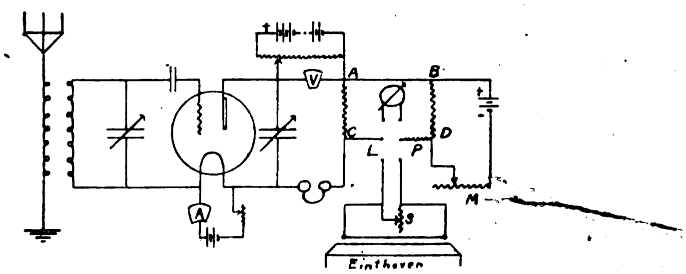
654.25. — Amplificateur magnétique pour radiotélégraphie. *Elettricista*, 15 mars 1917, t. VI, 3e série, p. 42, 900 mots, 2 fig., d'après *Electrical World*, 29 juillet 1916.

654.6. — Inscription à diapason pour ondes microphoniques de forme complexe ; A. BEHM. *Electrician*, 20 avril 1917, t. LXXIX, p. 107, 50 mots. 1 fig., Extrait de *Electrical World*.

654.25 : 654 6. — Fréquence d'étincelles et sensibilité du téléphone dans la radiotélégraphie; VOS. Délibérations de l'Association des physiciens allemands 1914, t. II, p. 529. *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, 1917, t. II, n° 4, p. 367-383, 4 000 mots, 12 fig.

654.65 : 535.215. — Expérience de radiophonie photoélectrique ; Arthur W. CLIME. *J. Acad. of Sc. Washington*, 19 mars 1917, t. XII, p. 163, 400 mots.

654.25.00.14. — Emploi du galvanomètre Einthoven et d'un détecteur du type audion pour la mesure de l'intensité des signaux radiotélégraphiques ; LAURENS E. WHITTEMORE. *Physical Review*, mai 1917, 2e série, t. IX, p. 434-436, 1 800 mots, 2 figures hors texte. — Une des déterminations les plus importantes qu'on puisse faire en radiotélégraphie est la mesure de l'intensité des signaux perçus dans un poste récepteur. Ces mesures sont intéressantes en ce qu'elles permettent de déterminer : 1° l'efficacité des divers types d'antennes et de récepteurs ; 2° l'effet des conditions atmosphériques et de la nature de la région au-dessus de laquelle s'effectue la propagation. — Deux méthodes de mesures peuvent être utilisées : 1° on note la déviation d'un galvanomètre placé en série avec un détecteur à cristal ou en dérivation sur une soudure thermo-électrique ; 2° on shunte un téléphone récepteur au moyen d'une résistance variable que l'on règle jusqu'à ce que les signaux soient parvenus à la limite de perception, c'est-à-dire jusqu'à ce que les traits puissent à peine se distinguer des points ; cette seconde méthode a été souvent trouvée peu satisfaisante. — Pour des mesures quantitatives, il est bon de pouvoir enregistrer les signaux au moyen d'un galvanomètre Einthoven et d'un dispositif photographique convenable. Les détecteurs à cristaux étant capricieux et les soudures thermo-électriques trop peu sensibles, on peut s'adresser au détecteur récent du type audion qui est sensible et ne se dérègle pas facilement. Une difficulté dans son emploi provient du fait qu'une batterie de grande force électromotrice est utilisée dans le circuit du



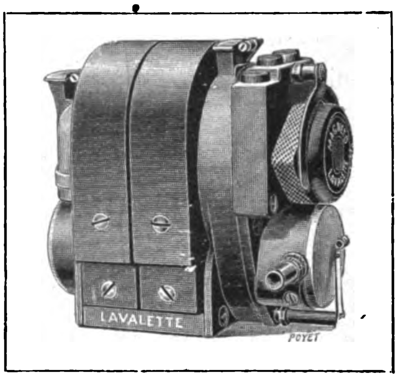
654.25.00.14. — Schéma de montage pour la mesure de l'intensité des signaux radiotélégraphiques à l'aide d'un galvanomètre Einthoven et d'un détecteur du type audion.

plateau. Un courant d'environ un milliampère passe dans le circuit quand on utilise le détecteur, ce qui empêcherait d'utiliser un galvanomètre suffisamment sensible directement dans le circuit récepteur. Pour éviter cette difficulté on utilise le dispositif indiqué sur la figure 1. — Le courant qui parcourt continuellement le circuit du plateau crée une chute de potentiel à travers la résistance AC du circuit, chute qu'on équilibre par une chute égale à travers une résistance BD dans un circuit auxiliaire. Les deux circuits sont reliés aux points A et B et le galvanomètre est placé entre les deux circuits en CD. Quand aucun signal n'est reçu, le galvanomètre ne dévie pas. L'arrivée de signaux fait varier la chute de potentiel AC, créant ainsi une différence de potentiel entre C et D et déterminant une déviation du galvanomètre. Si ce galvanomètre est du modèle Einthoven, il suivra les variations du courant correspondant aux points et aux traits. On donne généralement, aux résistances AC et BD une valeur constante d'environ 2 000 ohms et on réalise l'équilibre en faisant varier une résistance additionnelle M mise en série avec la batterie auxiliaire. — Pour des recherches quantitatives, il est essentiel que le détecteur soit placé dans les mêmes conditions de sensibilité au cours des différentes mesures. Les détecteurs du type à vide conviennent particulièrement à cet égard, car il est possible, au moyen d'un ampèremètre en série avec le filament et d'un voltmètre disposé sur le circuit de la batterie et du plateau, de reproduire à volonté les mêmes conditions dans le circuit aussi souvent qu'on le désire. Il est également important de maintenir

Digitized by Google

Magnéto Lavalette

TÉLÉGRAMMES :
ALLUMAUTO-PARIS



TÉLÉPHONE :
GOBELINS : 15-99

175, Avenue de Choisy, PARIS

DYNAMOS & MOTEURS ÉLECTRIQUES

d'Occasion, garantis

LOCATION

de Machines ÉLECTRIQUES

de toutes puissances

VENTE — ACHAT
ÉCHANGE

ALEXANDRE MESSMER

RÉPARATIONS

REBOBINAGES

de Dynamos de tous Systèmes.

Location de Machines pendant les Réparations.

Ateliers
Magasins
Bureaux
} **93, Bd Diderot, PARIS** (12e)
Anciennement 15, Bd Davout.

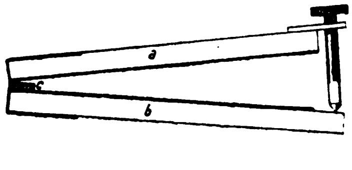
TÉL. : Roquette 47-47
MÉTRO { Nation
Reuilly.

Digitized by Google

constantes les conditions de syntonie et de couplage. — La sensibilité de l'appareil peut être abaissée, à l'effet d'enregistrer des signaux intenses ou des décharges atmosphériques, en shuntant le galvanomètre comme on l'a indiqué en S, ou en introduisant une résistance série P. — Cette méthode de mesure paraît tout adaptée au but que s'est proposé le Comité des recherches radiotélégraphiques de la British Association for the Advancement of Science : recueillir des données quantitatives touchant l'influence de la température ou de l'état de l'atmosphère sur l'intensité des signaux. — A. B.

654.25 : 614.8. — Les mesures de sécurité à adopter dans les installations de télégraphie sans fil ; M. Marriott. *Scientific American supplement*, 28 avril 1917. *Génie civil*, 30 juin 1917, t. LXX, p. 428, 200 mots. — Cet article est la reproduction d'une conférence faite à l'Institute of Radio Engineers de New-York, et il traite des précautions à prendre dans l'installation des postes et antennes de télégraphie sans fil pour remédier : 1° aux chocs communiqués par les appareils de télégraphie sans fil ; 2° aux décharges de courants de source extérieure dans les appareils de télégraphie sans fil ; 3° aux décharges de courants de télégraphie sans fil sur des circuits extérieurs, soit par suite d'un contact, soit par suite d'effets inductifs à haute fréquence. H. C.

654.25 : 621.315.64. — Condensateur pour radiotélégraphie. *E. T. Z.* n° 21 24 mai 1917, page 286, 50 mots 1 fig. A. Pflüger dans *Phys. Zeitsch.* t. XVIII, p. 13, recommande pour les installations simples de radiotélégraphie un condensateur constitué par deux lames de verre a b recouvertes



654.25 : 621.315.64. — Schéma du condensateur pour radiotélégraphie.

d'une couche métallique. (fig. 1). c est une petite plaque de mica isolant les deux plaques au sommet de l'angle droit. Une vis de précision permet de régler l'ouverture. — P. G.

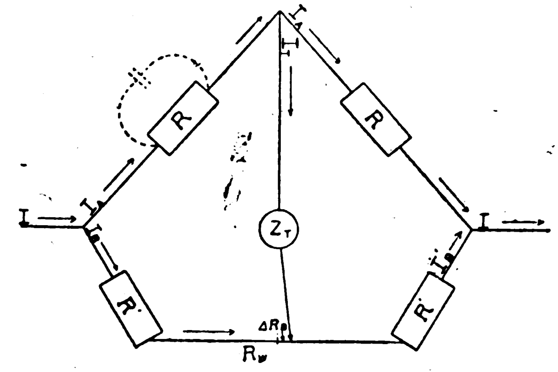
654.5. — Emploi du code Morse sur les câbles sous-marins. *Journal télégraphique* de Berne, 28 juillet 1917, t. XLI, p. 122, d'après *Telegraph and Telephone Age*. — L'auteur, William M. Bruce, signale un dispositif qu'il a perfectionné permettant d'employer le code Morse sur les câbles transocéaniques et consistant en une méthode pour l'emploi de l'équipement Morse (manipulateur et sounder) sur les câbles sous-marins. Son brevet comprend aussi un relais perfectionné pouvant être utilisé, non seulement pour le Morse, mais aussi pour les signaux Recorder. Des essais effectifs ont démontré que cet appareil donne des résultats très satisfaisants. M. Bruce a opéré directement de Londres à New-York au moyen de ce système et une communication directe entre Canso et New-York est actuellement en service régulier, l'opérateur à New-York recevant directement les signaux du sounder. Cette ligne comporte une section de câble entre Canso et Rockport, sur laquelle le siphon recorder était employé jusqu'ici.

623.73. — Les communications téléphoniques et radiotélégraphiques sur le front. *Electrical Review*, 1er juin 1917, t. LXXX, p. 595-597, 900 mots, 5 fig.

654.6. — Recherches sur le microphone et les contacts microphoniques ; P.-O. Pedersen. *Elektroteknikeren*, septembre-octobre 1914. *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, 1917, t. II, n° 4, p. 384-392, 3 000 mots, 6 fig.

654.6. — Tableau téléphonique ; Mc Berty. *J. I. E. E.*, 4 janvier 1917, t. LV, p. 265-309, discussion, 14 000 mots, 6 fig., 3 tab., 4 janvier, p. 1-29, 2 000 mots, 21 fig., 10 tab. *Electrician*, 23 mars 1917, t. LXXVIII, p. 745, 3 600 mots, 4 fig., 6 avril, p. 12-13, t. LXXIX, 3 200 mots, 1 fig. *Electrical Review*, 13 avril 1917, t. LXXX, p. 398-401, 4 200 mots, 3 fig.

654.6. — Méthode simple pour la détermination du courant de perception limite dans un récepteur téléphonique ; Edward W. Washburn. *Physical Review*, mai 1917, 2e série, t. IX, p. 437-439, 900 mots, 1 fig. — La méthode repose sur l'emploi du pont de Wheatstone. Le dispositif est représenté sur la figure 1. Les résistances R et R' doivent être dépourvues de self-induction et de capacité. Pour des téléphones de faible résistance, des bobines de Curtis remplissent suffisamment bien cette condition ; mais pour des téléphones de grande résistance, surtout aux fréquences élevées, des résistances pelliculaires (*Journ. Americ. Chem Soc.*, t. XXXV, p. 179 ; 1913) seraient préférables. Les deux résistances R' sont reliées par un fil tendu de résistance convenable R_w, muni d'une échelle et d'un contact glissant. Le téléphone communique avec le contact glissant et avec un point compris entre les deux résistances R. Un petit condensateur à air de capacité variable est branché là où il est nécessaire pour assurer l'équilibre exact des réactances. On désigne par ΔR_B la résistance de la portion du fil à contact glissant comprise entre le point central et la position du contact lorsque le téléphone est traversé par le courant de perception limite I_T. — Le courant I est fourni par un générateur à fréquence



654.6. — Schéma du récepteur téléphonique.

élevée dont la fréquence peut être commandée et maintenue constante à une valeur quelconque. Un couple thermo-électrique disposé dans le vide et relié à un millivoltmètre ou un ampèremètre thermique permettent de mesurer le courant I. — On règle ce courant I jusqu'à ce que l'intervalle de silence sur le fil à contact glissant ait une valeur mesurable ; cet intervalle est évidemment égal à $2\Delta R_B$ ohms. L'équation du pont de Wheatstone fournit alors la valeur de I_T.

$$I_T = \frac{2\,(\Delta R_B)\,R\,I}{A\,(A + 2\,Z_T)}$$

où A désigne l'expression $R' + \frac{1}{2} R_w + R$. — La méthode semble nécessiter la connaissance de Z_T, impédance du téléphone ; on peut en réalité s'en passer, à condition de prendre A assez grand pour que $2\,Z_T$ soit négligeable par comparaison, ou assez grand pour que la résistance ohmique du téléphone puisse être employée à la place de son impédance. Pour des téléphones de faible résistance cette substitution ne présente aucun inconvénient, car l'impédance d'un téléphone à faible résistance ne dépasse ordinairement pas deux à trois fois sa résistance ohmique même aux très hautes fré-

Digitized by Google

Adr. télégr. : Leclique-Paris.

" L'Éclairage Électrique "

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

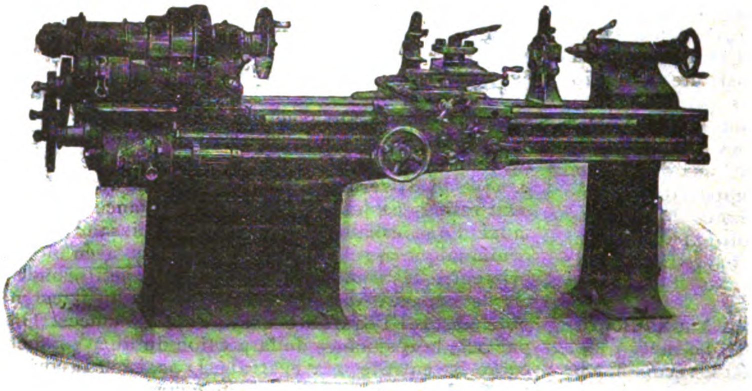
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone : Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS

DE

PRÉCISION

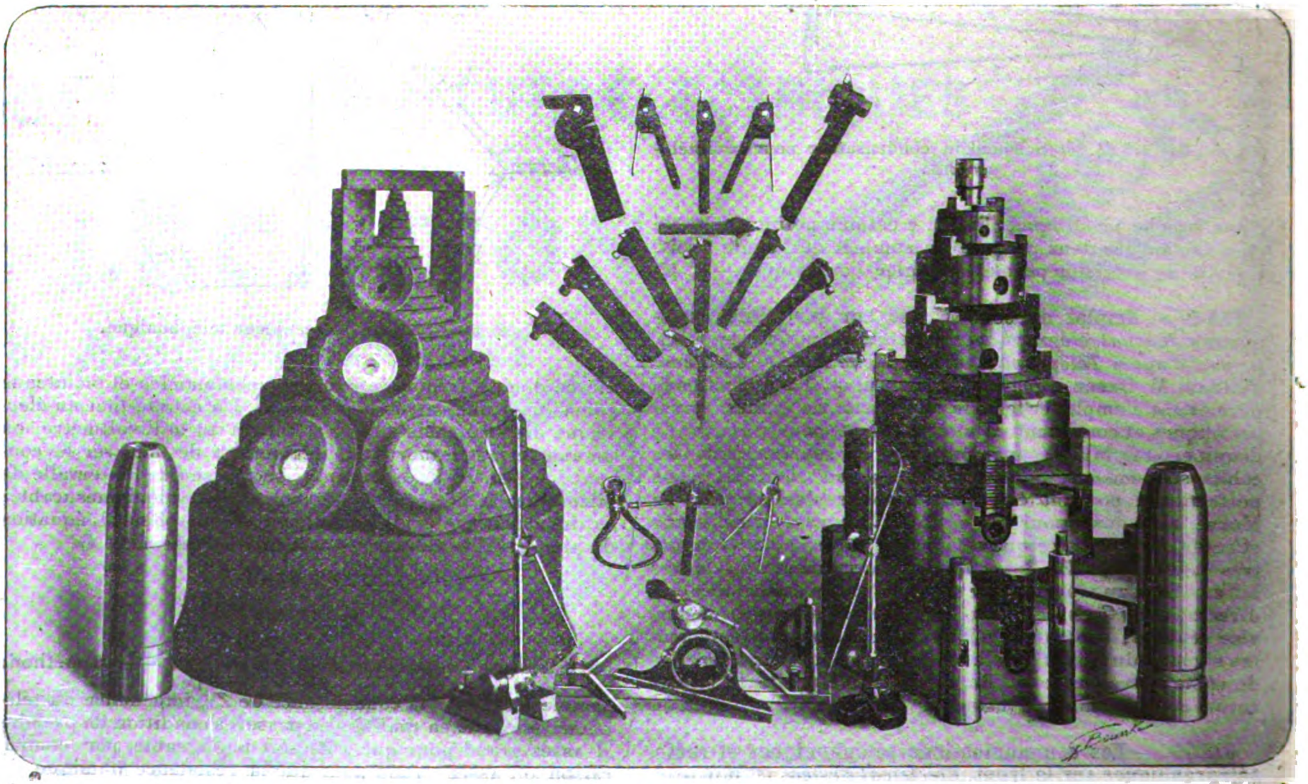
TOURS PARALLÈLES

Perceuses Radiales

etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE



PARIS, 47, boulev. Magenta.
LYON, 39, cours de la Liberté.

SOC. ANO. ALFRED HERBERT

Tél. : NORD 37-64, 67.39, 70-14
Telég. : HEXAGON-PARIS

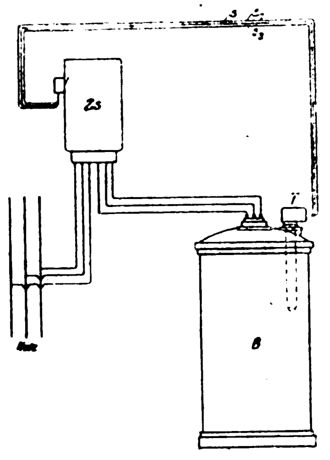
quences. Dans le cas de certains téléphones à grande résistance utilisés en télégraphie sans fil, où l'impédance pour 1 000 p : sec peut s'élever à 16 000 ohms, il devient nécessaire de déterminer et d'employer une valeur approchée de l'impédance. — Pour un téléphone de résistance ohmique égale à 170 ohms et dont l'impédance vaut 290 ohms pour une fréquence de 1 000 p : sec, l'auteur a trouvé comme courant de perception limite 2.10^{-6} milliampère sous cette fréquence. — A. B.

331.4 : 383. — Le travail des femmes dans les divers services du Post Office ; Miss A. A. Heap, *The Telegraph and Telephone Journal*, février 1917. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1917, t. vi, p. 76. 3 000 mots. — L'auteur examine les services immenses rendus par les femmes au Post Office. Avant la guerre, celui-ci n'utilisait qu'un nombre restreint de femmes ; depuis le début des hostilités, des milliers de femmes ont été dressées pour une foule d'emplois, même pour ceux qu'on n'aurait jamais supposé pouvoir être tenus par des femmes. La Caisse d'Épargne, la Comptabilité centrale, les mécaniciens, les télégraphes, les téléphones et surtout les services administratifs ont fait un appel considérable aux femmes pour remplacer les hommes partis pour défendre l'Angleterre et la cause des Alliés. Les services téléphoniques ont été les premiers à employer la main-d'œuvre féminine, on eut d'abord recours aux anciennes employées qui avaient quitté le Post-Office où la National Telephone Company pour diverses raisons. On forma des équipes de nuit féminines et le nombre de dames affectuées à ce dur service atteint aujourd'hui 600. Elles ont 48 heures de service par semaine, réparties entre quatre nuits de 12 heures (de 20 heures à 8 heures) ; pendant ce temps, on leur accorde une heure pour la collation et deux heures de repos. Le service assuré par ces dames donne entière satisfaction, et leur courage pendant les raids aériens sur Londres fut admirable, malgré l'angoisse qu'elles ressentaient à la pensée de leurs enfants ou de leur famille exposés sans défense à la barbarie teutonne. — Les femmes sont également utilisées comme factrices et pour le tri des lettres. La direction des mécaniciens a subi, elle aussi, l'invasion féminine ; on a créé des emplois de réparatrices de cordons et de dérangements. L'auteur a été chargée de choisir les postulantes et peut affirmer que le service a été fort bien assuré par les femmes. — Au secrétariat, on emploie les femmes à des travaux d'écriture ou de copie ; à l'exploitation téléphonique des dames ont été détachées des bureaux pour des statistiques etc., elles accomplissent fort bien leur travail. — L'auteur nous dit que les occupations du service n'ont pas empêché les dames du Post Office de se dévouer aux œuvres de guerre de toutes sortes, et nous montre tout le bien qu'elles ont fait. Elle termine par quelques considérations sur l'avenir de la femme dans la société future. — H. C.

APPLICATIONS THERMIQUES

686.4 : 662.98. — Le chauffage par combustion superficielle des bains de galvanisation ; Harris. *Génie civil*, 19 juin 1917, p. 377, d'après *Iron Age*, 5 avril 1917.

621.364. — Régulateur automatique de température pour installation de chauffage électrique d'eau. *E. T. Z.*, n° 21, 24 mai 1917, p. 284-285, 1 000 mots, 3 fig. — Le régulateur de température construit par Ghielmetti et Cie de Berne se compose (fig. 1) d'un thermomètre métallique T et d'un appareil interrupteur Z_s. Le thermomètre est constitué par un levier qui, à température normale, est maintenu en équilibre au moyen de deux tiges à ressorts tracteurs. L'une de ces tiges est constituée par un métal à coefficient de dilatation élevé, l'autre par un métal à faible dilatation. Le levier porte un dispositif de contact mobile qui, dans la condition d'équilibre, se trouve à égale distance de deux contacts fixes. Dès que la température de l'eau de la chaudière B s'écarte de la normale, l'équilibre du levier est rompu, ce qui entraîne le rapprochement du contact mobile de l'un des contacts fixes. L'appareil est établi de façon qu'une variation de température de 1,5° C suffit à amener le contact mobile à toucher l'un des deux contacts fixes et à fermer l'un des deux circuits SS_1 ou SS_2. Le courant établi provoque le fonctionnement de l'interrupteur Z_s qui établit ou interrompt le courant dans les résistances de chauffage. Le thermomètre est réglable entre 10° et 100° au moyen d'une vis de réglage. L'appareil interrupteur a une double fonction : 1° mettre les résistances de chauffage en circuit ou hors circuit ; 2° réduire la consommation d'électricité pendant les heures de pointes de la centrale. Dans ce but, le dispositif de commande de l'interrupteur principal est en connexion avec le contact du thermomètre et avec un contact porté par le mouvement d'horlogerie de l'appareil



621.364. — Schéma de montage du régulateur automatique de température pour installation de chauffage électrique d'eau.

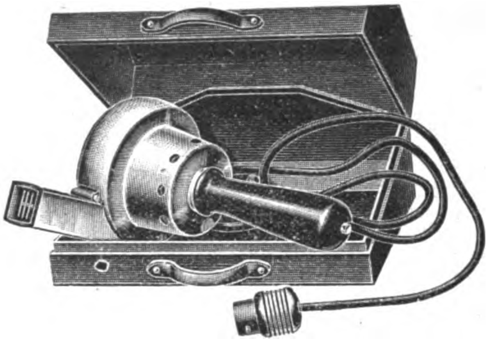
interrupteur. Le dispositif de commande de l'interrupteur principal est composé d'un induit bipolaire soumis à l'action d'un ressort à boudin, oscillant dans le champ d'un aimant permanent. Le champ magnétique alternatif produit dans l'induit par le courant alternatif lui donne un mouvement pendulaire dont l'amplitude dépend du champ magnétique, du courant alternatif et du moment d'inertie des masses oscillantes. L'action du ressort à boudin est calculée de façon que les oscillations de l'induit soient en synchronisme avec la fréquence du courant alternatif. Ces oscillations sont transmises par l'intermédiaire d'une roue à rochets et d'engrenages de réduction à l'axe de l'interrupteur principal. Les oscillations de l'induit ne produisent aucune interruption de courant et par suite la production d'étincelles est évitée. — P. G.

621.364.5. — La cuisine électrique ; *Electrical Review*, 23 mars 1917, t. lxxx, p. 312, 1 000 mots, 5 fig.

621.364.5. — Une grande installation de cuisine : *Electrical Review*, 6 avril 1917, t. lxxx, p. 370-372, 1 500 mots, 9 fig., *Electrician*, 6 avril 1917, t. lxxix, p. 28, 900 mots, 4 fig.

621.365 + 535.326. — Expériences avec le four électrique sur la dispersion anomale des vapeurs métalliques ; Arthur S. King. *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. ix, p. 347-348, 600 mots. — L'objet du travail est une étude d'ensemble de la dispersion anomale des vapeurs métalliques, eu égard surtout aux particularités spectroscopiques des lignes qui présentent ce phénomène à différents degrés. — Les spectres du fer, du titane et du chrome ont été étudiés dans un intervalle important de longueurs d'onde. En outre, l'auteur a examiné certaines raies du calcium, du strontium, du baryum, du manganèse, du sodium, du potassium et du

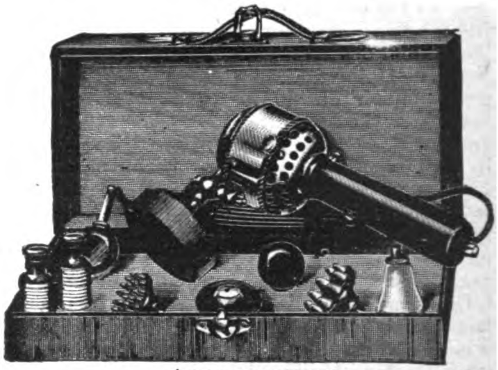
Digitized by Google



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE

SÈCHE-CHEVEUX



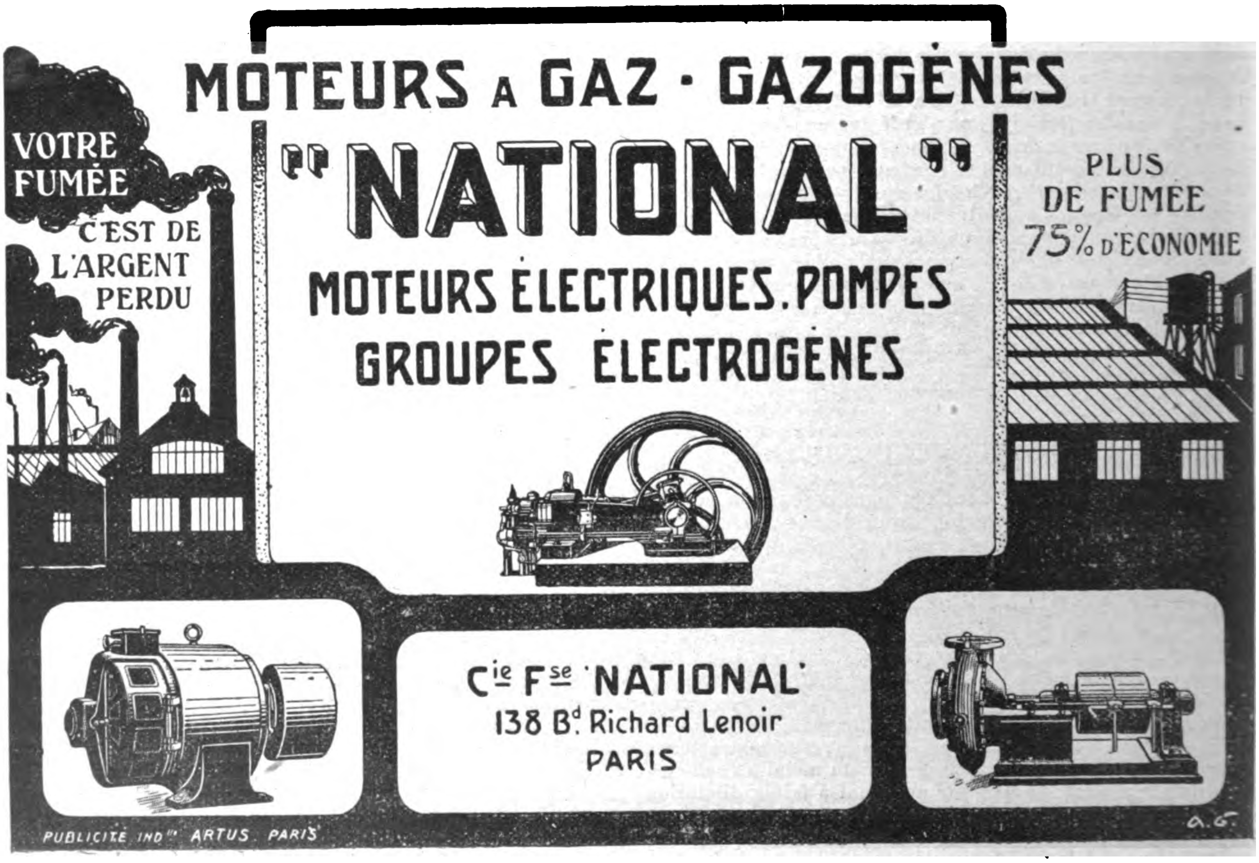
ÉLECTRO-MASSEUR

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

Téléph. **Gutenberg 47-80.** *Télég.* **C.spir-Paris.**



Digitized by Google

lithium. — Les expériences n'ont révélé aucun lien direct entre la grandeur des effets de dispersion anomale et la longueur d'onde. Tandis que, pour la plupart des éléments, les lignes dont le caractère les rend propres à présenter cet effet se trouvent dans le bleu et le violet, la forte dispersion anomale obtenue pour les raies D, les raies du baryum dans le rouge et la raie $\lambda = 6\,708$ du lithium montrent que les raies de forte absorption peuvent produire des effets intenses dans une région quelconque du spectre. — A. B.

621.36 : 664. 655.1. — Cuisson électrique du pain la nuit. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, juin 1917, t. VIII, p. 159-161, 1 000 mots. — Les 6 000 fours de boulangers existant en Suisse cuisent environ 4 millions de quintaux de pain par an. Ils sont chauffés presque tous au charbon, dont ils consomment au moins 1 million et demi et probablement 2 millions de quintaux qui représentent une sortie de 12 à 15 millions de francs. Cette dépense annuelle pourrait être facilement évitée par l'utilisation nocturne de la force motrice hydraulique déjà aménagée. Actuellement on ne compte qu'une douzaine de fours électriques en fonctionnement et autant en construction. Or, même avec les anciens prix du charbon, le four électrique pourrait rivaliser avec les fours ordinaires; depuis la guerre, il est bien plus économique, surtout avec le tarif de nuit appliqué au courant; l'économie atteindrait 3 à 4 millions pour l'ensemble des fours au prix actuel. Mais la question dépend de l'utilisation nocturne de l'énergie et pour cela il faut encourager le travail de nuit, tant pour la cuisson elle-même, que pour la préparation de la pâte. Il faut donc combattre la tendance actuelle à limiter de plus en plus le travail de nuit pour la boulangerie en Suisse. — J. C.

631.364.5. — A propos de la discussion sur la cuisine électrique et l'économie de combustible pour l'hiver prochain. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, juin 1917, t. VIII, p. 164-172, 4 900 mots. — Voici les principales conclusions du rapport Wyssling à ce sujet : c'est une nécessité pour la Suisse de remplacer les combustibles étrangers par l'utilisation de ses forces hydrauliques, mais ce programme est difficile à réaliser maintenant faute de main-d'œuvre et de matériaux. Il faut suivre l'ordre logique suivant : 1° éclairage; 2° force motrice et chemins de fer; 3° cuisine et petites applications thermiques; 4° chauffage; 5° électrochimie. — Pour l'éclairage et la force motrice, l'emploi de l'électricité est déjà le plus économique. Ce n'est pas encore le cas pour le chauffage, sauf quelques exceptions. Quant à la cuisine électrique, elle peut dès maintenant, en bien des régions de la Suisse, concurrencer l'ancienne cuisine au bois ou au charbon. — La consommation de courant varie du simple au triple suivant les personnes. Il y a équivalence entre le gaz et l'électricité quand le kilowatt-heure coûte la moitié du prix du mètre cube de gaz. La puissance utilisée pour la cuisine d'une famille est environ dix fois celle nécessaire à l'éclairage, la consommation est de 200 à 500 kw-h par personne et par an (moyenne 400). L'adoption de la cuisine électrique par toutes les personnes qui emploient l'éclairage nécessiterait le remplacement des canalisations par d'autres de section sept à neuf fois plus forte. En la rendant une fois et demie plus forte, on pourrait desservir 1/10 des familles si les lignes sont prévues pour l'éclairage seul et 1/5 si elles sont prévues pour la force motrice. Il faudrait pouvoir augmenter la charge des transformateurs dans la même proportion. — La surcharge maximum serait de 20 à 30 pour 100 pour desservir 1/5 des familles et de 250 pour 100 pour les desservir toutes, mais sa durée serait réduite de 3 000 à 2 200 h environ. Le prix du kilowatt-heure doit être abaissé en conséquence à 8 ou 10 centimes avec un supplément de 1 ou 2 centimes en hiver. On peut aussi établir un tarif double, l'un pour la lumière, l'autre pour la cuisine et même un troisième tarif plus faible pour le service de nuit (eau chaude). Les prix correspondants du kilowatt-heure devraient être voisins de 40, 8 et 4 centimes. — J. C.

621.364.3. — Le chauffage électrique des églises; GUEX-ABEGG (Horgen). *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, juin 1917, t. VIII, p. 158-159, 800 mots. — Le chauffage électrique des églises convient particulièrement bien pour l'utilisation de l'énergie supplémentaire des usines, surtout lors du chômage dominical. La solution la plus adoptée est celle des poêles disposés sur le sol ou le long des murs. Une autre solution consiste dans l'installation de chaufferettes pour les pieds; elle occasionne de grands frais. On a même employé parfois la combinaison des deux systèmes. — L'auteur cite l'installation de l'église protestante de Horgen (automne 1916). Sous le sol de l'église est construit un four en maçonnerie contenant une batterie chauffante, qui envoie de l'air chaud dans la nef par une bouche de chaleur; l'air froid revient à la partie inférieure du four par deux bouches placées à quelque distance accomplissant ainsi un circuit fermé. — On utilise le courant à 500 v qui alimente des fabriques voisines. Cette tension se prêtait mal à l'installation de poêles séparés et on a utilisé pour la batterie l'ancien calorifère au coke. L'église comporte 1 500 places assises et cube 8 000 m³. Les fenêtres ont une surface de 150 m², la batterie chauffante se compose de deux poêles de 100 kw en parallèle de chacun 33 éléments, disposés par 3 étages de 11 en forme de fer à cheval, et facilement démontables. On a donné une résistance plus grande aux éléments supérieurs, pour diminuer le courant correspondant. Pour diminuer les pertes, les parois du four sont recouvertes de plaques d'éternite avec interposition d'une lame d'air de 3 cm, le chauffage est réglable suivant trois régimes, les trois phases restant toujours également chargées. Pour toute la saison (40 chauffages), on a dépensé 23 000 kw-h, soit 570 par chauffage, la température moyenne était maintenue à 12°, les frais d'installation et montage se sont élevés à 5 500 fr. — J. C.

621.364.5. — Le chauffage et la cuisson électrique. *Electrical Review*, 1er juin 1917, t. LXXX, p. 598-599, 700 mots. Extrait d'une communication de M. C. SCOTT à la « Birminghan and district electric club ». — Pendant les quatre dernières années, le chauffage et la cuisson électriques ont été des concurrents sérieux pour les autres procédés de chauffage et de cuisson, grâce surtout à l'invention de l'alliage nickel-chrome pour résistance. Il n'y avait auparavant aucun métal vulgaire qui pût demeurer au rouge dans l'air, pendant un temps assez long, sans s'altérer. Par la suite, l'appareil de chauffage électrique le plus populaire, le foyer électrique, n'aurait pas pu exister sans le fil nickel-chrome. Pour être pratique, un appareil de chauffage électrique doit avoir l'aspect d'un foyer incandescent, qui attire l'œil; il doit assurer une libre circulation d'air, afin d'échauffer l'air dans la pièce, et émettre une quantité d'énergie rayonnante sufsante pour chauffer, par le seul rayonnement, toute personne placée devant. — Suivent quelques indications sur la construction des foyers et des cuisinières électriques. A. B.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

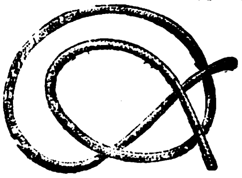
621.374 : 669. 2. — L'affinage des métaux précieux. Installation de l'usine genevoise de dégrossissage d'or; H. LACROIX. *Bulletin technique de la Suisse romande*, 10 et 24 mars 1917, t. XLIII, p. 41-44 et 49-51, 3 600 mots, 7 fig. — Les métaux dits précieux, or, argent, platine, iridium, palladium, etc., nécessitent d'être à peu près chimiquement purs pour être travaillés ou entrer dans la composition des alliages. Si nous prenons, par exemple, le cas de l'or, il est généralement mélangé à du platine, du cuivre, du plomb dont il faut le débarrasser par l'affinage. Cet affinage, autrefois, se faisait chimiquement; aujourd'hui, il se fait surtout par des procédés électrolytiques. — Nous allons décrire rapidement les procédés employés. Le métal à purifier est coulé en plaques qui sont destinées à former les anodes des électrolyseurs. Les cathodes sont formées primitivement de minces plaques du métal pur. Chaque métal possédant une tension de séparation bien définie au-dessous

Digitized by Google

ISOLANTS

L. P. S.

Grand stock permanent



TUBES ISOLANTS FLEXIBLES

ET

TUBES TRESSÉS COTON ET SOIE NON IMPRÉGNÉS

L'Isolant le plus efficace pour toutes connexions intérieures dans les Appareils Électriques. Excellent pour remplacer les tubes caoutchouc périssables. Très flexible, à l'épreuve de l'eau et de l'huile, grande résistance électrique.

ISOLANTS, VERNIS, SOIE, TOILE, PAPIER ET RUBAN (coupe droite et en biais)

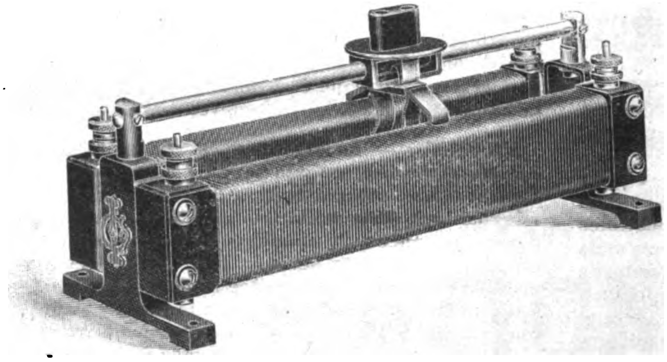
Rubans et tresses en coton et soie de toutes sortes

MICA, ÉBONITE, FIBRE, PRESSPAHN, LEATHEROID

The L. P. S. ELECTRICAL COMPANY, 14, Howick Place, Westminster, LONDRES S. W. I.

RÉSISTANCES

Pour Laboratoires et Écoles, pour Télégraphie et Télégraphie sans fil.
Parois pour le chargement des Accumulateurs dans les Mines, etc.



La construction de ces Résistances est une spécialité de notre Maison et nos ateliers peuvent fournir une grande quantité de types variés.

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT
DE LA MARINE ANGLAISE & JAPONAISE
DE L'ARMÉE ANGLAISE
DU GOUVERNEMENT RUSSE, ETC.

ISENTHAL & C°. L^td,

Denzil Works, Willesden,

LONDON, N. W. 10

LEATHEROID

Isolant de premier ordre pour cannelures d'induits etc...

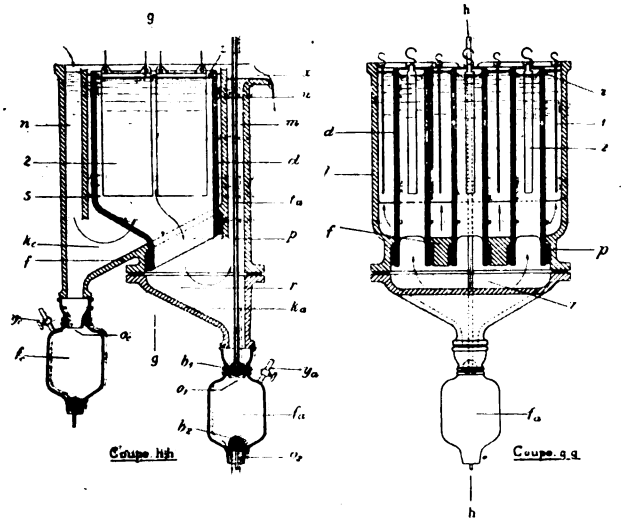
se livre en rouleaux ou en feuilles de 1/10 à 5/10 et au-dessus.

MICANITE-FIBRE

MARCEL CADIOT Fils et Successeur de E.-H. CADIOT et C^ie,
31, rue de Maubeuge — PARIS.

Digitized by Google

de laquelle il ne se dépose pas électrolytiquement, et les métaux précieux étant ceux qui se déposent sous les tensions les plus faibles, il suffira, pour l'affinage, de régler convenablement la tension, tout en choisissant un électrolyte approprié. Les appareils électrolyseurs de l'usine genevoise de dégrossissage d'or sont entièrement nouveaux. Les cuves ordinaires ont été remplacées par des « électrolyseurs » spéciaux munis d'un dispositif de soutirage qui permettent de réaliser les trois conditions suivantes favorables au rendement maximum : séparation complète des anodes d'avec les cathodes ainsi que des parties de bain dans lesquelles elles plongent ; une circulation rationnelle du bain le long des électrodes qui permet d'amener continuellement les quantités nécessaires de bain frais ; un dispositif de soutirage permettant de recueillir automatiquement et soutirer à tout moment, sans interruption de marche ni trouble, les produits qui se détachent des électrodes. — L'électrolyseur (fig. 1 et 2) se compose de deux compartiments indépendants séparés par des parois en terre poreuse : 1° le compartiment anodique formé de l'espace intérieur des diaphragmes cellulaires d, le réservoir r et le canal de sortie m qui conduit au trop plein x ; 2° le compartiment cathodique formé par l'espace extérieur au diaphragme d et



621.374 : 669.2. — Coupes de l'électrolyseur.

la trémie k_c et qui est limité par les parois u, s et le fond incliné f. Ce fond incliné f est percé de trous qui traversent les prolongements inférieurs p des diaphragmes qui sont ainsi mis en communication avec le réservoir inférieur. — Les anodes 2 sont formées avec l'alliage à traiter et suspendues à l'intérieur des diaphragmes. L'électrolyte est introduit par le canal n, pénètre par le bas dans le compartiment cathodique, monte le long des cathodes, pénètre dans le compartiment anodique par les parois ou les trous z des diaphragmes, descend le long des anodes dans l'espace r, remonte dans le canal m et s'échappe par le trop-plein x. — Pendant l'opération, les constituants insolubles des anodes tombent au travers de p ; les parties les plus lourdes glissent sur le fond incliné de la trémie k_a et se rassemblent dans le flacon f_a. Les parties les plus légères sont entraînées par le bain dans le canal m hors de l'appareil et recueillies sur un filtre. Les dépôts non adhérents aux cathodes tombent sur le fond incliné f et vont se rassembler dans le flacon f_c. Les constituants des anodes sont donc séparés en : 1° dépôt adhérent aux cathodes que l'on retire avec les cathodes (métal pur, affiné) ; 2° dépôt cathodique non adhérent qu'on soutire du flacon f_c ; 3° résidus anodiques lourds qu'on soutire du flacon f_a ; 4° résidus anodiques légers qu'on recueille sur un filtre hors de l'appareil.

— Pour soutirer les produits accumulés dans les flacons f_c et f_a on opère de la façon suivante : le bouchon b_1 qui est normalement soulevé de son siège ou complètement sorti de l'appareil est descendu à l'aide de la tige creuse t_a de façon à boucher l'orifice o_1, puis on soulève le bouchon b_2, le flacon f_a se vide facilement, l'air pénétrant par la tige creuse t_a. Une fois f_a vidé, on rebouche o_2 à l'aide de b_2 et en ouvrant le robinet y_a on remplit le réservoir de liquide électrolytique, ceci fait, on ferme y_a et soulève b_1, on n'a ainsi causé aucune agitation ni aucune variation de niveau dans l'électrolyseur. — Ces dispositions assurent le minimum de pertes d'électrolyte et une usure régulière des anodes. — On voit, d'après ce qui précède, que l'affinage d'un lingot doit se faire par plusieurs opérations successives, chaque opération devant éliminer une impureté. — L'auteur donne ensuite la description des installations de l'usine genevoise de dégrossissage d'or et détaille les diverses opérations pour le traitement du cuivre, de l'or et de l'argent ; nous renvoyons pour plus amples renseignements au « Bulletin technique de la Suisse romande » ayant voulu surtout, dans cette documentation, signaler aux métallurgistes l'intéressant appareil électrolyseur de l'usine genevoise de dégrossissage d'or. — H. C.

621.372 : 669.16. — La fonte synthétique; A. Pawlowski. *La Nature*, 14 juillet 1917, 45e année, n° 2285, p. 17, 1 800 mots, 5 fig. — La fonte était préparée autrefois au bois, puis au coke dans des hauts fourneaux. L'introduction de l'électricité dans la métallurgie de l'acier a fait penser qu'on pourrait aussi fabriquer la fonte électriquement. Plusieurs essais furent exécutés au Canada et en France. Les fours employés étaient, au Canada, le four Héroult et, en France, à Livet, le four Keller. Les résultats obtenus furent satisfaisants, mais le four électrique ne pouvait rivaliser avec le haut fourneau que dans les pays où le coke était cher et l'énergie électrique à bon marché ; il a cependant le grand avantage de donner des fontes très pures et de permettre d'utiliser des minerais renfermant des matières nuisibles aux hauts fourneaux. — Les besoins de la guerre ont forcé la France à employer ses ressources en énergie hydro-électrique à la production des fontes pures nécessaires au matériel d'artillerie ; toutefois, on n'a pas encore construit de haut fourneau électrique proprement dit, on s'est contenté de partir de déchets d'acier pour préparer des fontes synthétiques. Dès l'année 1908, M. Ch. Keller avait pris un brevet pour un procédé de fabrication de fonte synthétique, qui consistait à introduire des quantités déterminées de carbone et de silicium dans un lit de fusion de tournures d'acier. Le système fut perfectionné, et, en 1915, M. Ch. Keller mettait au point une méthode permettant d'obtenir directement au four électrique la fonte aciérée nécessaire à la fabrication des projectiles. La fonte aciérée obtenue pouvait être utilisée immédiatement pour fondre des obus ; si elle devait être expédiée au loin, les fondeurs n'avaient qu'à la refondre simplement au cubilot. Dans ce dernier cas, il faut tenir compte de ce que la fusion au cubilot recarbure de 0,20 pour 100 environ, et oxyde le silicium dans la proportion de 0,25 pour 100 environ ; de plus, il faut tenir compte du pourcentage des jets de coulée et de masselote réintroduits dans la fusion. On obtient ainsi une fonte contenant de 2,8 à 3 pour 100 de carbone et 1,8 à 2 pour 100 de silicium, ce qui rend presque inutile l'addition d'acier au cubilot. On peut, d'ailleurs, modifier ces teneurs à volonté. La désulfuration complète du métal s'obtient très facilement en présence d'une scorie basique, étant données les températures très élevées que l'on peut atteindre au four électrique. Les teneurs en phosphore et en manganèse ne varient pas sensiblement. Les fontes synthétiques ainsi préparées présentent les qualités suivantes, elles sont dosées exactement, sont très pures, peu sulfureuses, et contiennent 0,05 de phosphore avec les rognures utilisées. — M. Ch. Keller, devant les résultats obtenus, a songé à modifier les procédés actuels de fabrication électrique de l'acier ; voici comment il opère. Il produit d'abord un acier brut de teneur en carbone et en

Digitized by Google

Marque de Fabrique

ATELIERS DE CONSTRUCTION D'INSTRUMENTS
— DE PRÉCISION —

OTTO BILAND

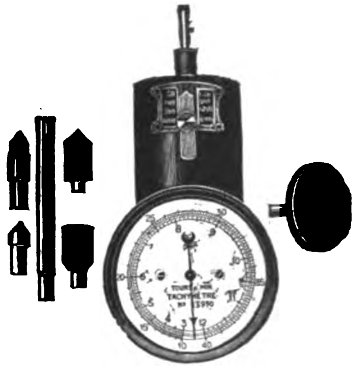
S^T-IMIER (Suisse)
MAISON EXCLUSIVEMENT SUISSE, FONDEE EN 1906

Médaille d'Or — Exposition Nationale Suisse, Berne, 1914

TACHYMÈTRES
TACHOSCOPES ET COMPTEURS DE TOURS

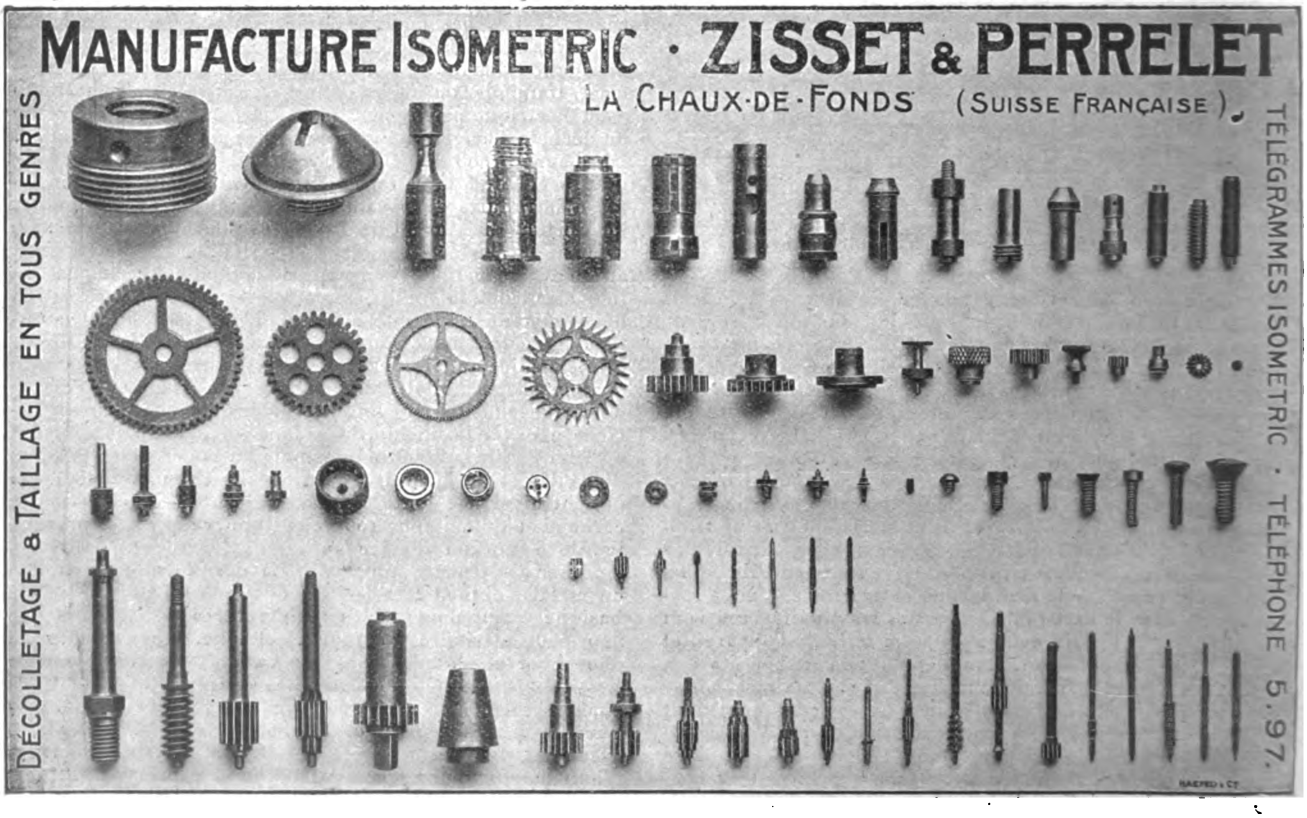
MONTRES
POUR LES
USAGES TECHNIQUES

APPAREILS GRAPHIQUES
POUR LES
RECHERCHES MÉDICALES
ET
PHYSIOLOGIQUES



REPRÉSENTANT GÉNÉRAL
POUR LA FRANCE
DES
TACHYMÈTRES "BILAND"
ZIVY & C^IE
29, rue de Naples, PARIS-8^e.

FABRICATION DE COMPTEURS SPÉCIAUX SUR DEMANDE



silicium supérieure à celle qu'on veut réaliser, en fondant es tournures par voie continue dans des fours électriques d'élaboration, l'acier ainsi traité est alors versé dans un four d'affinage à débit élevé et qui peut être un four Martin. Ce procédé est rapide et économique. La déphosphoration s'effectue en seconde phase avant les additions de désoxydation et de dosage. — Plusieurs usines ont été montées pour l'application du procédé Keller, et travaillent sans relâche pour la défense nationale. La fabrication de la fonte synthétique a rendu d'immenses services au pays et a permis l'emploi des tournures d'acier jusqu'ici inutilisées. — H. C.

621.373 : 661.96. — L'hydrogène électrolytique; *Génie civil*, 27 janvier 1917, t. LXX, p. 65, 260 mots.

621.376 + 628.335. — Le traitement électrolytique des eaux d'égout à Durant, (Oklahoma, E.-U). *Génie civil*, 10 février 1917, t. LXX, p. 100-101, 700 mots.

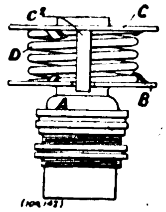
669.716.1. — Appareil pour fondre l'aluminium sous pression. *Génie civil*, 6 janvier 1917, t. LXIX, p. 19, 1 fig., 150 mots.

661.5 + 661.62. — La fixation de l'azote atmosphérique; Daniel FLORENTIN. *Génie Civil*, 19, 26 mai, 2, 9 et 16 juin 1917, t. LXX, p. 319, 333, 353, 369, et 384, 19000 mots, 12 fig. — Notre confrère le « Génie civil » a publié un article des plus complets sur la fixation de l'azote atmosphérique par M. Daniel Florentin. L'auteur, après avoir rappelé quelles étaient les différentes sources naturelles et industrielles de l'azote, étudie les différentes méthodes de fixation de l'azote atmosphérique. Ces procédés reposent sur les principes suivants : 1° oxydation directe de l'azote de l'air (procédés Birkeland-Eyde, Schœnherr, Pauling), procédé Haüsser (explosion de gaz comprimés) ; 2° union de l'azote et de l'hydrogène pour fournir l'ammoniaque (procédé Haber) ; 3° fixation de l'azote sur les métaux ou les combinaisons métalliques avec formation d'azotures (procédé Franck et Caro : fixation de l'azote sur le carbure de calcium ; procédé Serpek : fixation de l'azote sur l'aluminium). — L'auteur passe en revue, avec beaucoup de détails, ces différents procédés de fixation, et il termine en montrant que, grâce aux nouveaux procédés, on peut obtenir des quantités théoriquement indéfinies de nitrates et de sels ammoniacaux. On pourra ainsi, au moyen d'engrais azotés, augmenter considérablement les rendements culturaux ; notre sol de France, par exemple, pourra suffire à nourrir près de 100 millions d'habitants. L'installation d'usines de produits azotés aurait de plus l'avantage de nous rendre indépendants de l'étranger, de diminuer ou même supprimer, nos importations de nitrates et, par conséquent, d'améliorer notre change. — H. C.

621.365 : 669.745.1. — La réduction au four électrique des laitiers à manganèse : Ed. CONE. *Iron Age*, 28 décembre 1916 et 12 avril 1917. Etant donné le manque de minerais manganiques, la Suède et l'Allemagne ont eu recours aux laitiers de certains fours métalliques qui sont très riches en protoxyde de manganèse MnO. — En Suède, par exemple, les laitiers des convertisseurs Bessemer contiennent jusqu'à 50 pour 100 de MnO, et les laitiers des hauts fourneaux fabriquant de la fonte manganique en contiennent environ 20 pour 100. — Les laitiers provenant des convertisseurs Bessemer et des hauts fourneaux sont réduits au four électrique en présence de charbon de bois. Le four utilisé est du même genre que ceux employés pour la fabrication du ferro-chrome ou du ferro-silicium. On recueille par ce procédé un alliage dont la teneur en manganèse est voisine de 60 pour 100 et celle du silicium est de 20 pour 100, pour les laitiers provenant des hauts fourneaux. Cet alliage remplace le ferro-manganèse dans la préparation des aciers au manganèse. Il paraitrait que l'Allemagne opère de même n'ayant pas assez de minerai pour satisfaire à sa consommation. — H. C.

ÉCLAIRAGE

621.328.2. — Lampes électriques ; E. FOWLER. *Brevet anglais n° 104 142*, 9 novembre 1916. Résumé dans *Engineering*, 29 juin 1917, t. CIV, p. 630. — Cette invention se rapporte à un support de lampe à incandescence comportant l'emploi d'un ressort destiné à absorber ou neutraliser l'effet des chocs et vibrations. Le support de lampe A porte une plaque B ayant une ouverture centrale ; une seconde plaque C similaire à la plaque B est pourvue d'une ouverture filetée par fixation à un tube ou toute autre pièce.

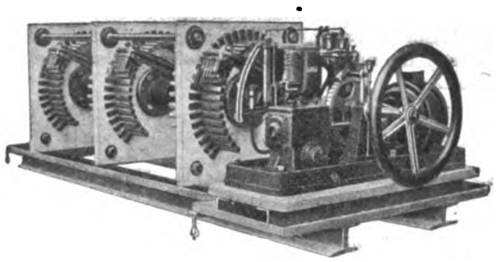


621.328.2 — Vue du support de lampe à ressort.

Entre ces deux plaques B et C est disposé un ressort spiral D dont les extrémités sont fixées en B et C. Si la lampe est fixée à l'aide de C, elle est suspendue par l'intermédiaire du ressort et soustraite aux chocs et vibrations ; pour éviter que le ressort soit soumis à des efforts de tension, les deux plaques B et C sont reliées par des tiges C_2 qui pénètrent dans des ouvertures convenablement pratiquées qui empêchent tout mouvement de rotation. — E. B.

621.326.4. — Perfectionnements aux lampes à incandescence. COMPAGNIE FRANÇAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON-HOUSTON. *Brevet français n° 482 720*. Demandé le 22 août 1914, délivré le 26 janvier 1917, publié le 20 avril 1917, 950 mots, 1 fig. — L'objet de l'invention est d'empêcher le noircissement des lampes à filament métallique, par exemple, à filament de tungstène. Le procédé consiste à placer dans la lampe un corps hygroscopique qui se vaporise lentement et dont la vapeur se combine à la vapeur du filament de manière à empêcher le noircissement de l'ampoule. On peut employer, par exemple, l'anhydride phosphorique dans un petit tube placé au queusot de la lampe, la tension de vapeur de l'anhydride est assez faible pour que le filament se comporte comme dans le vide. L'anhydride semble en outre absorber la vapeur d'eau qui peut s'échapper à la longue des parois et empêche ainsi l'action destructive de cette vapeur sur le filament. Il faut que, pendant le pompage de la lampe dans un four à la manière ordinaire, l'anhydride soit en dehors du four dans un tube convenable. Quand la lampe est séparée de la pompe, l'anhydride est amené en place et le tube dans lequel il se trouvait détaché de la lampe après scellement. On peut avoir, dans quelques cas, avantage à remplacer l'anhydride cristallin, par de l'anhydride fondu, moins facilement vaporisable à la chaleur du filament, et qui peut en conséquence être placé dans une cavité ménagée dans le support du filament. — M. L.

Digitized by Google



Régulateur automatique de glissement pour moteur triphasé.

Ateliers H. CUÉNOD

SOCIÉTÉ ANONYME

GENÈVE-CHATELAINE

MACHINES & APPAREILS MÉCANIQUES & ÉLECTRIQUES

SPÉCIALITÉS :

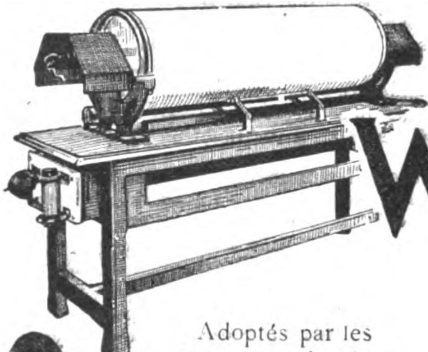
Régulateurs automatiques

SYSTÈME R. THURY

RÉGULATEURS AUTOMATIQUES EXTRA-RAPIDES

Nombreuses applications au réglage de tension, d'intensité, de puissance, de vitesse; Réducteurs automatiques d'accumulateurs; Survolteurs-dévolteurs de batteries à réglage automatique; Transformateurs survolteurs-dévolteurs automatiques; Appareils d'induction survolteurs-dévolteurs automatiques; Réglage automatique d'électrodes de fours; Réglage automatique du niveau de réservoirs; Réglage automatique de pression d'air ou de gaz; Réglage automatique de défibreurs.

Transformateurs à air libre et à bain d'huile. — Moteurs électriques industriels. — Moteurs électriques pour automobiles. Générateurs à haute tension pour courant continu. — Asservissements système R. Thury pour chemins de fer électriques.



Avec

Les Appareils WESTINGHOUSE Cooper Hewitt

Adoptés par les Arsenaux de l'Etat et la plupart des Grandes Usines déjà éclairées par le même système

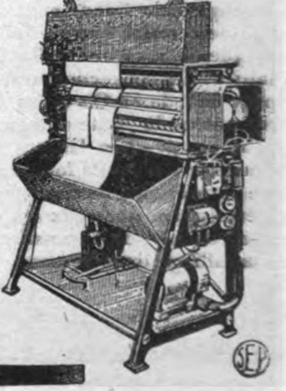
n'importe qui tire des **BLEUS IMPECCABLES**

n'importe où

n'importe quand

Avec la plus grande RAPIDITÉ la plus grande FACILITÉ ÉCONOMIQUEMENT

Demander notre Tarif 249.



THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT C° L^TD

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewitlight-Suresnes.*

USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE SURESNES, près PARIS 11, Rue du Pont.

TÉLÉPHONE WAGRAM 86.10

Digitized by Google

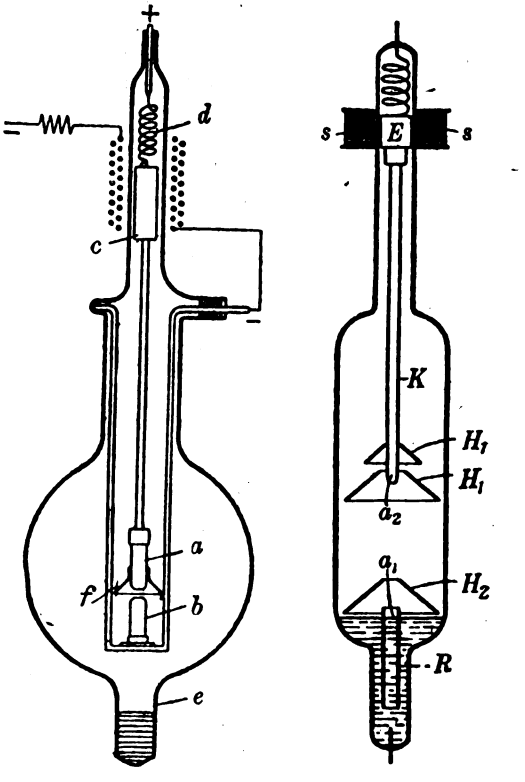
DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉCLAIRAGE

621.326.4. — Nouveau type de lampe électrique à incandescence avec filament métallique; Emanuel CEWENKA. *Brevet français n° 482427*, demandé le 29 juillet 1916, délivré le 26 décembre 1916, publié le 20 mars 1917, 1 150 mots, 5 fig. — 1° L'inventeur constate que, dans les lampes à filament à atmosphère d'azote, une quantité considérable de chaleur est transportée du filament sur l'ampoule de verre par conduction ou convection dans le gaz, et ensuite enlevée par les courants d'air qui règnent autour de la lampe. D'où une perte d'énergie, en outre la lampe chauffe, ce qui exclut presque son emploi pour des espaces fermés. L'inventeur propose d'éviter cet inconvénient en enveloppant l'ampoule de la lampe d'une seconde ampoule en verre et en faisant le vide entre les deux enveloppes. 2° Dans les lampes à incandescence, même à atmosphère gazeuse il y a toujours une vaporisation du filament qui provoque le noircissement de l'ampoule. L'auteur propose de conduire les particules vaporisées vers une région de la lampe où leur dépôt n'amènera aucune diminution de son pouvoir éclairant. A cette fin, il place à la partie supérieure un tube de verre autour duquel il enroule un des fils d'amenée du courant avant sa soudure au filament en une sorte de soléuoïde. Les particules dégagées du filament, entraînées dans le champ du solénoïde, vont se déposer à la partie supérieure de la lampe. — M. L.

621.327.2. — Lampe Nernst à vapeur. *Electrician*, 8 juin 1917, t. LXXIX, p. 397, 300 mots, 2 fig Extrait d'un article de *E. T. Z.*, 1916, n° 40. *Brevets allemands, nos 288228 et 288229*. — Nernst a décrit dans des brevets récents pris en Allemagne une lampe à vapeur assez analogue à la lampe Darrah et qui réalise nettement un progrès au point de vue du rendement. La lampe Nernst repose sur les phénomènes qui se produisent quand on fait jaillir un arc entre électrodes de carbone dans une atmosphère de chlorure ou de bromure de zinc. Ces phénomènes sont voisins de ceux qui s'observent dans la vapeur de mercure et autres métaux. Si la pression de la vapeur de chlorure de zinc est trop faible, la lumière est terne; mais aux pressions plus élevées, par exemple à la pression atmosphérique, l'arc devient éclatant. Les chlorures d'aluminium et de titane se comportent d'une manière analogue : le chlorure de titane convient particulièrement. Le rendement de ces lampes à chlorure est sensiblement le même que celui des lampes à vapeur de mercure à haute pression. — D'après le brevet, la lampe comprend une ampoule sphérique, représentée sur la figure 1, qui renferme deux charbons *a* et *b*. L'électrode supérieure est reliée au noyau de fer d'un solénoïde *c*, convenablement protégé contre les effets chimiques de la vapeur. L'extrémité inférieure de l'ampoule se prolonge par un tube très court qui renferme le sel à vaporiser. La volatilisation s'effectue sous l'influence d'une source externe de chaleur; on peut utiliser, pour cet objet, la résistance série à laquelle la lampe est reliée. — Dans un deuxième brevet, Nernst décrit une lampe à vapeur dans laquelle le principal milieu conducteur est la vapeur de mercure; pour obtenir une coloration plus agréable de la lumière, on ajoute un sel convenable. Le principe de la lampe consiste à ajouter un spectre de ligne à celui de la lampe à vapeur de mercure; de cette manière, on obtient de la lumière blanche. La vapeur de mercure a la propriété d'entraîner continuellement toute substance étrangère; les substances introduites se volatilisent avec le



621.327.2. — Fig. 1. Lampe de Nernst à vapeur de chlorure de zinc ou d'aluminium ou de titane. — Fig. 2. Lampe de Nernst à vapeur de mercure permettant d'obtenir de la lumière blanche.

mercure, se condensent et reviennent dans le cycle d'opérations. La figure 2 représente cette lampe. L'anode est constituée par du mercure et la cathode est un charbon de faibles dimensions K relié au noyau du solénoïde. Il est indispensable d'empêcher les gouttes de mercure et de sel qui se condensent d'atteindre l'arc; aussi à l'intérieur du tube a-t-on soudé de petites pièces coniques de verre qui entourent le carbone. Les gouttes qui tombent se volati-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

CONDENSEURS & ÉJECTAIR BREGUET

(BREVETS DELAPORTE)

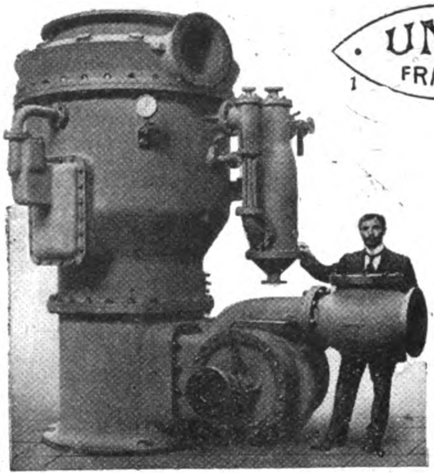
CONDENSEURS PAR MÉLANGE ET PAR SURFACE

UNIS FRANCE

STATIONS CENTRALES

APPLICATIONS GÉNÉRALES DU **VIDE**

Notices et Références sur demande.



CONDENSEUR PAR MÉLANGE : 26.000 KIL. VAPEUR PAR HEURE

MAISON BREGUET

Société anonyme : capital 4.000.000 de fr.

SIÈGE SOCIAL : 19, rue Didot, PARIS

SERVICE COMMERCIAL : 34, rue de Châteaudun, PARIS

UNIS FRANCE JF

JAPY

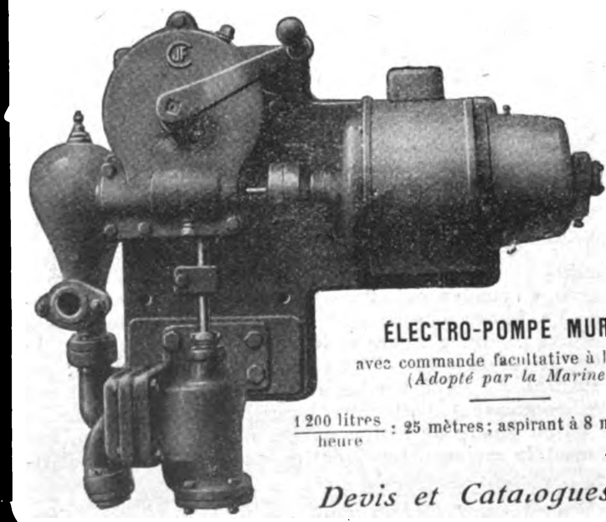
Frères & Cie

Service CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

BEAUCOURT

(Haut-Rhin Français).

Succursale à PARIS { 7, rue du Château-d'Eau
3, boulevard Magenta



ÉLECTRO-POMPE MURAL
avec commande facultative à la main
(Adopté par la Marine)

1 200 litres / heure : 25 mètres; aspirant à 8 mètres.

MOTEURS

DYNAMOS

APPLICATIONS

APPAREILLAGE

Devis et Catalogues sur demande. ❖ **Nouvelles Séries**

Nos ateliers restent ouverts pendant la durée des hostilités.

lisent sur la surface du mercure. Une autre pièce conique de verre est disposée au-dessus du mercure afin de conduire la vapeur dans l'arc. S'il passe un courant intense, la vapeur de mercure s'élève rapidement de l'arc, d'où résulte un mouvement de succion à la partie inférieure qui entraîne une quantité suffisante de vapeurs salines. Un mélange salin paraissant donner de bons résultats est le suivant :

Chlorure de zinc	70 pour 100
Chlorure de calcium	15
Chlorure de thallium	5
Chlorure de lithium	5
Chlorure de cæsium	5

Une lampe de ce genre, sans résistance en série, donne une intensité lumineuse de 3000 bougies hefners sous 120 v; elle consomme 4 A et a donc une consommation de 0,16 w par bougie hefner, ce qui réalise un progrès notable sur les autres lampes électriques. — A. B.

621.326.3. — Sur la lumière concentrée émise par les nouvelles lampes à incandescence; Dr Schroter. *E. T. Z.*, 21 juin 1917, n° 25, p. 336-337, 1850 mots. — Tout appareil d'éclairage doit produire une lumière se rapprochant le plus possible de la lumière naturelle par sa couleur et par sa répartition. L'auteur indique les moyens d'y parvenir et estime que, dans l'industrie actuelle, cette considération est éclipsée par celle du rendement. L'action comparative de la lumière émise par les lampes 1 w et les lampes demi-watt est étudiée, ces dernières ayant une émission beaucoup plus intense. Les constructeurs de lampes doivent donc établir un compromis entre les points de vue économique et hygiénique; l'auteur donne, avec exemples à l'appui, le moyen d'y parvenir. — D'après la théorie de Young et Helmholtz, le spectre de la lumière artificielle doit être légèrement plus riche en rayons jaunes que le spectre solaire pour reproduire l'impression de la lumière blanche. Des travaux tendant à déterminer la coloration de lumière la plus favorable sont actuellement en cours, mais il est déjà certain que les rayons bleus doivent être exclus de la lumière utilisée pour des travaux demandant un effort soutenu de la vue tels qu'écriture, dessin, etc... (Das Schülhaus 1915, p. 402 et ss.). Dans ce cas, le port de lunettes jaunes est avantageux. L'éclairage au moyen de lampes de Moore serait très hygiénique, mais ne répond malheureusement pas à un but pratique. — P. G.

621.326 (015). — Le courant thermo-ionique dans les lampes à incandescence; W. Del Regno. *Elettricista*, 1er avril 1917, t. xxvi, p. 49-51, 2800 mots.

621.323. — Appareil contrôleur électrique applicable notamment comme régulateur pour lampes à arc; Herman Goldberg. *Brevet français n° 482455*, demandé le 31 juillet 1916, délivré le 28 décembre 1916, publié le 22 mars 1917, 4900 mots, 9 fig. — Le brevet décrit un régulateur de lampes à arc. Quand le courant dans l'arc vient à baisser, le dispositif breveté ferme le circuit d'un solénoïde et fait fonctionner un mécanisme commandé par le noyau de celui-ci, comme il est habituel dans les lampes à arc, de sorte que les charbons se rapprochent l'un de l'autre. Ce dispositif consiste en un électro-aimant portant deux enroulements dont l'un est en série avec l'arc et l'autre en dérivation sur la canalisation d'alimentation, ces deux enroulements ajoutent leurs effets. Cet électro-aimant attire, malgré l'action d'un ressort, une armature qui ouvre le circuit du solénoïde signalé précédemment ; si le courant vient à baisser dans l'arc, le ressort ferme le contact du solénoïde et celui-ci fait se rapprocher les charbons. L'allumage, c'est-à-dire le rapprochement au contact puis l'éloignement des charbons est fait à la main à l'aide d'un volant. Pendant cette opération aucun courant ne doit passer dans la bobine série de l'électro-aimant ; ceci est assuré par un contact, commandé par une seconde armature, et qu'un ressort tend à maintenir ouvert malgré l'électro-aimant. — M. L.

621.323. — Interrupteur automatique de lumière actionné par des crépuscules; Eugène Steiger. *Brevet français n° 482771*, demandé le 2 septembre 1916, délivré le 30 janvier 1917, publié le 26 avril 1917, 2300 mots, 2 fig. — L'invention se réfère à des perfectionnements aux appareils qui utilisent l'action de la lumière sur une cellule de sélénium pour allumer automatiquement une lampe au coucher du soleil et l'éteindre au lever du jour. Ces appareils comprennent généralement des organes très sensibles et compliqués et une série de relais parce que, pour protéger les éléments en sélénium contre une surcharge de courant, on ne peut employer que des courants très faibles. En outre, il faut des différences de lumière relativement grandes pour faire fonctionner ces interrupteurs de lumière qui, par suite, jouent toujours trop tard. — Cet inconvénient est évité automatiquement, dans le dispositif breveté, par une résistance de compensation intercalée dans le circuit de l'élément de sélénium, protégeant l'élément de sélénium contre toute surcharge de courant quand la lumière augmente, se mettant en fonction et hors de fonction automatiquement, et faisant fonctionner l'interrupteur de courant de lumière au moment voulu. La partie fondamentale de l'appareil est une languette pouvant osciller entre des électro-aimants polarisés et entraînant dans son mouvement un levier qui ouvre ou ferme un contact à chacune de ses extrémités. — M. L.

621.326.15. — Procédé pour faire le vide dans des ampoules de lampes à incandescence; Charles Orme Bastian. *Brevet français n° 482397*, demandé le 28 juillet 1916, délivré le 22 décembre 1916, publié le 16 mars 1917, 2550 mots, 2 fig. — L'auteur rappelle que le procédé pour « pomper » une lampe à filament métallique à atmosphère d'azote ou d'argon, on commence par pomper l'ampoule pendant plusieurs heures dans un four où elle est maintenue à une température élevée, qu'on fait passer en même temps du courant dans le filament de manière à le porter à l'incandescence ; ensuite, on introduit dans la lampe une charge, soigneusement préparée, parfaitement sèche, et exempte d'oxygène, d'azote ou autre gaz choisi. L'auteur a découvert que cette préparation de la lampe pouvait se faire sans pompe, sans traiter électriquement le filament, au moyen des effets combinés et prolongés de la chaleur et d'une action chimique. On peut, par exemple, placer du phosphore rouge dans l'ampoule fermée ; on le chauffe de manière à le transformer en phosphore jaune amorphe qui se combine avec tout l'oxygène de l'atmosphère de l'ampoule, ou occlus dans le verre, les fils conducteurs, le filament, etc. et laisse une atmosphère d'azote. Le pentoxyde de phosphore ainsi formé servira à absorber toute vapeur d'eau qui peut exister ou venir à se former à l'intérieur de cette ampoule. Le phosphore rouge peut être remplacé par le sodium. Les résidus de l'oxydation peuvent être évacués sans détruire le scellement de la lampe en les concentrant dans une poche que l'on sépare ensuite. On peut enfin trouver avantageux de faire un vide partiel préalable dans la lampe en y faisant bouillir une gouttelette de mercure. — M. L.

621.32 : 351.838 2. — Sur la réglementation de l'éclairage des ateliers; C.-E. Clewell. *El. Rev. and West. El.*, 10 février 1917, t. lxx, p. 236-240, 4000 mots, 10 fig.

621.32 : 351.838.2. — Utilité d'un éclairage rationnel des locaux industriels; C.-E. Clewell. *Electrical World*, 2 juin 1917, t. lxix, n° 22, p. 1052-1055, 2600 mots, 6 fig.— L'auteur expose les nombreux avantages de l'éclairage rationnel des locaux industriels, d'abord au point de vue de l'hygiène du personnel, ensuite au point de vue de l'économie de l'entreprise. Un bon éclairage augmente en effet le rendement du personnel, la rapidité et la précision du travail. La plupart des industriels américains ont bien compris l'avantage qu'ils pouvaient tirer de cette cause et se sont adressés aux nombreux ingénieurs éclairagistes que possède actuellement l'Amérique, pour l'installation d'un éclairage de leurs locaux établi sur des bases scientifiques. L'auteur,

Digitized by Google

A. W. PIDWELL

PARIS — 23, Boulevard Malesherbes — PARIS

Téléphone : *LOUVRE 03-31*

TOLES — FERS — FONTES

Feuillards laminés à froid et à chaud
Fil Machine — Billettes — Pointes — Tubes
Fils de fer et d'acier recuits, clairs, galvanisés, étamés

PLOMB — ZINC — CUIVRE

Matériel de Chemin de fer

Locomotives, Wagons, Ponts, Grues
Rails et Accessoires — Outillage pour Usines

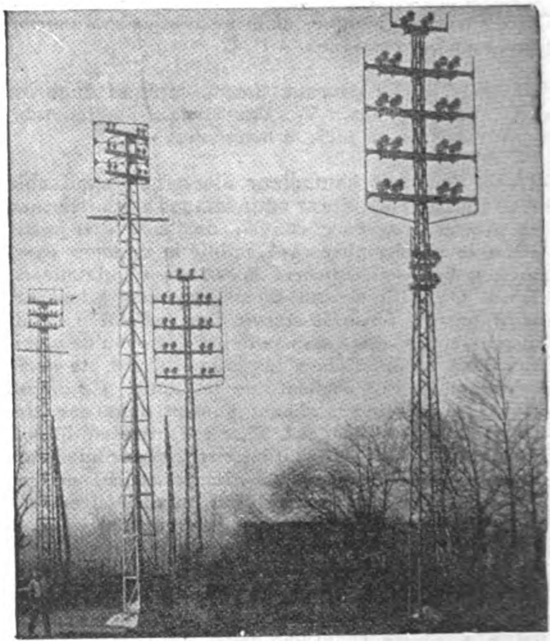
Agences à LONDRES, NEW-YORK, CLEVELAND

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES

Armand D. RIVIÈRE et Cie

Société en Commandite par Actions au Capital de 2.000.000 de francs

11 et 13, rue de Belzunce, PARIS (Xe)



Entreprises Générales d'Électricité

TRANSPORT DE FORCE A HAUTE TENSION

STATIONS CENTRALES

RÉSEAUX COMPLETS DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE

TRACTION ÉLECTRIQUE

CATENAIRE SYSTÈME Bté S.G.D.G.

Téléphone : Nord 48.48, Nord 53.61
Télégramme : Carpenrive, Paris

Digitized by Google

dans l'intention de convaincre les réfractaires, donne la description d'une installation moderne comportant des lampes à arc, des lampes à vapeur de mercure et des lampes à filament de tungstène et fait ressortir l'économie réalisée par cette transformation : le personnel de valeur abandonne les établissements sombres pour les locaux bien éclairés où il est mieux à même de remplir ses fonctions, de sorte que l'industriel qui refuse de réformer son éclairage n'emploie plus qu'un personnel de valeur médiocre ou constamment changeant. La lumière permet un nettoyage complet des locaux qui sont toujours dans un état de propreté parfait, au grand profit de l'hygiène. Dans certains locaux sombres les ouvriers ne peuvent pas effectuer un travail de précision pendant certaines heures de la journée, ce qui constitue une perte sèche pour l'industriel. En ce qui concerne le prix d'une installation d'éclairage, l'auteur l'établit pour un hall d'atelier d'une surface de 64 m² éclairé par 10 lampes à filament de tungstène de 60 w, dans lequel travaillent cinq ouvriers pendant huit heures par jour, au salaire quotidien de 4 dollars. En admettant des frais supplémentaires de 100 pour 100 pour le service du hall, la dépense est donc de 40 dollars par jour, soit 5 dollars par heure. Nous supposerons que les lampes fonctionnent 2 000 heures par an consommant 1 200 kw-h pendant ce temps. Les frais d'entretien de l'installation d'éclairage peuvent être évalués à 1 cent: kw-h et le prix de l'énergie à 2,5 cents: kw-h, ce qui fait une dépense annuelle de 42 dollars. Ajoutant à cela un amortissement de 6 pour 100 de l'installation (évaluée à 50 dollars) et une dépréciation de 12 pour 100 de la partie permanente de l'installation (estimée à 37,5 dollars), on obtient une dépense de 17 cents par jour pour l'éclairage. Donc si l'installation permet à chaque ouvrier d'économiser deux minutes par jour, le total des économies ainsi réalisées sera égal à la dépense faite pour l'éclairage. — P. G.

MÉDECINE ET HYGIÈNE

621.386. — Appareils radiologiques transportables fonctionnant avec des groupes électrogènes ; G.-C. Trabacchi. *Elettricista*, 1er mars 1917, t. xxvi, p. 33-34, 1 800 mots, 1 fig.

621.386. — Recherches radiologiques sur l'angle d'inclinaison du cœur humain ; Laurent Moreau. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 juin 1917, t. clxiv, p. 1014-1016, 1650 mots. — D'après les traités d'anatomie, l'angle d'inclinaison du cœur normal varie entre 55° et 60° : rappelons que cet angle, ouvert en bas et à gauche, est formé par la rencontre du grand axe du cœur avec la ligne médio-sternale. Les méthodes sémiologique et cardiotopo-magnétométrique donnent peu de précision; au contraire, par la radioscopie et l'orthodiagraphie, on obtient sur la poitrine du sujet la projection fidèle du cœur avec des dimensions exactes. Les résultats obtenus par l'auteur diffèrent sensiblement de ceux fournis par la clinique et l'anatomie. L'angle d'inclinaison du cœur varie entre 43° et 83° et oscille, dans 74 pour 100 des cas, entre 63° et 78°. L'auteur fait connaître ensuite les variations de cet angle avec l'état pathologique des sujets étudiés. — H. C.

APPLICATIONS DIVERSES

666.94 : 628.511. — La récupération des poussières des fours à ciment de l'usine de la Security Cement and Lime C° près Hagerstown (Maryland, E. U). *Génie civil*, 10 mars 1917, t. lxx, p. 166, 1 000 mots, 1 fig.

621.184.9 : 546.23. — Indicateur de densité de fumée basé sur les propriétés du sélénium. *Engineering*, 8 déc. 1916, p. 569, 300 mots, 1 fig. — L'opacité de la fumée qui traverse la cheminée peut fournir au chauffeur d'utiles indications pour la conduite des feux. L'appareil décrit consiste en deux boîtes hermétiquement closes que l'on place aux extrémités d'un même diamètre de la cheminée ; des plaques de verre forment leurs faces en regard. L'une renferme une lampe à incandescence et un système optique qui concentre en un faisceau parallèle les rayons émis par celle-ci, l'autre contient une cellule à sélénium traversée par un courant dérivé d'une canalisation d'éclairage et reliée à un galvanomètre placé à proximité du chauffeur. La résistance électrique du sélénium variant avec l'éclairement, l'opacité de la fumée, en modifiant cet éclairement, sera accusée par le galvanomètre. — J. B.

681.14+31. — Emploi des machines à calculer automatiques dans le service de la statistique ; Winkler. *E. T. Z.* n° 19, 10 mai 1917, p 256-258, 1850 mots, 7 fig. — L'auteur étudie l'application de la machine à calculer Hollerith aux travaux de statistique en général et en expose les avantages au point de vue de la rapidité, de la précision et de l'économie.

537.511 : 63. — Emploi d'air ionisé en agriculture ; Ingvar Jorgensen. *Electrical Review*, 27 octobre et 2 novembre 1916, p. 452-454, 499-500, 7 fig. — La production d'air ionisé peut s'effectuer au moyen du dispositif Newman. Lodge : l'une des extrémités du secondaire d'une bobine d'induction est mise à la terre, l'autre est reliée par l'intermédiaire de soupapes du type Lodge à un réseau de décharge constitué par des fils métalliques parallèles entre eux et disposé à 4,50 m du sol. Le réseau est porté par des isolateurs analogues à ceux qu'on utilise dans les transmissions d'énergie à haute tension. On fait passer un courant de 2 à 3 A dans le primaire et la longueur d'étincelle à l'éclateur, qui mesure la différence de potentiel entre le réseau et le sol, est de 1,5 à 2 cm. — La densité du courant entre le réseau et le sol dépend grandement des conditions météorologiques ; elle est de l'ordre de 10^{-12} à 10^{-11} A : cm². — Les expériences faites dans la ferme de Miss Dudgeon, de Lincludon House, Dumfries, sur une culture d'avoine ont indiqué un accroissement de grain de 30 pour 100 et un accroissement de paille de 58 pour 100 sur la récolte faite dans des champs non soumis à l'action électrique. Le courant réellement utilisé est très faible : il est de 3 A sous 50 v pendant 800 heures. Si ce courant avait pu être emprunté à une centrale, la dépense d'énergie eût été négligeable comparée à l'accroissement de récolte. Encore la superficie utilisée par Miss Dudgeon est-elle très faible (40 ares à peine) ; en outre la puissance dépensée dans le primaire de la bobine à induction (environ 150 w) est mal utilisée : de 10 à 20 w seulement s'échappent du réseau aérien. Le réseau est d'ailleurs la partie essentielle de l'installation, aussi importante que l'antenne dans une station de télégraphie sans fil. De la structure du réseau dépend le rendement de l'installation : avec une même énergie dépensée dans le primaire de la bobine d'induction on peut alimenter en air ionisé une superficie plus ou moins étendue. — A. B.

63.17. — La culture mécanique en France ; Ch. Dantin. *Génie civil*, 14 et 21 avril 1917, t. lxx, p. 237, 256-260, 8 000 mots, 12 fig.

546.17. — Les composés organiques de l'azote ; Ernest. C. Lathrop. *J. of Franklin Inst.* mars 1917, t. clxxxiii, p 303-321, 7 600 mots.

63.16 38.04. — La crise des engrais ; P. Sallior. *La Nature*, 14 juillet 1917, 45e année n° 2 285, p. 28, 2 000 mots. — L'auteur examine la situation actuelle de l'agriculture au point de vue des engrais minéraux. Il montre que cette situation n'est pas trop brillante, non pas parce que nous manquons de matières premières, mais par suite de la formidable consommation de ces matières par l'industrie de guerre et par suite du manque de main-d'œuvre et de moyens de transport. L'auteur étudie la situation particulière des phosphates, nitrates et de la potasse et les causes de la crise pour chacune de ces substances.

DIVERS

62 (021). — Electrical Engineering practice : A practial treatise for civil, mechanical and electrical Engineers with many tables and illustrations. (La pratique de

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

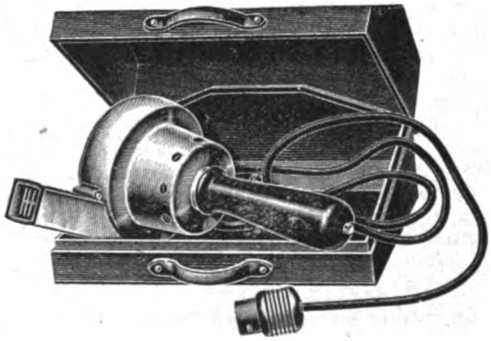
A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

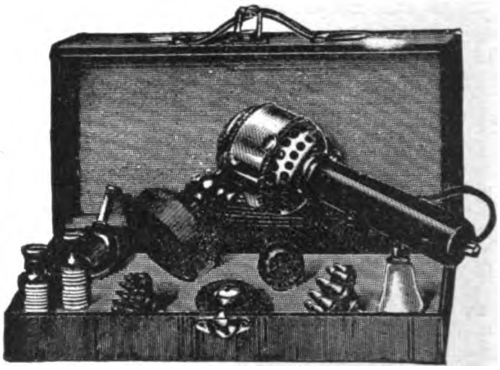
Dynamos, Phares, etc. --- Installations électriques sur voitures et canots automobiles.



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE

SÈCHE-CHEVEUX



ELECTRO-MASSEUR

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS

Téléph. **Gutenberg 47-80.** *Télég.* **C.spir-Paris.**

l'industrie électrique : Un traité pratique pour ingénieurs civils, mécaniciens et électriciens avec nombreuses tables et illustrations) ; J.-W. Meares et R.-E. Neale, 3e édition. Editeurs : E and F.-N. Spon Cie, Londres et Spon and Chamberlain New-York; prix 25 s. net.

62 (021). — Electrical Engineering : Advanced course (L'art de l'ingénieur électricien) ; E.-J. Berg. Editeurs : The Hill publishing Co Ltd, p. VIII + CCCXXXII ; prix : 15 s. net. Bibliographié dans *Electrician*, 11 mai 1917, t. LXXIX, p. 231, 600 mots.

62.007.2. — La situation des ingénieurs aux Etats-Unis. *Génie civil*, 10 février 1917, t. LXX, p. 98-99, 2 350 mots.

621.3 (07). — L'enseignement supérieur de l'éclectrotechnique ; Attilio Mottura. *Elettrotecnica*, 5 juillet 1917, t. IV, p. 355-358, 2 500 mots.

331.86 (02). — The principles of apprentice training, with special reference to the engineering industrie. (Les principes de l'apprentissage avec références spéciales à l'art de l'ingénieur) ; A.-P.-M. Fleming et J.-G. Pearce. Editeurs : Longmans, Green and Co, 39, Paternoster row. Londres ; prix : 3 s. 6d. net. Bibliographié dans Engineering, 20 juillet 1917, t. CIV, p. 71, 2 200 mots.

331.86. — L'éducation technique Discours de M. Michael Longridge à l'Institution of Mechanical Engineers. *Electrician*, mai 1917, t. LXXIX, p. 220-221 et 222, 4 600 mots.

621.3.00.3. — L'électrotechnique après la guerre ; C.-V. Drysdale. *J. I. E. E.*, février 1917, t. LV, p, 187-191, 4 400 mots.

5 + 6 : 331.87. — Organisation scientifique et industrielle. Discours de M. Michael Longridge à l' « Institution of Mechanical Engineers ». *Electrician*, 11 mai 1917, t. LXXIX, p. 220-222, 5 000 mots. — Un grand nombre de branches de l'industrie mécanique anglaise ont plus ou moins souffert de la concurrence étrangère. Quelques-unes des causes de ce recul sont indépendantes de la volonté des ingénieurs ; d'autres peuvent être efficacement combattues, parmi lesquelles l'auteur place l'éducation technique défectueuse, le défaut d'organisation industrielle, et les contrats des trade-unions. *Education technique*. L'instruction, aussi bien technique que générale, de l'ouvrier, est tout à fait insuffisante. Les apprentis qui entrent à l'atelier à quatorze ans, et quelquefois plus jeunes, ont rarement la possibilité de s'instruire autrement que dans les classes du soir. Quelques-uns ont assez de volonté pour entreprendre un travail intellectuel à la fin d'une journée qui commence entre 5 et 6 heures du matin et peuvent tirer profit de leur effort. Mais c'est loin d'être la majorité des cas. Il y a, tant en Angleterre que dans le pays de Galles, 7 000 écoles du soir, mais l'assiduité moyenne ne dépasse guère une heure par semaine. Dans quelques ateliers on permet aux apprentis de passer quelques heures dans une école technique sans diminution de salaire ; dans d'autres, l'éducation technique est donnée à l'atelier. Malheureusement, les ateliers anglais sont généralement trop peu importants et les patrons n'ont pas assez de bonne volonté pour s'entendre en vue de généraliser de tels arrangements. Il serait bon que l'âge auquel le futur apprenti quitte l'école soit élevé ou que des dispositions soient prises pour combiner l'instruction technique dans l'atelier avec l'instruction générale à l'école pendant les heures de travail, à moins que les patrons s'entendent pour ne pas accepter les jeunes gens dans leurs ateliers avant l'âge de quinze à seize ans. Les apprentis entrant à l'atelier, à la sortie des écoles techniques élémentaires à quinze ou seize ans, feront à vingt et un an de meilleurs ouvriers que ceux qui entrent à douze ou quatorze ans à la sortie de l'école primaire. — L'auteur pense aussi qu'il serait bon de faire une distinction très nette entre les cours techniques des universités et les écoles techniques supérieures dont le niveau d'entrée est moins élevé. Dans l'intérêt de l'industrie, il devrait y avoir deux catégories d'institutions pour distribuer l'instruction technique, chacune ayant son objet propre : 1° les « technical colleges » rattachés aux universités ; 2° les « technical schools » (« senior » et « junior ») destinés à former les contremaîtres et les ouvriers. — *Organisation industrielle*. L'auteur insiste sur l'importance de l'organisation. Les ateliers où il n'y a pas de plan de travail nettement tracé, où les ouvriers courent de droite et de gauche à la recherche des outils, où l'appareillage est suranné, où l'éclairage est mauvais, ne peuvent pas lutter avec les ateliers modernes fonctionnant suivant les principes de l'organisation scientifique. Dans de tels ateliers, tout est prévu d'un bout à l'autre ; la propreté, la lumière et le confort règnent, et on s'efforce que l'ouvrier considère son travail plutôt comme un problème à résoudre que comme une tâche à terminer. — *Employeurs et ouvriers*. Dans cette très importante partie de son discours, l'auteur montre qu'un contrat de trade-union qui oblige l'ouvrier à limiter sa production et son salaire, qui refuse à l'industriel une juste compensation pour le prix d'installation d'un outillage moderne et pour les dépenses nécessitées par la recherche scientifique, est aussi préjudiciable au travailleur qu'au pays et qu'à la longue il finirait par ruiner l'un et l'autre. D'un autre côté, certains patrons ont manqué de prévoyance dans leurs contrats. Il y a eu tendance à réduire le prix du travail aux pièces de manière que les salaires soient à peu près les mêmes que pour un travail à l'heure. — De cette défiance mutuelle sont sortis bon nombre de frottements. Dans l'opinion de M Longridge, beaucoup d'entre eux sont dus à des malentendus plutôt qu'à des torts réels et il y a sans doute pas mal de vérité dans cette manière de voir. — A. B.

62.692.3. — Quelques remarques sur les devis concernant l'art de l'ingénieur ; J. Shepherd. *J. I. E. E*, mai 1917, t. LV, p. 363-379, 1 700 mots ; *Electrician* 13 et 20 avril 1917, t. LXXIX, p. 69, 116, 3 300 mots, 3 200 mots.

62. (017). — La « standardisation » industrielle en Angleterre. *Génie civil*, 7 juillet 1917, t. LXXI, p. 13, 800 mots. — Notre confrère analyse une communication de Sir John Wolfe Barry à l'*Institution of civil Engineers* qui montre les effets de la standardisation sur la prospérité de la Grande-Bretagne, donne quelques résultats obtenus et indique les mesures à prendre pour aider les fabricants anglais à conquérir les marchés étrangers. Il signale en outre que l' « Engineering Standards Committee » a montré des dispositions favorables à l'adoption du système métrique. — H. C.

5 (072). — L'organisation de la recherche scientifique en Grande-Bretagne ; G. Lippmann. *C. R. Académie des Sciences*, 12 février 1917, t. CLXIV, p. 293-298, 2 250 mots.

5 + 62 (072). — Les laboratoires nationaux de recherche scientifique. *Génie civil*, 25 novembre 1916, t. LXIX, p. 357-359, 3 600 mots.

62 (072). — Quelques aspects de la recherche industrielle avec références speciales à l'activité américaine sur ce sujet ; A.-P.-M. Fleming. *Electrician*, 23 février 1917, t. LXXVIII, p. 629-630, 2 300 mots, d'après *J. I. E. E.*

66 (072). — Moyen de développer en France l'industrie chimique. Création de laboratoires de recherches industrielles ; G. Urbain. *Génie civil*, 4 novembre 1916, t. LXIX, p. 302-304, 2 800 mots.

531.7 (42) — (73). — La Grande-Bretagne et l'Amérique adopteront-elles le système métrique ? W. R. Ingalls. *Electrician*, 8 juin 1917, t. LXXIX, p. 394, 2 800 mots.

Digitized by Google

Adr. télégr. : Leolique-Paris.

"L'Éclairage Électrique"

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

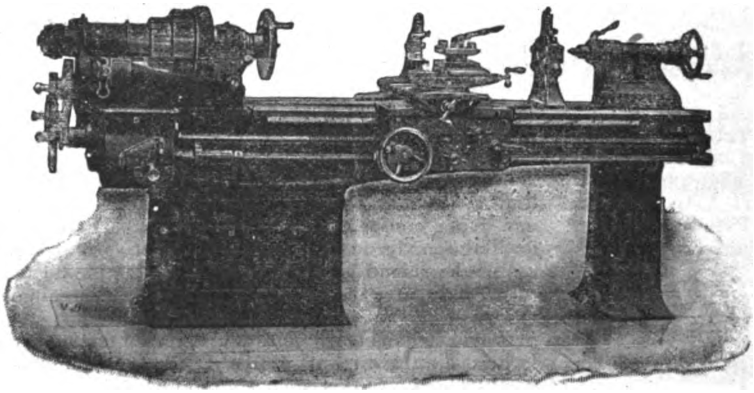
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone : Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS

DE

PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES

Perceuses Radiales

etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

LANDIS & GYR

BUREAUX ET LABORATOIRE :

12, RUE LAPEYRÈRE, PARIS

ATELIERS : 4, rue des Cloys.

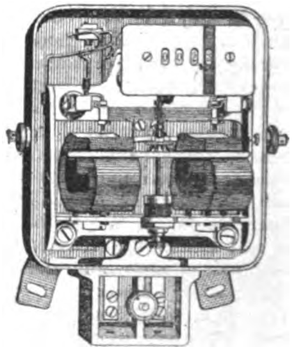
Téléph. : MARCADET 11-03. — Adr. télégr. : DIVISOR-PARIS.

Compteurs d'Electricité

Wattmètres Ferraris

Interrupteurs horaires

Limiteurs de courant



Compteur courant continu.

SECTION INDUSTRIELLE

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS

621.311.21 : 620.4. — Station hydro-électrique dans la vallée Möhne (Westphalie) ; E. Treiber, *Electrician*, 19 janvier 1917, t. lxxviii, p. 492-494, 2 000 mots, 3 fig., D'après *E. T. Z.* 1916, nos 12 et 13.

621.311.21 : 620.4. — La centrale hydro-électrique de Seattle; W.-A. Scott. *Electrical Review*. (Chicago) 9 juin 1917, t. lxx, n° 23, p. 970-972, 1 400 mots, 4 fig. — Le service des Travaux publics de Seattle (Etat de Washington) vient de commencer les travaux d'extension du réseau de distribution de force et de lumière de la ville, dont la puissance sera doublée dans un délai de deux ans. C'est un des réseaux municipaux le plus importants d'Amérique et dont le développement a été très rapide depuis 1905, date de sa construction. L'extension comporte d'abord l'installation d'un turbo-générateur de 10 000 kv-a à la centrale à vapeur de Lake Union dont la puissance sera ainsi portée, en juillet 1918, à 19375 kv-a. Cette centrale, qui sert d'auxiliaire à la station hydro-électrique, comprend actuellement quatre chaudières de 823 ch chauffées à l'huile, une turbine à vapeur Allis-Chalmers de 13 000 ch accouplée directement à un générateur de 7 500 kw ayant une puissance en surcharge de 9375 kw, des transformateurs donnant une tension de 15 000 v pour la distribution et le transport à la sous-station de la Seventh Avenue. Le projet d'agrandissement comporte l'installation de quatre chaudières semblables aux précédentes. La station hydro-électrique de Lake Union, également auxiliaire, a une puissance de 1 500 kw. Elle comporte une génératrice à commande directe par turbine Pelton-Francis. Les travaux les plus importants de l'extension prévue consistent dans la construction d'une nouvelle centrale hydro-électrique d'une puissance de 25 000 kw. L'installation actuelle située à Cedar Falls à environ 40 miles de Seattle, comprend deux génératrices de 4 000 kw commandées directement par turbines Francis de 8 000 ch et deux génératrices de 1 250 kw commandées par roues Pelton. La puissance totale de 10 500 kw est transmise au réseau municipal par deux lignes de transmission. Le réservoir de l'installation est constitué par le lac Cedar d'une superficie de 5 km² et d'une élévation de 200 m. Actuellement les barrages effectués ont élevé ce niveau de 5 m donnant une réserve d'eau de 27 330 000 m³. En outre, la rivière Cedar peut donner 40 000 kw. Un barrage a été effectué en 1914-1915. Etabli en ciment, il a une longueur de 320 m, une hauteur de 70 m; la volume de la maçonnerie est de 85 950 m³. Les frais d'aménagement de la chute sont estimés de 425 000 à 1 225 000 $. Dès que les travaux seront terminés, le matériel nécessaire sera installé à la station de Cedar Falls pour en porter la puissance à 40 000 kw. — P. G.

621.311.22. 620.4. — L'extension de l'usine génératrice de Redditch. *Electrical Review*, 8 juin 1917, t. lxxx, p. 619, 300 mots, 2 fig.

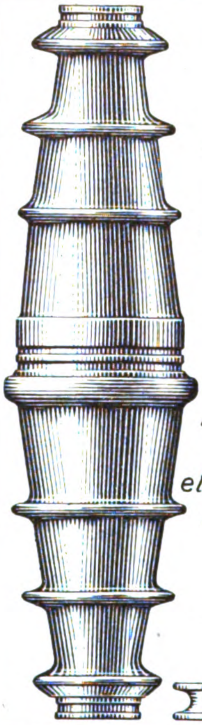
629.113.65. — La charge et l'entretien des véhicules électriques à Memphis; O.-H. Caldwell. *Electrical World*, 24 mars 1917, t. lxix, n° 12, p. 551-553, 2 500 mots, 6 fig. — Il existe à Memphis (ville de 90 000 habitants) 300 automobiles électriques dont 55 camions. La Memphis Consolidated Gas and Electric Co fournit annuellement, pour la charge de ces véhicules, 600 000 kw-h. L'enthousiasme qui accueille ces véhicules fait espérer voir bientôt leur nombre atteindre 1 000, avec une consommation de 2 500 000 kw-h par an. Toutes facilités sont d'abord accordées à l'acheteur d'une voiture; de plus il pourra la recharger soit chez lui, soit au garage de la centrale. Il y a actuellement 115 installations de charge chez des particuliers. Au garage le tarif de charge est « à la carte ». On paie ce que l'on consomme; de plus, on paie un service de garage de 50 fr par mois, ce service comprenant le droit de garde, l'inspection des batteries et des parties mécaniques, nettoyage, huilage et petites réparations. Le tarif de charge est de 25 cents : kw-h. Les clients qui ont 5 véhicules ou plus paient seulement 20 cents : kw-h. Le lavage des voitures se paie 50 fr par mois, la voiture est lavée après chaque course. Pour 25 fr par mois, le garage charge un chauffeur d'amener la voiture du client à quelque endroit de la ville où il se trouve, à toute heure du jour ou de nuit. On estime qu'un client qui fait 100 km par mois peut dépenser environ 75 fr; pour 100 km la dépense montera à environ 200 fr. Ces tarifs sont moitié moindres que ceux exigés pour le même service par une automobile ordinaire. On peut ne pas se servir du garage à forfait et ne recourir à ses services que par intermittences; le tarif est alors de 1,25 fr pour vingt-quatre heures de garage, 1,25 fr pour un nettoyage, 2,50 fr pour un lavage, etc. Un certain nombre de petites réparations sont faites gratuitement, ceci est même étendu aux propriétaires qui garent chez eux; ils n'ont qu'à écrire ou téléphoner. Le but de la centrale, en établissant son garage, a été de couvrir strictement les propres frais du garage. Tout bénéfice provoque une extension des services rendus aux clients. L'installation électrique de charge consiste en un groupe moteur-génératrice de 75 kw et une commutatrice de 75 kw. La centrale coopère avec la Anderson Electric Car Co qui est une des principales firmes de construction d'automobiles électriques; elle gare et entretient la voiture de démonstration du représentant de l'Anderson Co, et paie un tiers de la publicité. En retour, le constructeur donne 5 pour 100 sur la vente de véhicules à Memphis. Il convient de remarquer que la charge de véhicules électriques représente une des plus intéressantes ressources d'une centrale; elle permet de combler les vallées de la courbe de charge d'une façon très avantageuse. — P. V.

621.721. — Fonderies de Kenosha (Wisconsin) et de Cranston (New-England). *Génie civil*, 30 juin 1917, t. lxx, p. 413, 3000 mots, 8 fig. — Notre confrère donne une analyse fort intéressante d'un article de M. Olivier J. Abell paru dans l'*Iron-Age* du 4 janvier 1917. — La première fonderie qu'il décrit a une production journalière de 50 à 70 t par jour. Le bâtiment a une longueur de 190 m et une largeur de 36,60 m et est construit en charpente métallique et béton. — La fonte est préparée dans trois cubilots de 10, 5 et 3 t de capacité. — Les manutentions sont effectuées à l'aide de deux transporteurs monorails électriques et d'un pont roulant desservant les dépôts, dont la portée est de 18 m et qui est équipé d'un treuil de 5 t. — L'éclairage est assuré par des lampes à incandescence à atmosphère d'azote de 200 w et de 100 w. Le chauffage se fait par de l'air chauffé à l'aide de vapeur d'échappement. — La deuxième fonderie, dont la description a été faite dans l'*Iron-Age* du 7 juin 1917, possède un bâtiment de 48,40 m × 58,85 m, ce bâtiment est surmonté d'un étage de 48,40 m × 12,50 m. Le cubilot a une capacité de production de 9 t à l'heure, l'allumage se fait sur un brûleur à pétrole, et l'air est envoyé dans l'appareil par un ventilateur électrique de 35 ch. L'appareil de manutention est encore un transporteur monorail. L'éclairage est assuré par des lampes à atmosphère d'azote de 1 000 w. — H.C.

ORGANISATION ET AMÉNAGEMENT

620.3+621.7. — La disposition des ateliers (15e article); J. Homer. *Engineering*, 29 juin 1917, t. ciii, p. 605-608, 2200 mots, 5 fig. — L'auteur se propose dans cet article, qui est le quinzième sur la question, de décrire un certain nombre d'ateliers américains, en y comprenant aussi bien les machines-outils que les constructions de bâtiments. Cet article montre le développement d'une certaine standar-

Digitized by Google



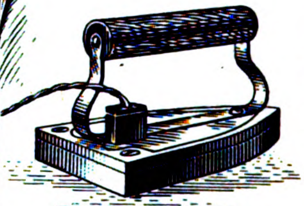
ANCIENS ETABLISSEMENTS PARVILLÉE FRÈRES & Cie

56, RUE DE LA VICTOIRE. PARIS

USINES A CRAMOISY (OISE)

Fabrication de tout le materiel en Isolateurs, consoles et Ferrures diverses pour Lignes Télégraphiques Téléphoniques ainsi que pour Transports d'énergie à hautes tensions

Fabrication de tous appareils de Chauffage Electrique



Radiateurs
Fers a friser
Fers a souder
Bouilloires
Réchauds
Dessous de plat
Grils
Tapis chauffants
Cuisines
Etc-etc

Ch. Pasquier

Cie des CHARBONS FABIUS HENRION

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.500.000 FRANCS

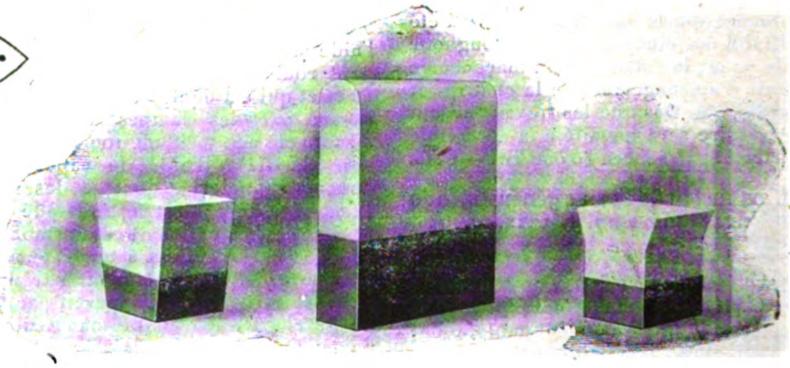
SIÈGE SOCIAL : 56, Rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS VIIIe

Téléphone :
Élysées 42.93.

USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE

Adresse télégraphique
Carbenrion-Paris.

UNIS FRANCE



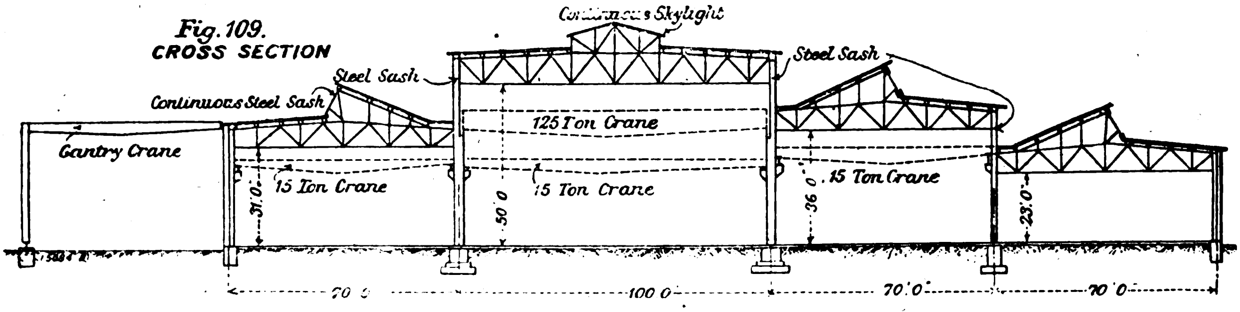
BALAIS POUR DYNAMOS

Balais spéciaux à haute conductibilité et faible frottement

Balais de tramways — Lames pour piles

Digitized by Google

disation dans ce genre de construction, standardisation assez récente, mais qui semble devoir faire des progrès rapides. Les ateliers américains ne se distinguent que peu des nôtres, les toitures sont cependant en général moins inclinées que dans notre pays; le froid extrême des hivers rend essentielle la question du chauffage; la commande électrique est employée le plus fréquemment; pour ces raisons diverses la revue des différentes constructions est intéressante. Le système américain de standardisation des constructions combine l'assemblage d'éléments fixes, d'unités similaires avec l'élasticité nécessaire pour satisfaire aux différentes demandes. Ces éléments fixes sont étudiés complètement pour être applicables à des cas variables, tous les détails en sont fixés d'avance, en particulier, en ce qui concerne le chauffage et la ventilation dont l'installation n'est pas prévue à part, mais bien au contraire forme un tout inséparable de la construction; il en est de même pour les ponts roulants et autres accessoires, de sorte que, une fois un type de construction adopté, le travail peut être immédiatement mis en main sans aucune perte de temps.



620.3 + 621.7. — Fig. 1. Coupe d'un atelier construit à Iowa.

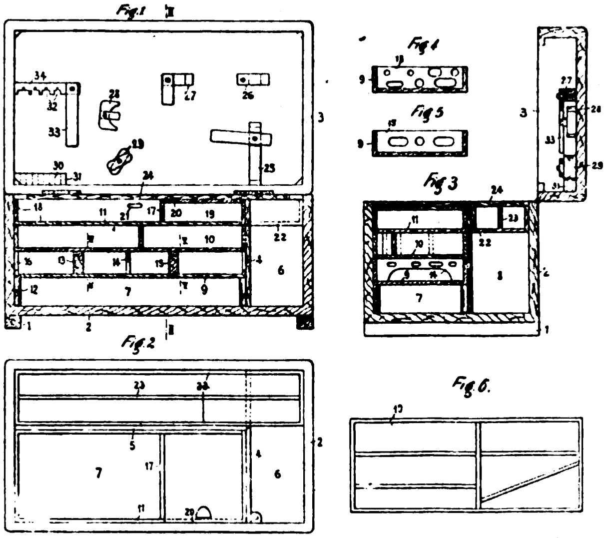
La figure 1 montre la coupe d'un atelier construit à Iowa. La longueur de cet atelier atteint 240 m, les surfaces vitrées de la toiture sont suffisantes pour l'éclairage sans tenir compte des ouvertures vitrées pratiquées dans les murs extérieurs. Les conduites d'air chaud sont supportées par les murs et les colonnes et distribuent cet air uniformément dans l'atelier. L'article donne, en outre, les plans de l'atelier d'Ogden du Canadian Pacific Railway avec la disposition de toutes les machines-outils qui sont groupées pour satisfaire aux conditions du travail à exécuter. Les gros outils ont leur moteur particulier, les autres sont commandés par groupe. — E. B.

621.964. — Poinçonneuse à embrayage électrique de l'outil. *Génie civil*, 17 février 1917, t. LXX, p. 118, 800 mots.

621.944 + 621.97. — Martelage, forgeage et laminage; Georges Charpy. *Génie civil*, 17 février 1917, t. LXX, p. 109-113, 4000 mots, 3 fig.

621.165.00.46 — Détérioration des ailettes de turbines Curtis Rateau. *Electrical Review*, 4 et 11 mai 1917, t. LXXX, p. 501-503 et 528-529, 2800 et 1400 mots, 6 fig., 2 tab. Extrait d'une communication de Fenwick à la South African Institution of Engineers. — La majorité du grand nombre des turbines envisagées fonctionne avec de la vapeur sous une température de 320-350° C. L'examen des résultats révèle une variation de quelques milliers d'heures de fonctionnement dans la vie d'ailettes identiques en nature et position dans la turbine, et la vie désigne ici la durée du fonctionnement jusqu'au moment où a lieu le remplacement. Le mémoire envisage successivement : l'influence de la substance de l'ailette sur la détérioration; les efforts mécaniques imposés aux ailettes par la dilatation et la croissance permanente des anneaux de fixation et diaphragmes, et par des variations subites de température; les efforts d'origine différente, les vibrations, les impuretés de la vapeur, etc. — Une des conclusions est qu'il n'y a pas de difficulté à choisir pour les ailettes mobiles une substance qui donne des résultats tout à fait satisfaisants; dans des cas particuliers : l'acier au nickel à 5 pour 100, le cuivre jaune et le bronze d'aluminium peuvent fournir des vies de 40 000 heures et peut-être 50 000 ou davantage qui, si les turbines marchent d'une manière continue, correspondent à cinq ou six années de fonctionnement. — A. B.

674.62 : 621.716.1. — Coffre à outils pour électriciens, Société E. Widmer et Huber. *Brevet français n° 482 795*; demandé le 6 septembre 1916, délivré le 2 février 1917, publié le 26 avril 1917, 550 mots, 6 fig. — Ce coffre d'électricien construit spécialement pour outillage est divisé par une cloison transversale et une longitudinale en trois compartiments de forme et de dimensions variables, dont le



674.62 : 621.716.1. — Différentes vues du coffre à outils pour électriciens.

plus grand contient des boîtes superposées divisées différemment et l'autre présente dans sa partie supérieure une boîte amovible. Sur la face intérieure du couvercle, il est disposé un certain nombre de tampons avec tourniquets et barres pour fixer des outils.

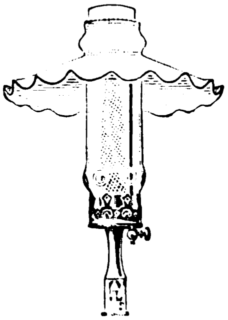
621 823. — La fixation des chaises et des consoles dans les constructions en béton armé; C. Lemaire. *Génie civil*, 30 juin 1917, t. LXX, p. 419, 3 200 mots, 32 fig. — Il est souvent fort difficile de réaliser, d'une façon simple, dans les constructions en béton armé, la fixation d'organes de trans-

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

Magasins et Bureaux ; 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D. G.

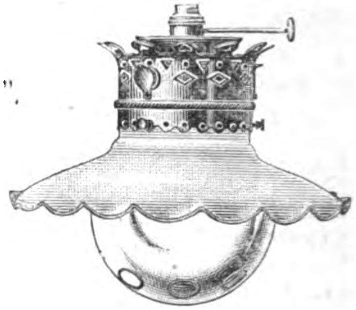
Fabrique de Manchons.

Soie et Ramie.

Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré.

Verrerie " Baccarat ".

Cristallerie.



Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

***LYON 1914* : Membre du Jury. Hors concours. — *SAN FRANCISCO 1915* : Hors concours.**

TÉLÉGR. : VISSEAUX-LYON

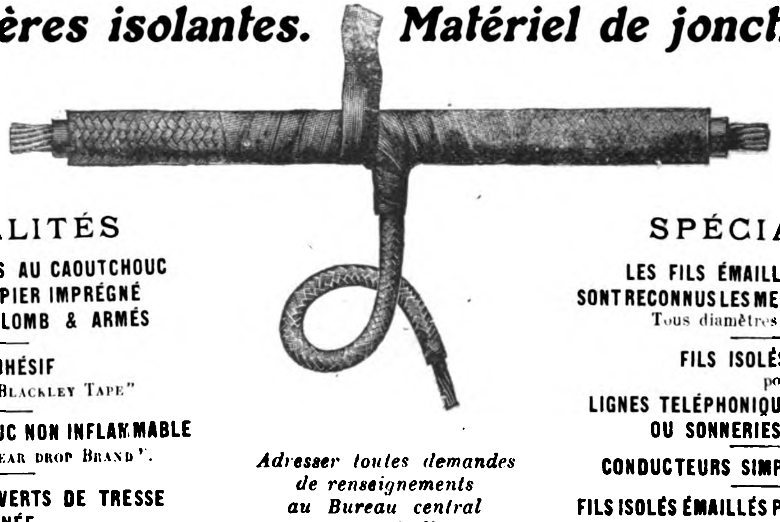
CATALOGUES SUR DEMANDE
EXPORTATION

UNIS
FRANCE

CONNOLLY BROTHERS LTD

FABRICANTS DE FILS ISOLÉS ET DE CABLES

Matières isolantes. Matériel de jonction.



SPÉCIALITÉS

FILS & CABLES ISOLÉS AU CAOUTCHOUC VULCANISÉ, AU PAPIER IMPRÉGNÉ RECOUVERTS DE PLOMB & ARMÉS

RUBAN ADHÉSIF
Marque déposée : " BLACKLEY TAPE "

SOLUTION DE CAOUTCHOUC NON INFLAMMABLE
Marque déposée : " PEAR DROP BRAND ".

FILS AÉRIENS RECOUVERTS DE TRESSE IMPRÉGNÉE POUR ATMOSPHÈRES CORROSIVES
Marque déposée : " CLIMIC ".

Adresser toutes demandes de renseignements au Bureau central et aux Ateliers

VALE MILLS

SPÉCIALITÉS

LES FILS ÉMAILLÉS " CONNOLLY " SONT RECONNUS LES MEILLEURS SUR LE MARCHÉ
Tous diamètres depuis 1/100mm.

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS pour LIGNES TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIQUES OU SONNERIES ÉLECTRIQUES

CONDUCTEURS SIMPLES OU MULTIPLES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR LIGNES AÉRIENNES

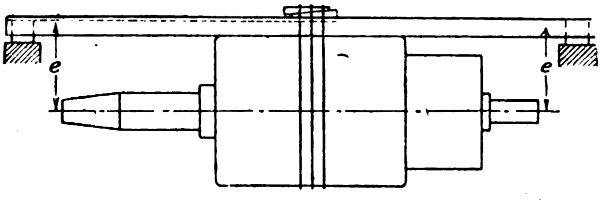
FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR STATIONS DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

BLACKLEY-MANCHESTER (Angleterre).

Digitized by Google

mission, de consoles, de chaises, de conduites. Il arrive même des cas où on ne peut faire des cavités ou des entailles dans le béton sans compromettre la solidité du bâtiment. L'auteur étudie avec détails les solutions à adopter dans les différents cas qui peuvent se présenter dans la pratique.

531.23 : 621.313.031.2. — Détermination expérimentale du moment d'inertie des corps de révolution ; W. Weisch. *Elektrotechnische Zeitschrift*, 29 mars 1917, t. xxxviii, p. 182, 150 mots, 2 fig. — La détermination du moment d'inertie d'un corps de révolution, par exemple de l'induit d'un moteur de traction, d'après les méthodes généralement employées, exige un certain nombre d'appareils assez précis : palier à billes, pendule auxiliaire, système de rails parfaitement horizontal, un contrepoids auxiliaire. On peut utiliser une méthode plus simple, dans laquelle l'induit est pris lui-même comme pendule. On attache l'induit au moyen d'une corde à un fer en U ou à un fer cornière, comme dans la figure 1. Si on utilise un fer en U, on le fait supporter par deux couteaux fixés sur deux fers plats servant de support. Si on utilise un fer cornière, on fait simplement porter ce fer par son arête sur les deux fers plats. On



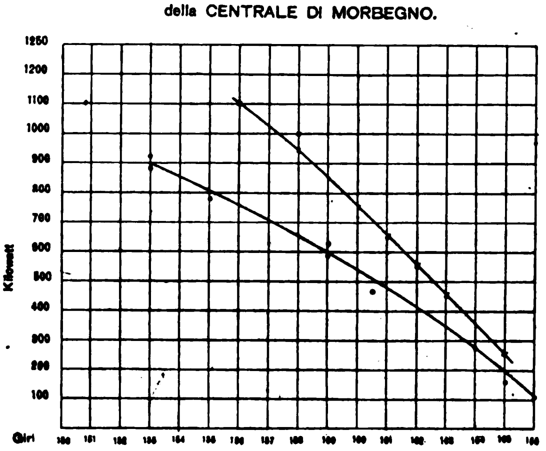
531.23 : 21.313.031.2. 6 — Suspension d'un induit pour la détermination de son moment d'inertie.

obtient ainsi, même avec des couteaux tout à fait primitifs, un grand nombre d'oscillations. On peut alors mesurer : $G = m\,g$, le poids de l'induit en kg ; e, la longueur du pendule (distance entre les couteaux et l'axe de l'induit) en mètres ; t, la durée d'une oscillation en seconde. En négligeant le moment d'inertie du fer de support, le moment d'inertie de l'induit par rapport au point d'oscillation s'exprime par : $J_p = \frac{m \times g \times e \times t^2}{\pi^2}$. Le moment d'inertie cherché par rapport à l'axe du moteur s'exprime par : $J_a = \frac{m \times g \times e \times t^2}{\pi^2} - m\,e^2$, or on a : $P\,D^2 = 4\,g\,J_a = 4\,G\left(\frac{g}{\pi^2} \times e \times t^2 - e^2\right)$ ou approximativement $4\,G(e \times t^2 - e^2)$. Cette méthode est appliquée avec succès dans les ateliers de l'Allgemeine-Elektricitäts-Gesellschaft. — E. P.

666.982. — Renforcement des poutres en béton armé. *Il Cimento*, 15 mai 1917 ; *Génie civil*, 7 juillet 1917, t. lxxi, p. 11, 800 mots, 8 fig. — Il arrive parfois que la pose défectueuse des armatures en acier des poutres en béton armé peut créer des points faibles et amener lors du décoffrage ou des essais un fléchissement et même des fissures pouvant faire craindre une rupture prochaine. Il faut alors soit refaire le travail mal exécuté, soit renforcer la partie faible ; cette dernière opération, la plus intéressante, est très difficultueuse. *Il Cimento* du 15 mai 1917 donne un exemple de renforcement de poutres en béton armé qui est reproduit par notre confrère le *Génie civil*. Nous avons tenu à signaler cet article, car il pourra rendre service aux électriciens, les constructions en béton armé prenant de plus en plus d'extension, pour l'établissement des usines et des sous-stations. — H. C.

EXPLOITATION

621.311.031.4. — Fonctionnement en parallèle des centrales hydro-électriques de Morbegno et de Robbiate ; Pacilli. *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*, t. ii, n° 6, juin 1917, p. 273 à 276, 1 300 mots, 7 fig. — Les lignes à traction électrique Monza-Sondrio et Colico-Chiavenna sont alimentées par les centrales de Robbiate (Société Edison) et de Morbegno (chemins de fer italiens). La centrale de Morbegno (1901) comprend trois groupes triphasés à 12 pôles 20 000 v, 150 t : min, 15 p : sec. La centrale de Robbiate dispose, pour la traction, d'alternateurs hexapolaires à basse fréquence de 15,5 p : sec montés sur les mêmes arbres que les groupes à 42 p : sec qui fournissent le courant à l'industrie. La centrale de Robbiate alimente la ligne Lecco-Monta et celle de Morbegno, les lignes au nord de Lecco. Récemment les deux centrales ont été reliées en parallèle afin d'obtenir une meilleure utilisation de l'énergie hydraulique de l'Adda dans les périodes de trafic réduit. Cette opération nécessita une modification des régulateurs des turbines de Morbegno permettant une vitesse plus grande. Ces turbines sont du type Francis, radiales, centripètes, à régulateur à pendule type Hartung et servomoteur à huile. Le diagramme de la figure 1 montre l'augmentation rapide de la puissance débitée avec la vitesse. — Quand la charge correspondant à la traction est inférieure à la puissance débitée par la centrale de Morbegno, l'alternateur à 15,5 p : sec de la centrale de Robbiate fonctionne en un moteur synchrone et s'ajoute à la turbine pour l'en-



621.311.031.4. — Diagramme montrant l'augmentation de la puissance débitée.

traînement de l'alternateur à 42 p : sec. Les deux centrales à 20 000 v sont reliées par conducteurs aériens entre Morbegno et Calolzio et par câble souterrain entre Calolzio et Robbiate. Le raccordement des deux lignes se fait dans la sous station de Calolzio au moyen de deux transformations successives de 20 000 à 3 400 v. La régulation de la marche en parallèle est obtenue en maintenant constante l'excitation à la centrale de Morbegno. Les variations de la tension ne dépassant pas 1 000 v, valeur bien inférieure à celle obtenue lors du fonctionnement isolé de la centrale dont un appareil Tirrill assurait alors la régulation. Un groupe de la centrale Morbegno est constamment tenu en réserve et le débit est de 32 000 kw-h par jour, supérieur de 5 100 kw-h au total des 12 400 kw-h absorbés, en moyenne, par les lignes Lecco-Sondrio et Colico-Chiavenna et des 14 500 kw-h absorbés par la ligne Monza-Lecco mesurés à la station de Usmate. Ces 5 100 kw-h sont utilisés sur le réseau de lumière et force motrice de la Société Edison. Ce fonctionnement en parallèle a donc permis de mettre à la disposition de l'industrie, en plus de ces 5 100 kw-h, les 14 500 kw-h que la Société Edison ne fournit plus pour la traction. — P. G.

621.31.00.7. — Promotions de personnel dans les entreprises de fourniture d'électricité. *Electrical Review*, 4 mai 1917, t. lxxx, p. 499-500, 2 800 mots. — L'article envisage les règles qui doivent présider à la nomination et à l'avancement des divers membres du personnel, du

Digitized by Google

ENTREPRISES GÉNÉRALES
DE CONSTRUCTION D'USINES

BÉTON ARMÉ — MAÇONNERIE — TRAVAUX PUBLICS

Cheminées
"Monolithe"
S. G. D. G.

Sté D'APPLICATIONS DU BÉTON ARMÉ
S.A.B.A
11. RUE DE BELZUNCE. PARIS.

Poteaux
"Gallia"
S. G. D. G.

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.000.000 DE FRANCS

Adresse Télégraphique :
SABARMÉ-PARIS

Téléphone :
NORD 48-48 / 53-61

directeur à l'apprenti. — Sont successivement envisagées les conditions que doivent remplir le directeur général ou ingénieur en chef, le sous-directeur, l'ingénieur de la station, l'inspecteur des chaudières, l'inspecteur électrique, les ingénieurs de charge ou sous-ingénieurs, l'ingénieur de réseau, l'ingénieur chargé de la consommation, le secrétaire. — Dans la promotion des employés de toute catégorie, on peut indiquer un certain nombre de *règles générales* applicables dans presque tous les cas : il faut donner la priorité aux personnes possédant, outre une connaissance sérieuse de la question, une forte dose de sens commun. Les autres facteurs du problème sont l'initiative, — non pas nécessairement l'originalité — l'ordre et l'honnêteté Un homme cependant peut être de la plus scrupuleuse honnêteté et très laborieux, et avoir cependant des idées étroites qui le conduisent à perdre beaucoup de temps dans des détails inutiles. L'originalité et la manie des systèmes spéciaux sont souvent plutôt nuisibles qu'utiles. Une certaine originalité est toutefois nécessaire et les systèmes ne doivent être adoptés que, lorsqu'ils tendent à simplifier le travail routinier. La responsabilité doit être recherchée, non évitée. L'homme qui peut décharger son supérieur immédiat d'une part de cette responsabilité, surtout pour les questions de détail, mérite une mention spéciale. C'est donc d'une bonne méthode, pour un inspecteur, de permettre à son principal assistant de se familiariser avec la matière de son département, non seulement dans le but d'alléger sa responsabilité, mais surtout dans celui de pouvoir présenter l'assistant comme son successeur au poste, dans le cas d'une promotion de l'inspecteur à une fonction plus élevée. Plus d'un inspecteur compromet ses chances d'être promu, en gardant pour lui-même toute la responsabilité, dans le désir égoïste de prouver qu'il est indispensable. Le danger de son étroitesse d'esprit apparaît lorsque ses demandes de promotion à un poste plus élevé sont rejetées par suite du manque d'homme capable de le remplacer. La promotion à l'ancienneté doit être naturellement adoptée, toutes autres considérations étant identiques. Mais la priorité doit toujours être donnée au candidat qui peut tirer le meilleur parti de ses facultés et qui est capable de résoudre les difficultés qui surviennent. Dans les emplois qui entraînent une responsabilité commerciale et dans l'inspection de travaux d'ingénieurs — construction ou entretien — le tact, une intelligence rapide et une mémoire heureuse sont de la plus grande importance. — A. B.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.315.6. — Les produits isolants des ateliers de micarta de la Société anonyme Brown, Boveri et C°, à Baden. *Revue B. B. C.*, janvier, février, mars et avril 1916, 3 360 mots, 26 fig. — Les principaux éléments qui entrent dans la composition des produits décrits dans l'article sont : le mica, le papier, le carton, le presspan (carton spécial, fortement comprimé, peut être coupé, scié, fraisé et limé, se carbonise à 180° C ; sous une épaisseur de 1 mm, il supporte une tension de 11 000 v, absorbe l'huile, mais n'est pas soluble dans celle-ci, est facilement attaqué par les acides ; en feuilles de 0,1 à 1 mm, il peut être roulé), l'amiante, la toile, la gomme-laque et la bakélite (produit de la condensation d'acide phénique et de formaldéhyde, est dure et cassante, résiste à la chaleur jusqu'à 300° C, est attaquée par les acides, dissoute dans l'alcool sert de vernis à imprégner). Nous allons passer en revue les divers isolants fabriqués avec ces éléments. — *Micanite.* On l'obtient en agglutinant au moyen de gomme-laque une grande quantité de lames de mica, et en pressant et chauffant le tout. La micanite devient molle vers 80° C, ne résiste pas à l'action de l'huile. Sous 1 mm d'épaisseur, elle peut supporter une tension d'environ 27 000 v. — *Micanite comprimée.* Contient moins d'agglutinant que la micanite ordinaire, et est fortement comprimée, elle possède les mêmes propriétés que la micanite ordinaire, mais résiste mieux à la chaleur. — *Micarta.* Elle est obtenue en collant, au moyen d'un agglutinant, des lames de mica sur du papier, sous une épaisseur de 1 mm, la micarta résiste à une tension de 35 000 v, elle est rigide et résistante, peut être tournée, fraisée et percée, sert à la fabrication des tubes isolants. — *Papier micarta.* En empilant des feuilles de papier de cellulose sans interposition de mica, on obtient le papier micarta qui, sous une épaisseur de 1 mm, peut supporter une tension de 20 000 v. — *Bituba.* La bituba est obtenue en agglutinant avec de la bakélite, soit du papier de cellulose, soit du papier à pâte de bois, soit du presspan ; elle peut être fraisée, tournée et percée, et est insensible à l'action de la chaleur et à celle de l'huile. — *Bicarton.* Carton compact imprégné de bakélite, est plus cassant que la bituba et d'emploi peu recommandable pour les hautes tensions. — *Biasbeston.* Est obtenu en imprégnant des plaques d'amiante avec de la bakélite, peut être fraisé, tourné et percé ; sous 1 mm d'épaisseur il résiste à une tension de 10 000 v, peu recommandé pour les hautes tensions, s'enflamme seulement à des températures élevées. — *Carcola.* C'est de l'amiante imprégnée de cire fossile, est facile à travailler et peut servir à la confection des pièces moulées. Isolant peu sûr, résistant mal à l'action de la chaleur et à celle de l'huile, sert à la fabrication d'objets qui ne sont pas directement soumis à l'action du courant, de la chaleur et de l'humidité. — *Bakdura.* S'obtient en agglomérant avec de la bakélite de la sciure de bois, ou des flocons d'amiante, ou des fibres d'amiante pulvérisée ; le bakdura est très dur et peut être travaillé ; sous une épaisseur de 1 mm, il résiste à une tension de 16 000 v ; il supporte des températures allant jusqu'à 150° et même celui composé de flocons d'amiante résiste jusqu'à des températures atteignant 250° C. Les trois bakdura sont insolubles dans l'huile, ils servent à la confection des pièces moulées. — Tous ces isolants se présentent sous forme de plaques ou de morceaux ; ceux qui suivent se présentent seulement sous la forme de feuilles qui peuvent être coupées aux dimensions voulues, et ne peuvent supporter que des températures au plus égales à 80° C et sont solubles dans l'huile ; sous 0,2 mm ils supportent des tensions de 4000 à 6000 v. Ces isolants sont : *Le micafolium.* Il est constitué par du papier recouvert de mica sur une seule face, sert à l'isolement des bobines. — *Papier mica.* Couche de mica entre deux feuilles de papier, sert à l'isolement de rubans en cuivre nu. — *Tissu mica.* Toile recouverte de mica sur une de ses faces. — *Toile mica.* Est composée de toile et de papier séparés par du mica. — *Presspan mica.* Presspan et papier séparés par du mica. Ces trois isolants servent à isoler les barres de cuivre. — *Amiante mica.* Feuille d'amiante recouverte d'une couche de mica sur une de ses faces, sert à isoler les parties exposées aux étincelles. — L'article se termine par la description des pièces en matières isolantes fabriquées par la Société anonyme Brown, Boveri et Cie. — H. C.

666.12. — La silice fondue ; F. Bottomley. Communication à la *Société anglaise de chimie industrielle*, section de Newcastle, le 25 avril 1917. — L'auteur fait un historique des essais qui ont été tentés pour la fusion du quartz jusqu'à ce que cette opération soit devenue un procédé industriel ; il rappelle également les propriétés caractéristiques de la silice fondue ; son inattaquabilité par les acides et sa grande résistance aux changements de température. Depuis le début de la guerre, l'Angleterre, pour remplacer les matériaux réfractaires et en particulier les grès qui provenaient d'Allemagne, s'est servie de la silice fondue pour l'équipement de ses nombreuses usines d'explosifs. L'auteur décrit, en particulier, trois installations : une pour la fabrication de l'acide nitrique, une autre pour la concentration de l'acide sulfurique et une troisième enfin pour la dénitration du mélange d'acides, où la plus grande partie de l'appareillage est en silice fondue.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Digitized by Google

Comptoir Industriel

D'ÉTIRAGE ET PROFILAGE DE MÉTAUX

107, 109, 111, 113, Avenue PHILIPPE-AUGUSTE, **PARIS** (XIe).

Téléphone : Roq. 24.71 — 73.91 *Métro* : Philippe-Auguste.

Aciers, Laitons, Cuivres et Alliages, Zinc, Aluminium, etc.

PROFILS DE HAUTE PRECISION

pour Armes de toutes natures, Constructions Mécaniques et Électriques.

AUTOMOBILES, AÉRONAUTIQUE, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

Instruments de Précision, Appareils pour Sciences et Mathématiques,

ACIERS COMPRIMÉS — ESSAIS A LA TRACTION

RECUIT ET ÉTIRAGE A FAÇON — RONDS, CARRÉS ET SIX PANS POUR DÉCOLLETAGE

Groupe téléphonique de sûreté anti-inductif type export.

Société Ame des Brevets Arthur PEREGO

MILAN, rue Salaino, No 10

Adresse télégraphique : " ANTINDUCTIF ".

Marque internationale "ANTINDUCTIF"

APPAREILS BREVETÉS EN TOUS LES ÉTATS

Spécialités des Brevets PEREGO

Téléphonie et Télégraphie simultanées sur fil simple et double.

Téléphonie et Télégraphie de sûreté anti-inductive pour lignes parallèles ou établies sur les mêmes poteaux des conducteurs de n'importe quelle tension.

Appareils pour éliminer les perturbations produites par la traction électrique à haute tension sur les circuits télégraphiques et téléphoniques.

Téléphones extra-puissants pour très grandes distances.

Appareils et accessoires pour la Téléphonie et pour la Télégraphie.

CATALOGUE FRANÇAIS ET DEVIS GRATUITS SUR DEMANDE

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

535.11. — Nouvelle détermination de la constante de la loi de Stefan-Boltzmann ; Marga KAHANOVICZ. *Comptes rendus de la R. Accad. dei Lincei*, 15 avril 1917, fasc. 8, t. XXVI. Reproduit dans *Elettrotecnica*, 5 septembre 1917, t. IV, p. 459-461, 1 200 mots, 1 fig., 2 tab.

535.11 : 546.78. — L'émissivité des filaments de tungstène rectilignes et hélicoïdaux ; W.-W. COBLENTZ. *Journal of the Washington Acad. of Sciences*, 19 juillet 1917, t. VII, p. 426, 200 mots ; *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, mars 1917, n° 300, t. XIV, p. 115-131.

535.215. — Notes sur la variation de résistance de quelques substances sous l'action de la lumière. *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. II, p. 340, 400 mots. Analyse d'un article de T.-W. CASE, publié dans *Physical Review*, avril 1917, 2e série, t. IX, p. 305-311, 900 mots, 1 tab. — L'auteur a fait une étude systématique des substances qui présentent une variation de résistance sous l'influence de la lumière. Pour cela il fait tomber un faisceau de lumière, interrompu par un disque à fenêtres entraîné par un moteur, sur un échantillon de la substance soumis à une différence de potentiel de 110 v ; un audion amplifie les variations du courant ; un téléphone sert de récepteur. — Avec certaines substances comme la bismuthine il a été possible de recevoir les paroles transmises par une membrane téléphonique agissant sur une flamme manométrique.

535.4 : 661 751. — Dispersion et autres propriétés optiques du carborundum ; H.-E. MERWIN. *Journal of the Washington Acad. of Sciences*, 19 août 1917, t. VII, p. 445-447, 400 mots, 1 tab.

539.3. — Notes sur les fréquences de vibrations des systèmes élastiques ; M.-D. HERSEY. *Journal of the Washington Acad. of Sciences*, 19 août 1917, t. VII, p. 437-445, 3 200 mots.

537.1. — Un électron de grandeur pratique : le Faraday ; Carl HERING. *Electrical Review*, 6 juillet 1917, t. LXXXI, p. 8, 800 mots.

537.311 : 546.87. — La résistance électrique du bismuth ; A. WERNER. *Physikalische Zeitschrift*, t. XVII, p. 346. Signalé dans *E. T. Z.*, 19 avril 1917, t. XXXVIII, p. 224.

654.25 : 537.311. — La résistance à haute fréquence des fils isolés, à torons multiples. *R. G. E.*, 15 septembre 1917, t. II, p. 420, 250 mots. Analyse d'une communication de G.-W. HOWE à la Royal Society, de Londres, 10 mai 1917. — Dans le but de réduire la résistance des conducteurs aux hautes fréquences employées en télégraphie sans fil, on prend généralement des conducteurs formés d'un grand nombre de fils fins, isolés séparément et tressés ensemble. L'auteur montre que cet objectif est rarement atteint à cause des courants parasites induits dans le fil. Il donne ensuite des tables du rapport de la résistance à haute fréquence à la resistance en courant continu de conducteurs droits et enroulés, de différentes grosseurs, formés de fils fins de trois diamètres différents.

621.317.2 : 537.311.00.12. — Nouvelle méthode pour la mesure de la résistivité des métaux fondus. *R. G. E.*, 15 septembre 1917, t. II, p. 414-417, 2 400 mots, 2 fig. Analyse d'un article de E.-F. NORTHRUP et R.-G. SCHERWOOD, publié dans *Electrician*, 30 mars 1917, t. LXXVIII, p. 762-764, 2 fig. — Dans cette étude les auteurs, après avoir décrit le nouveau dispositif utilisé, font connaître les derniers résultats des travaux qu'ils ont commencés en 1910 sur la conductibilité électrique des métaux et alliages fondus. — Le nouveau dispositif, très sensible, donne immédiatement, par simple lecture, la résistivité en microhms-centimètre pour des températures pouvant aller jusqu'à 1 700°C : il convient surtout pour la comparaison directe du taux d'accroissement avec la température de la résistivité. — Les mesures ont montré que toutes les courbes de résistivité en fonction de la température des métaux purs et alliages ont le caractère commun d'être rectilignes à partir de la température de fusion. Au voisinage de la température de fusion des alliages, on observe des variations qui sont liées aux modifications qu'éprouve la composition de la portion encore liquide du fait de la formation de cristaux.

537.33. — Sur la concentration des électrolytes au voisinage des électrodes ; St PROCOPIU. *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 7 mai 1917, t. CLXIV, p. 725-727.

537.52. — Décharge électrique dans les gaz comprimés. *R. G. E.*, 15 septembre 1917, t. II, p. 420, 600 mots. Analyse d'un article de Ch.-Eug. GUYE et C. STANDESCU, publié dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles*, février 1917, t XLIII, tirage à part de 32 pages, 7 fig. — Dans cette courte analyse se trouvent rappelés les travaux antérieurs qui ont pour objet la recherche d'une relation entre le potentiel explosif, la pression du gaz et la distance (loi de Paschen) ; puis sont indiqués les travaux des auteurs sur les gaz sous pression, travaux qui montrent que la loi de Paschen n'est plus rigoureusement vérifiée aux pressions élevées auxquelles ils ont opéré, mais que, si on la modifie en remplaçant la pression p par la masse m de l'unité de volume, il y accord satisfaisant entre l'expérience et la nouvelle expression de la loi.

538.1. — La réluctivité. *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. II, p. 337-340, 3 000 mots, 4 fig. Analyse d'un article de Ch.-P. STEINMETZ, publié dans *G. E. R.*, février 1917, t. XX, p. 135-141, 6 fig. — La seule loi rationnelle de l'aimantation sous l'influence d'un champ magnétique est celle de Fröhlich (1882), que l'on peut énoncer : la perméabilité d'une substance est proportionnelle à l'augmentation possible de l'induction, c'est-à-dire à la différence entre l'induction maximum que peut prendre la substance et l'induction qu'elle possède. La formule qui répond à cette loi a été mise sous une forme simple par Kennelly (1893), en introduisant l'inverse de la perméabilité ou réluctivité ; on a alors pour cette grandeur

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

DYNAMOS & MOTEURS ÉLECTRIQUES

d'Occasion, garantis

LOCATION

de Machines ÉLECTRIQUES

de toutes puissances

VENTE — ACHAT

ÉCHANGE

ALEXANDRE MESSMER

RÉPARATIONS

REBOBINAGES

de Dynamos de tous Systèmes.

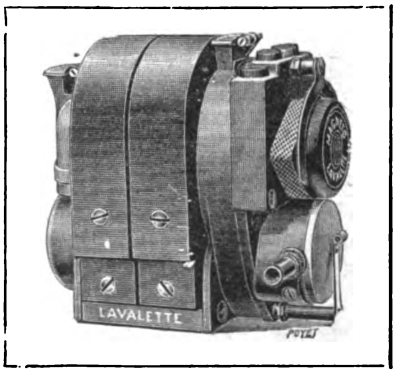
Location de Machines pendant les Réparations.

Ateliers
Magasins
Bureaux } 93, B^d Diderot, PARIS (12^e)
Anciennement 15, B^d Davout.

TÉL.: Roquette 47-47
MÉTRO { Nation. Reuilly.

Magnéto Lavalette

TÉLÉGRAMMES :
ALLUMAUTO-PARIS



TÉLÉPHONE :
GOBELINS : 15-99

175, Avenue de Choisy, PARIS

Digitized by Google

$\rho = \alpha + \sigma H$, α étant la réluctivité pour une induction nulle et σ le coefficient de saturation c'est-à-dire l'inverse de l'induction maximum. C'est de α que surtout dépend la réluctivité pour de faibles champs magnétisants. — L'article fait ensuite remarquer que les expériences ont montré que l'induction B ne comporte pas une valeur maximum finie, mais croit indéfiniment et que c'est la différence $B_0 = B - H$ entre l'induction et le champ magnétisant qui admet une valeur finie de saturation, qui pour le fer est de 20 000 gauss environ ; B_0 peut être considéré comme une induction transportée par les molécules du corps et s'ajoutant au champ H transporté par l'espace indépendamment de la matière qui occupe ce dernier; B_0 est l'induction métallique. La loi linéaire de Fröhlich-Kennelly parait parfaitement suivie par les corps rigoureusement homogènes si l'on considère cette induction métallique, sauf toutefois pour les champs très faibles; pour les corps plus ou moins impurs du commerce la courbe représentative présente des coudes, mais ces coudes semblent bien avoir pour causes les impuretés, car John D. Ball est parvenu à produire dans les droites de réluctance de substances pures des coudes formant un circuit magnétique non homogène par la juxtaposition de plusieurs de ces substances ; il semble bien aussi, d'après les considérations qui sont développées dans l'article sur l'hystérésis magnétique et sur le traînage magnétique, que ce soit aussi à l'influence des traces d'impuretés qu'est due la différence entre la théorie et l'expérience pour les faibles champs magnétiques : c'est d'ailleurs la conclusion de l'étude.

MESURES ET ESSAIS

512.86. — Sur la détermination des constantes des formules linéaires empiriques. *R. G. E.*, 2 juin 1917, p 856, 900 mots. Analyse d'un travail de Harry-M. Roeser, fait au Bureau of Standards et résumé dans *Physical Review*, janvier 1917, 2e série, t. IX, p. 80-82, 1 200 mots. — Dans son travail l'auteur montre que si l'on recule devant les calculs que nécessite la méthode des moindres carrés, il est néanmoins possible par la méthode graphique d'obtenir une très grande rigueur dans le cas particulier des formules linéaires.

536.531. — Un thermomètre calorimétrique à résistance. *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II. p. 211-212, 650 mots. Analyse d'un article de S. Leroy Brown, publiée dans *Physical Review*, mai 1917, 2e série t. IX, p. 205-209, 1 800 mots, 3 fig. 2 tab. — Les auteurs établissent que la variation de la résistance électrique des oxydes métalliques avec la température peut être utilisée à la détermination des températures et qu'un thermomètre de ce genre est aussi exact que le thermomètre à résistance de platine de Callendar et Griffith.

538.22. — Nouveau perméamètre ; P. Frank et Fahy. *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. I, p. 731-732, 1 200 mots, 3 fig. — L'instrument décrit est un perméamètre de haute précision, dépourvu de complication, et construit de telle façon qu'il peut servir soit à comparer les perméabilités de deux échantillons, l'un d'eux servant d'étalon, soit à mesurer les constantes de perméabilité et d'hystérésis d'un seul échantillon.

347.751 + 621.317.5. — Les contrats de vente d'énergie et les compteurs à haute tension ; P.-F. Dufour. *R. G. E.*, 19 mai 1917, t. I, p. 784-788, 3 600 mots. — Dans cet article, l'auteur montre la nécessité d'employer, dans les distributions d'énergie, des compteurs à haute tension, au lieu de compteurs à basse tension; en effet, quand le client est tarifé sur le courant qu'il utilise en basse tension, il n'ouvre pas l'interrupteur haute tension de son transformateur lorsqu'il ne s'en sert pas. Or le transformateur consomme à vide du courant déwatté, il en résulte une augmentation de l'angle de déphasage du réseau et une diminution du rendement de la distribution. L'auteur examine les différents contrats d'énergie et les dispositions à prendre pour assurer une tarification équitable de l'énergie.

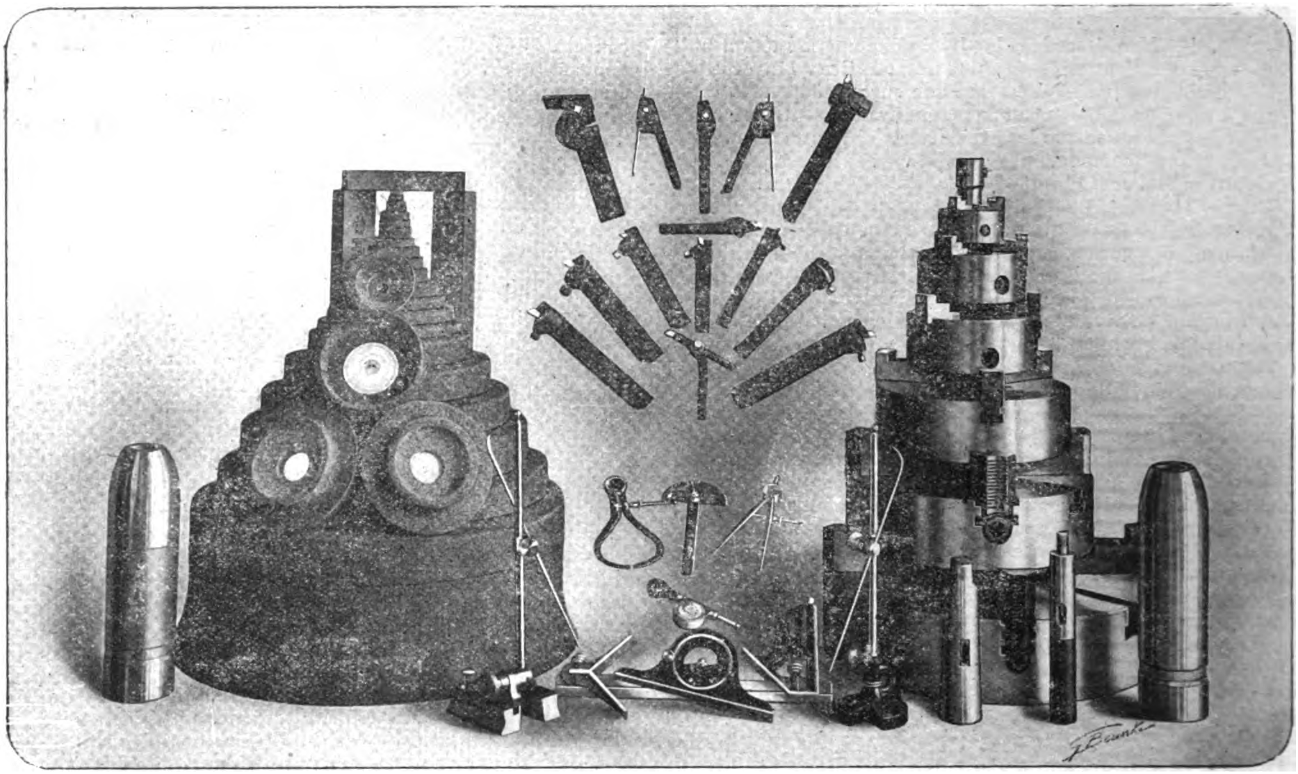
621.317.5. — Nouvelles applications et nouvelles formes pour compteur d'électricité automatique payant ; F. Biermann. *E. T. Z.*, 12 avril 1917, t. XXXVIII, p. 203-205, 1 200 mots, 4 fig.

621.317.5. — Un nouveau compteur à haute tension ; P.-F. Dufour. *R. G. E*, 30 juin 1917, t I, p. 1 007-1 011, 3 500 mots, 2 fig. — Dans cet article, l'auteur décrit un nouveau compteur à haute tension qu'il a fait breveter et qui présente la particularité de ne posséder que des organes à basse tension et pas de transformateur de mesure, le transformateur de l'abonné jouant lui-même le rôle de transformateur de mesure. Ce nouveau compteur, moins coûteux que les appareils actuels, permettra l'application du doublement des compteurs, dont la dépense a toujours fait reculer fournisseurs et abonnés malgré les avantages qu'il présente.

621.317.5. — Mesure de la puissance dans des circuits triphasés avec cos φ très petit ; E. Biffi. *Elettrotecnica*, 25 août 1917, t. IV, p. 436-442, 5 800 mots, 4 fig. — En complétant son étude sur la mesure de la puissance avec cos φ très petit, l'auteur vient à considérer le cas des circuits triphasés, en appliquant encore la méthode de réduction à zéro. Avec des circuits triphasés, cette méthode se prête à des dispositions très simples, lorsqu'on peut faire la mesure à l'aide d'un wattmètre triphasé d'un type électrodynamique, formé par l'accouplement de deux wattmètres monophasés dont les bobines voltmétriques sont rigidement réunies entre elles. Après avoir décrit la méthode, l'auteur expose une application pratique pour l'enregistrement des puissances triphasées avec des facteurs de puissance très petits. Dans ce cas, les enregistreurs ordinaires ne seraient pas assez sensibles; avec la méthode proposée par l'auteur, l'enregistrement de la puissance triphasée se fait au moyen d'un wattmètre monophasé qui enregistre dans la partie la plus sensible.

627.223.2. — Premiers résultats de l'étude des courants de fond au moyen du bathyrhéomètre ; Yves Delage. *C. R. de l'Académie des Sciences*, 13 août 1917, t. CLXV, p. 277-283 2 000 mots, 2 fig. — L'auteur a déjà présenté, en 1912, un instrument dénommé par lui bathyrhéomètre destiné à enregistrer la direction et la vitesse des courants de fond. (*C. R. de l'Académie des Sciences*, 15 avril 1912.) Dans cette nouvelle communication, il décrit les modifications qu'il a dû y apporter; la première rend l'appareil plus maniable en facilitant le relevage, la deuxième réduit au minimum les effets des mouvements tourbillonnaires. L'auteur rend compte ensuite de l'essai qu'il a fait à la passe d'Astan située à trois milles environ au nord de Roscoff et à l'est de l'île de Batz, en un endroit où la profondeur moyenne est de 30 m et où les courants sont très vifs. Les graphiques obtenus sont relatifs à la période intermédiaire à la morte eau et à la vive eau et représentent un enregistrement continu de trente-huit heures, comprenant trois flots et trois jusants. A première vue, ces graphiques ont un aspect étrange. Le style, au lieu d'inscrire une ligne mince, forme un tracé large et déchiqueté résultant de ce que les mouvements tourbillonnaires déterminent des oscillations pendulaires de part et d'autre de la position moyenne. C'est cette position moyenne qu'il faut envisager pour lire sur les graphiques la direction et l'orientation des courants. L'auteur donne ensuite deux exemples de graphiques, l'un d'orientation, l'autre d'intensité.

Digitized by Google



PARIS, 47, boulev. Magenta.
LYON, 39, cours de la Liberté.

Soc. Ano. ALFRED HERBERT

Tél. : NORD 37-64, 67.39, 70-14
Télég. : HEXAGON-PARIS

Adr. télégr. :
Leolique-Paris.

"L'Éclairage Électrique"

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

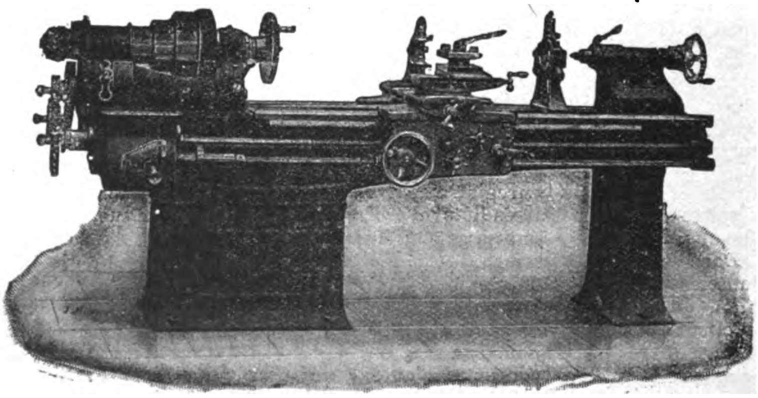
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS

Téléphone :
Elysées 42-90
42-91
42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS
de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS
FRANCE

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

EXPLOITATION

621 31.00,7. — Le personnel des ateliers de la British Westinghouse Co à Manchester. *Electrical Review*, 4 mai 1917, t. LXXX, p. 470-480, 1 200 mots, 5 fig. — Les ateliers occupent 160 acres dans Trafford Park, 40 acres étant en constructions bâties. Les constructions ont été commencées en 1901, et la fabrication fonctionnait déjà en 1902. — Le personnel comprend 10 000 employés dont un grand nombre de femmes. Celles-ci portent toutes des blouses khaki et sont utilisées dans tous les services. Un certain nombre de cantines spéciales leur sont réservées et leur bien-être général est spécialement assuré par une « Lady Superintendent of Women Workers ». — La Compagnie possède, dans ses ateliers, une école pour l'instruction de ses apprentis. Deux catégories d'apprentis sont acceptées : l'une comprend des ingénieurs diplômés ou des hommes possédant une certaine éducation technique auxquels on permet de suivre pendant deux ou trois ans les ateliers, les laboratoires d'essais, etc ; l'autre est composée de jeunes gens qui entrent à l'atelier entre 14 et 16 ans et y demeurent jusqu'à 21. Pendant ce temps les jeunes gens se mettent au courant des divers travaux et complètent leur instruction à l'école des ateliers. L'enseignement est assuré par le haut personnel de la Compagnie, les professeurs étant au nombre de 40. — A. B.

331.2 :656 2. — Le règlement des salaires dans les chemins de fer prussiens-hessois au point de vue de l'économie sociale; A. GOUPIL. *Génie civil*, 14 juillet 1917, 4 000 mots, 1 fig. — Le règlement général des traitements sur les chemins de fer de l'Etat prussien, qui est entré en vigueur le 1er avril 1914, a une importance économique incontestable. L'auteur fait connaître, d'après les indications des *Archiv für Eisenbahnwesen* (deuxième cahier 1917), les principes qui ont présidé à l'élaboration de ce règlement. — PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES. Chaque travailleur reçoit un salaire de base correspondant à l'emploi où il est classé. Ce salaire dépend du temps de service, des conditions locales d'existence, et tient compte des salaires payés par d'autres administrations ou par l'industrie privée. — ANCIENNETÉ DE SERVICE. Le salaire des travailleurs de chemins de fer correspond aux besoins de l'existence qui croissent avec l'âge et particulièrement dans les années où la famille s'augmente. Les droits d'ancienneté entrent en jeu dès l'entrée du travailleur au chemin de fer, et au plus tôt à l'âge de 18 ans. Pour les hommes entrant au chemin de fer après avoir satisfait aux obligations militaires, on tient compte du nombre d'années de service militaire. Le temps de service militaire compte également pour l'ancienneté pour les hommes qui étant déjà au chemin de fer sont appelés pour faire une période. — DÉCOMPTE DU SALAIRE, MAINTIEN DE LA SOLDE DANS LE CAS DE CONGÉS, DE PERTES DE TEMPS. D'après le nouveau règlement, un ouvrier occupé dans une même journée à différents travaux reçoit, pour la journée, quelque soit le temps passé sur chaque travail, un salaire correspondant au travail le plus rémunéré. Le travail du dimanche ou jour férié, si court qu'il ait été, compte pour une journée entière. Pour les absences motivées, on ne déduit rien. — *Allocations supplémentaires*. Le travail de nuit ne correspondant pas à un roulement régulier donne droit à un supplément de 20 pfennigs par heure avec minimum de 4 heures. Des allocations particulières sont prévues pour les travaux particulièrement dangereux, difficiles ou répugnants. Les déplacements donnent droit à des frais fixes. — *Suppléments divers et gratifications*. Des indemnités sont allouées aux agents dont la résidence de service est changée, ou qui se déplacent comme délégués pour des motifs d'intérêt général et à ceux qui se sont déplacés pour passer des examens qu'ils ont subis avec succès. — *Salaire aux pièces*. — Les principes généraux pour le salaire aux pièces sont les suivants : 1° pour un travail à rémunérer, une durée de base est fixée d'après une observation prolongée ou des épreuves ; cette durée n'est modifiée que si les méthodes ou l'outillage viennent à changer ; 2° les travailleurs reçoivent, pour les heures de travail réellement faites, le prix de l'heure usuel répondant au salaire de base ; 3° pour chaque heure de travail économisée sur la durée de base, une prime est accordée sous la forme, soit d'une fraction fixe du prix normal de l'heure (système Halsey), soit d'une fraction variable (système Rowan), ou bien égale au prix total de l'heure (système Hoff). On peut tenir compte du temps du travail aux pièces de deux façons différentes : 1° le temps économisé ne bonifie que pour partie le salaire de l'ouvrier ; 2° le temps économisé lui est intégralement compté. — Les formules de salaires utilisées ordinairement sont en prenant la notation de F. Bayle où s_0 est le salaire de base et m un coefficient dit d'activité qui est le rapport de la durée de base de travail pour une pièce donnée au temps réellement employé,

Halsey : $$s = s_0 + \left(\frac{m-1}{3}\right) s_0;$$

Rowan : $$s = s_0 \left(1 + \frac{m-1}{m}\right);$$

Hoff : $$s = s_0 m.$$

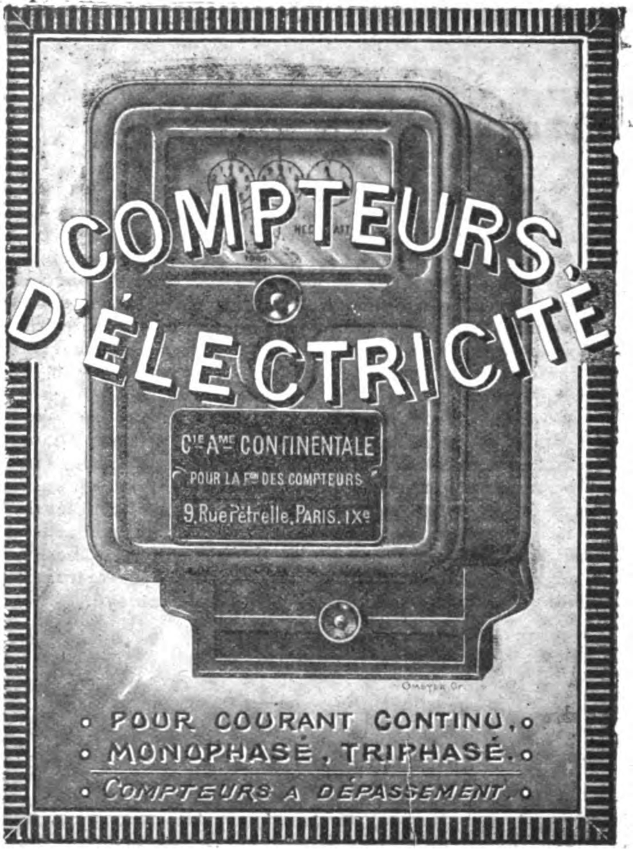
De ces trois systèmes, c'est le dernier qui est le plus favorable aux travailleurs, car il les fait bénéficier en entier de l'économie réalisée. C'est ce système qui a été introduit dans les divers ateliers des chemins de fer prussiens-hessois en appliquant les principes économiques suivants : 1° les temps alloués par pièce seront les temps normaux déduits d'expériences et majorés de 2 pour 10 ; 2° ils ne pourront être modifiés qu'à la suite d'une amélioration de l'outillage mécanique ou des installations ; 3° le bénéfice résultera de la multiplication du temps gagné par le salaire de base bonifié suivant l'échelle des traitements ; 4° comme minimum est garanti le produit des heures de travail effectives ; 5° le salaire à la pièce gagné ne peut être réduit, il n'est pas fixé de limite maximum. — *Echelle de salaires*. Les chemins de fer prussiens ont adopté le système des salaires échelonnés. Le salaire de début est en harmonie avec le salaire général extérieur de la main-d'œuvre ; le salaire maximum de l'échelle sera toujours maintenu plus élevé que le salaire moyen des ouvriers assimilables dans l'industrie privée. Le maximum doit être atteint au plus tard : *a*) pour les ouvriers et les employés auxiliaires qui en sont tirés, au bout de 20 ans ; *b*) pour les manœuvriers, au bout de 15 ans ; *c*) pour tous les autres travailleurs, au bout de 12 ans. — *Partage de bénéfices*. Dans les chemins de fer, on ne peut parler de partage de bénéfices au sens commercial du mot, cependant des primes peuvent être accordées au personnel dans certaines conditions, économie de combustible et de lubrifiants, découverte des rails cassés, etc. Les Allemands ont cherché à résoudre scientifiquement le problème des primes, mais ne sont pas parvenus à un résultat aussi satisfaisant que nos Compagnies de chemins de fer françaises où le règlement des primes est fait à l'amiable entre les ouvriers et le contremaître d'après l'expérience acquise. — H. C.

331.22. — Formule générale des salaires modernes; CARVALLO. *Génie civil*, le 4 novembre 1916, t. LXIX, p. 304, 1 fig, 900 mots.

331.87. — La « Taylorisation » et son application aux conditions industrielles de l'après-guerre; Félix DROUHET. *Génie civil*, 25 novembre 1916, t. LXIX, p. 350-352, 3 400 mots.

621.7 : 331-87. — Application pratique de la méthode Taylor à un atelier d'usinage; Paul NÉGRIER. *La Nature*,

Digitized by Google

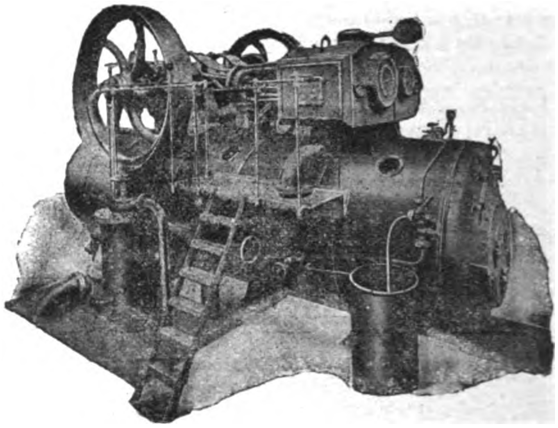


Société des Anciens Établissements

WEYHER & RICHEMOND

Société Anonyme. Capital 4.400.000 francs.

52, Route d'Aubervilliers, PANTIN (Seine).

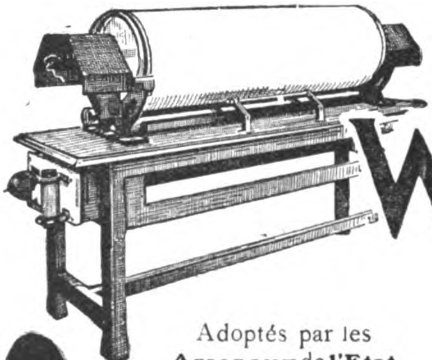


Mi-fixe Compound à surchauffe.

La **force motrice** la plus **économique,** la plus **pratique,** jusqu'à 350 chevaux.

MI-FIXES toutes puissances.

Tous travaux MÉCANIQUE GÉNÉRALE.



Avec

Les Appareils

WESTINGHOUSE

Cooper Hewitt

n'importe qui

tire des **BLEUS IMPECCABLES**

n'importe où

n'importe quand

Avec la plus grande RAPIDITÉ

la plus grande FACILITÉ

ÉCONOMIQUEMENT

Demander notre Tarif 249.

Adoptés par les **Arsenaux de l'Etat** et la plupart des **Grandes Usines** déjà éclairées par le même système

THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT Co Ltd

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewitlight-Suresnes.* — USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE **SURESNES, près PARIS** 11, Rue du Pont. — TÉLÉPHONE WAGRAM 86.10

7 juillet 1915, 45ᵉ année, n° 2284, p. 6, 2 100 mots. — L'auteur de cet article, devant l'impossibilité d'expliquer sommairement le fonctionnement du système Taylor, s'est efforcé, avec succès, de l'exposer sur un exemple. L'exemple choisi est une commande de wagonnets à une usine de construction mécanique. Il l'étudie depuis son arrivée à l'usine jusqu'à l'exécution finale et à la livraison, et donne et commente en passant les idées essentielles qui ont présidé à l'établissement du système Taylor.

621.317 8 : 343.711. — Comment découvrir les vols d'électricité et moyens d'y remédier. *Electrical World*, t. LXIX, n° 21, 26 mai 1917, 2 500 mots, 1 fig. — Exposé des méthodes pratiquées dans les diverses parties des Etats-Unis pour découvrir et supprimer les vols d'électricité.

613.66 : 621.31. — Accident mortel par induction. *Journal télégraphique*, 25 juin 1917, t. XLI, p. 107, d'après les « Annales des P.-T.-T ». — Dans la vallée de la Romanche (Isère) se trouvent de nombreuses usines d'énergie électrique, appartenant à diverses sociétés de distributions et alimentant des transports d'énergie par courants triphasés à des tensions de 25 000, 45 000 et 55 000 v. Une ligne téléphonique de l'État, portant des circuits interurbains, ainsi que les circuits d'intérêt privé de plusieurs des sociétés précitées est, sur une longueur importante, parallèle aux lignes d'énergie. Le 28 avril 1916, un garde-ligne d'une des sociétés de distribution a été électrocuté alors que, se tenant debout sur la route, il parlait par téléphone portatif sur une des lignes d'intérêt privé. L'enquête a donné lieu aux curieuses conclusions suivantes : 1° dans la journée de l'accident, aucun contact n'a pu se produire entre le circuit téléphonique et les lignes à haute tension ; 2° les coupe-circuits des lignes de l'Etat appartenant au même poteau que le circuit intéressé ont fonctionné et des secousses ont été ressenties par les employés de l'Etat, chargés du service des lignes télégraphiques ; 3° au moment de l'accident, un arrêt brusque de courant s'est produit sur les fils d'un transport d'énergie à 45 000 v, parallèles sur une longueur de 20 km à la ligne de l'Etat. La tension anormale qui a causé l'accident n'a donc pas pu résulter de contact entre les fils téléphoniques et la ligne d'énergie. Elle a été causée par l'induction des courants de la ligne d'énergie sur la ligne téléphonique. Au moment d'une interruption de courant, un des fils d'énergie a dû rester à une charge élevée encore pendant quelques instants, tandis que les autres fils étaient déjà retournés au potentiel zéro. Sous l'influence électro-statique de ce fil, le circuit téléphonique a été ainsi porté à une tension élevée qui occasionna l'accident mortel.

626 1 : 00.11. — Syndicat suisse pour l'étude de la voie navigable du Rhône au Rhin ; G. AUTRAN. *Bull. tech. de la Suisse romande*, 21 avril 1917, 19 mai et 2 juin, t. XLIII, p. 73-76, 3 fig. p. 93-96, 1 fig. p. 105-108.

331.4 + 331.1. — La main-d'œuvre féminine et la main-d'œuvre masculine. *Electrical Review*, 6 octobre 1916, t. LXXIX, p. 390, 800 mots. Extrait d'une communication au meeting de l'Economic Science, section de la British Association du 8 septembre 1916.

331.82. — La fatigue industrielle ; Dʳ A.-F. STANLEY KENT. *Electrical Review*, t. LXXIX, 27 octobre 1916, p. 458, 1 490 mots.

331.7. — L'emploi des marins et soldats réformés. *Electrical Review*, 13 octobre 1916, t. LXXIX, p. 396, 1 490 mots, 3 fig.

63(072). — Rapport sur les établissements agricoles de recherches scientifiques ; TISSERAND. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, 20 novembre 1916, t. CLXIII, p. 621-624, 5 200 mots.

62 : 31. — L'industrie technique, sa situation actuelle et son avenir après-guerre ; F.-W. LANCHESTER. *Electrician*, 22 décembre 1916, t. LXXVIII, p. 397-389, 4 800 mots. — Communication à la Junior Association of Engineers, le 11 décembre 1916.

MATIÈRES PREMIÈRES ET COMBUSTIBLES

666.94 - 97. — La durée des drains en ciment et des bétons dans les sols alcalins ; R.-J. WIG, G.-M. WILLIAMS, A.-N. FINN, S.-H. MC CRORY, E.-C. BEBB et L.-R. FERGUSSON. *Technologic Papers of The Bureau of Standards*, n° 95. — L'emploi du béton, principalement pour le drainage des terres fortement alcalines, comme on en trouve dans certaines régions des Etats-Unis, a subi un temps d'arrêt, parce que les ingénieurs ont eu des doutes sur sa durabilité. C'est par millions de dollars que s'évaluent les dépenses consacrées à l'édification d'usines dans ces contrées et on réaliserait de sérieuses économies si le béton pouvait être utilisé sans restriction. Des recherches systématiques ont donc été entreprises par le U. S. Reclamation Service Drainage Division of the Department of Agriculture en coopération avec la Portland Cement Association. On a fabriqué à cet effet 9 000 drains en ciment de 20 types différents et un grand nombre de blocs de béton. La composition des premiers répond aux formules suivantes : une partie de ciment pour une partie et demie de sable ; ou une partie de ciment pour quatre parties de sable. Les tuyaux pour drains étaient fabriqués à la machine ou à la main, sans mélange ou traitement spécial, sauf pour une installation d'assèchement dans laquelle on alternait la combinaison suivante : un tuyau était recouvert d'un coulis de ciment, le suivant de goudron chaud et au troisième on avait incorporé du sulfate de fer pendant le malaxage du mortier. Pour la confection des blocs et aussi de quelques petites colonnes, on avait employé les proportions suivantes : ciment, 1 partie, sable 1,5 et 3 parties ou ciment, 1 partie, sable 2,5 et 5 parties. Pendant trois ans, on a effectué des essais de résistance avec une machine portative spéciale qui pouvait s'installer à côté du drain à éprouver. De tous ces essais il n'est pas encore possible de tirer des conclusions définitives quant à la durée des drains en ciment et des bétons utilisés dans les terrains alcalins ; la Commission résume ses observations de la manière suivante. — *Bétons*. Il faut les constituer de matériaux de premier choix proportionnés de façon à produire un mortier très dense. On n'emploiera que la quantité d'eau juste nécessaire pour lier la masse. Sans ces précautions, la résistance du béton à l'action des alcalis est fortement diminuée. — *Tuyaux pour drains* : 1° l'emploi de poteries en ciment dans des sols contenant 0,1 pour 100 et plus de sels alcalins est un fait d'expérience ; 2° les poteries poreuses provenant de mélanges maigres et secs sont sujettes à la désagrégation ; 3° d'autres plus denses, dans certaines conditions, ont aussi une tendance à une désagrégation superficielle ; 4° il y a éclatement sous l'effet de la dilatation consécutive à la cristallisation des sels inclus dans les pores ou encore à la suite de réactions chimiques entre les sels dissous et les constituants du ciment ; 5° les résultats obtenus ne permettent pas encore de fixer définitivement le rôle de chaque sel ; on peut dire seulement que plus il y a de sulfate de magnésie et plus la concentration totale de sels est grande, plus rapide aussi sera la désagrégation ; 6° les tuyaux fabriqués d'après le procédé ordinaire consistant à démouler aussitôt après la coulée se désagrègent au contact des terres et des eaux contenant 1 pour 100 et plus de sels alcalins analogues à ceux rencontrés dans les présentes recherches ; 7° les tuyaux, tuiles, briques façonnés avec un mélange, gâché jusqu'à consistance plastique, ne résistent pas aussi bien aux alcalis que ceux fabriqués à la machine avec le même mélange ; 8° ceux traités par la vapeur ne sont pas supérieurs à ceux ayant subi un arrosage systématique ; 9° le ciment de Portland, à proportion égale, est supérieur à tous les autres ciments ; 10° ni la couche de goudron, ni le lait de ciment, ni même le sulfate de fer ne peuvent empêcher l'absorption des sels alcalins contenus dans la terre. La meilleure composition à employer dans

Digitized by Google

Marque de Fabrique

Ateliers de Construction d'Instruments
— DE PRÉCISION —

OTTO BILAND

S$_T$-IMIER (Suisse)

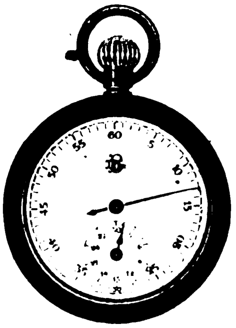
Maison exclusivement suisse, fondée en 1906.

Médaille d'Or — Exposition Nationale Suisse, Berne, 1914

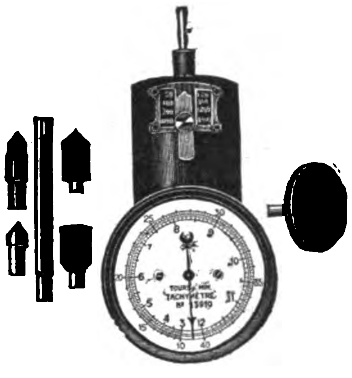
TACHYMÈTRES

TACHOSCOPES
et
COMPTEURS DE TOURS

MONTRES
pour les
USAGES TECHNIQUES



APPAREILS GRAPHIQUES
pour les
RECHERCHES MÉDICALES
et
PHYSIOLOGIQUES



REPRÉSENTANT GÉNÉRAL
POUR LA FRANCE
DES

TACHYMÈTRES "BILAND"

ZIVY & C^{IE}

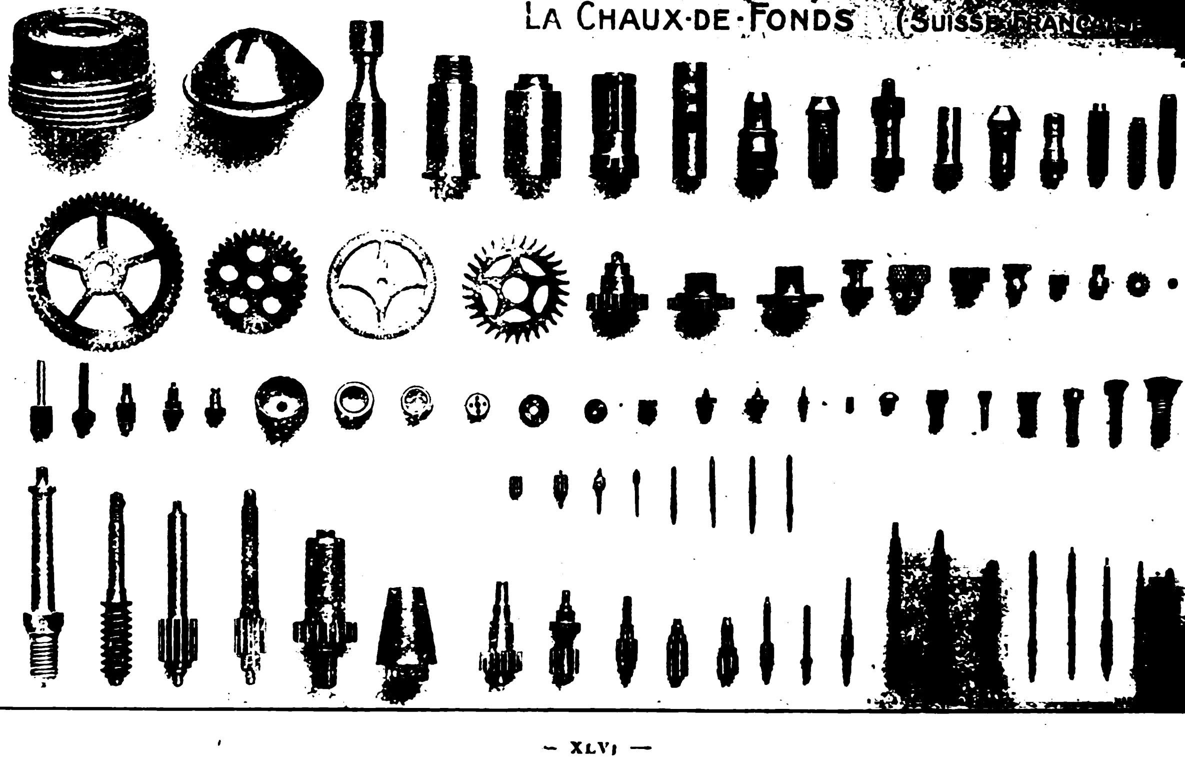
29, rue de Naples, PARIS-8e.

FABRICATION DE COMPTEURS SPÉCIAUX SUR DEMANDE

MANUFACTURE ISOMETRIC · ZISSET & PERRE

LA CHAUX-DE-FONDS (Suisse

DÉCOLLETAGE & TAILLAGE EN TOUS GENRES



ISOMETRIC · TÉLÉPHONE 5

Digitized by Google

ces conditions est la suivante : une partie de ciment de Portland pour trois parties de sable ; faire un mortier assez fluide ; comme il est un peu plus mouillé que ceux ordinairement préparés dans l'industrie, il faudra le laisser séjourner plus longtemps dans les moules, à moins que l'on ne trouve le moyen de hâter la prise du ciment. — B. C.

666.3. — L'industrie de la céramique aux Etats-Unis; A.-V. Bleininger. *Journal of the Franklin Institute*, février 1917, t. clxxxiii, p. 127-167. — L'auteur traite toutes les branches de cette industrie. En ce qui concerne la porcelaine électrique, il affirme que celle fabriquée aux Etats-Unis est d'excellente qualité. Sa composition répond à peu près au mélange suivant : kaolin et argile, 50 pour 100 ; feldspath, 30 pour 100 ; silice, 20 pour 100. La pâte ainsi formée est cuite à la température de 1330° C, au lieu de 1 700° C, comme on le fait en Europe : rien ne permet encore de dire que le procédé européen est supérieur au procédé américain. — B. C.

621.315.6. — Matière isolante pour usages électriques et autres fins. — *Le Journal télégraphique* de Berne du 25 juillet 1917, t. xli, donne les indications suivantes : pour obtenir un matériel de grand pouvoir isolant qui ait la propriété d'être quasi incombustible, on a préparé une matière dure, rigide, qui n'est pas absorbante et n'a pas besoin d'être vernie. On peut la mouler et lui donner n'importe quelle forme, la couper et la travailler à la main ou avec des machines à volonté ; elle s'adapte ainsi à divers usages et notamment aux installations électriques ; on en fabrique par exemple des isolateurs de ligne, des socles de commutateur et autres appareils pour lesquels on emploie actuellement la porcelaine, le marbre, l'ardoise et différents matériaux vulcanisés ; d'autre part, son coût, suffisamment bas, permet d'appliquer cette matière à divers usages commerciaux. Pour fabriquer ledit produit industriel, on emploie les matières suivantes : 1° amiante finement pulvérisé ; 2° mica finement tamisé ; 3° caoutchouc minéral, c'est-à-dire un dépôt minéral mou qui se rencontre dans les gisements de schiste oléagineux interposé entre le schiste et la roche dans laquelle il gît ; 4° résine ; 5° solution de gomme élastique consistant approximativement en une partie de gomme pure de Para dissoute dans 32 parties de bisulfure de carbone, et 6° fleur de soufre. Toutes ces matières se mélangent intimement entres elles et, si l'on veut, on peut ajouter une petite quantité de bisulfure de sélénium pour faciliter le mélange. Le produit ainsi formé est exposé à l'air pour que s'évaporent le bisulfure de carbone et le bisulfure de sélénium (si ce dernier est employé), lesquels agissent seulement comme agents pour favoriser la combinaison des autres matières. Le produit s'échauffe immédiatement si on le met dans un récipient pourvu d'une chemise de vapeur ; on l'agite jusqu'à ce qu'il soit devenu plastique, puis on le transfert dans les moules où il reçoit, sous pression, la forme désirée. La proportion des divers éléments qui entrent dans la composition de la nouvelle matière ou produit industriel, objet de cette patente, peut être approximativement la suivante :

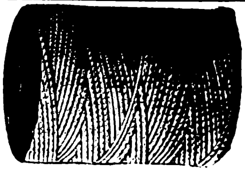
Amiante pulvérisé	51,7	pour 100
Mica tamisé	14	Id.
Caoutchouc minéral	20	Id.
Résine	1	Id.
Solution de caoutchouc	10	Id.
Fleur de soufre	3	Id.
Bisulfure de sélénium	0,3	Id.

Il est entendu, cependant, que ces proportions ne sont pas absolues, mais pourront varier dans certaines limites suivant que le conseille la pratique dans chaque cas.

662.83. — L'agglomération de la houille; Louis Renié. *La Nature*, 7 juillet 1917, n° 2 284, 45e année, p. 1, 4 500 mots, 6 fig. — Chaque année, des quantités considérables de combustible seraient perdues, si on n'utilisait pas les poussiers de charbon. Ces poussiers peuvent servir pour la fabrication du gaz et du coke et pour celle des agglomérés. La France est, malgré sa faible production en houille, un des fabricants et des consommateurs les plus importants d'agglomérés. En 1911, les productions en agglomérés des grands pays industriels étaient les suivantes : Allemagne, 4 991 000 t ; France, 3 344 000 t ; Belgique, 2 779 000 t ; Angleterre, 1 808 000 t ; Etats-Unis, 198 000 t. Pour pouvoir jouir de la faveur des consommateurs, les briquettes doivent être régulières de poids, de taille et de formes appropriées à l'usage qu'on veut en faire. Leur poids varie de 45 gr pour les boulets à 10 kg pour les grosses briquettes. — Les briquettes ne doivent contenir que 10 pour 100 de cendres au maximum, elles doivent être bien agglomérées, ce qui se reconnaît à une densité de 1,2 à 1,4, à la sonorité et à l'aspect extérieur ; elles doivent être de garde, ne pas absorber l'humidité, ni s'altérer en stock, ni s'abîmer pendant les transports ou manutentions ; elles doivent de plus s'enflammer facilement, brûler avec une flamme vive, ne pas s'émietter au feu et donner peu de fumée. Cette dernière condition dépend de l'agglomérant, le brai et le goudron donnent des fumées désagréables. Les briquettes ont enfin le grand avantage de prendre peu de place dans l'emmagasinage. — Matières premières. Quoiqu'on puisse employer tous les charbons, les houilles demi-grasses contenant de 10 à 17 pour 100 de matières volatiles, et 12 pour 100 au maximum de cendres sont les plus convenables. Les houilles maigres et l'anthracite exigent trop de brai et donnent des briquettes tenant mal le feu. Les houilles grasses sont employées plus avantageusement pour la fabrication du coke ou du gaz d'éclairage. — Le taux d'humidité doit être de 3 à 4 pour 100, les grains doivent avoir de 0 à 3 mm de diamètre. L'agglomérant est généralement du brai. En France, on utilise de préférence le brai sec, qui colle peu, se manipule facilement, et donne peu de fumée. — Fabrication. L'auteur décrit ensuite avec détails la fabrication des briquettes, nous la résumerons rapidement comme il suit. Le brai sec, livré en blocs plus ou moins gros, est broyé dans des appareils spéciaux, après avoir été séparé des corps étrangers qui peuvent s'être mêlés à lui. On procède ensuite au dosage. Celui-ci est très important, car de lui dépend la qualité des briquettes ; en France, la teneur en brai est actuellement de 6,3 pour 100 ; elle varie d'ailleurs avec la qualité du charbon et la grosseur des grains. Le procédé de dosage qui semble donner le plus de satisfaction est le dosage pondéral. On intercale souvent, entre les appareils de dosage et le malaxeur, un four de chauffage destiné à ramener la teneur en eau de la pâte à 3 ou 4 pour 100, teneur qui convient le mieux à la majorité des presses. Le malaxeur est destiné à rendre le mélange bien homogène et à amener le brai à l'état fluide, le chauffage se fait à la vapeur ; la température du mélange à la sortie du malaxeur est d'environ 90 à 95°, il passe alors à la presse. La compression se fait dans des moules et peut être soit simple, soit double, suivant les types de presses. La pression varie suivant les cas et peut atteindre et dépasser 200 kg : cm². L'auteur décrit plusieurs types de presses employées soit en France, soit à l'étranger. — Procédés divers d'agglomération, agglomération domestique. La fabrication des briquettes revenant assez cher, 5 à 7 fr : t, on a cherché à diminuer, ou même à supprimer le brai en le remplaçant par d'autres agglomérants, mais jusqu'ici on n'a obtenu aucun résultat industriel. L'auteur étudie divers de ces procédés, et termine en conseillant pour l'agglomération domestique un des deux procédés suivants : Pâte composée de poussier de charbon et de 10 pour 100 d'argile et mêlée avec un peu d'eau, laisser sécher avant l'emploi ; soit un mélange de 6 de charbon et de 1 de papier déchiqueté, le tout soigneusement malaxé dans l'eau. Les briquettes obtenues par ce deuxième procédé sont moins cohérentes, mais laissent moins de cendres. — H. C.

Digitized by Google

ISOLANTS
L. P. S.
Grand stock permanent



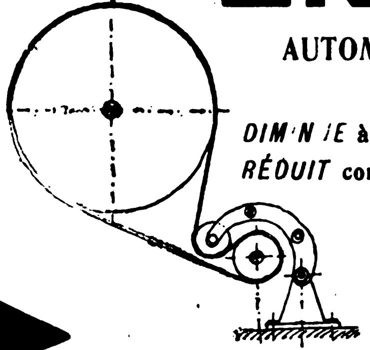
TUBES ISOLANTS FLEXIBLES
ET
TUBES TRESSÉS COTON ET SOIE NON IMPRÉGNÉS

L'Isolant le plus efficace pour toutes connexions intérieures dans les Appareils Électriques. Excellent pour remplacer les tubes caoutchouc périssables. Très flexible, à l'épreuve de l'eau et de l'huile, grande résistance électrique.

ISOLANTS, VERNIS, SOIE, TOILE, PAPIER ET RUBAN (coupe droite et en biais)
Rubans et tresses en coton et soie de toutes sortes
MICA, ÉBONITE, FIBRE, PRESSPAHN, LEATHEROID

The L. P. S. ELECTRICAL COMPANY, 14, Howick Place, Westminster, LONDRES S. W. 1.

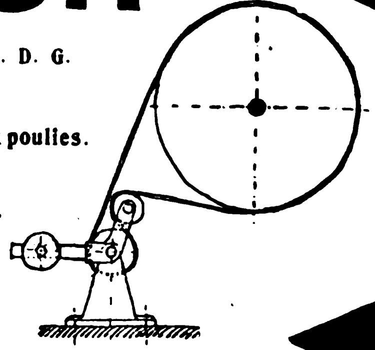
ENROULEUR



AUTOMATIQUE DE COURROIE, Breveté S. G. D. G.

L'ENROULEUR

DIMINUE à un minimum les distances d'axe en axe des deux poulies.
RÉDUIT considérablement la tension de la courroie.
SUPPRIME tout glissement de la courroie.
PERMET d'employer de grands rapports de diamètre entre les deux poulies.



WYSS & C^IE, SELONCOURT (DOUBS)

Comptoir Industriel

D'ÉTIRAGE ET PROFILAGE DE MÉTAUX

107, 109, 111, 113, Avenue Philippe-Auguste, **PARIS** (XI^e).

Téléphone Roq. 24.71 — 78.91 *Métro :* Philippe-Auguste.

Aciers, Laitons, Cuivres et Alliages, Zinc, Aluminium, etc.

PROFILS DE HAUTE PRECISION

pour Armes de toutes natures, Constructions Mécaniques et Électriques.

AUTOMOBILES, AÉRONAUTIQUE, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

Instruments de Précision, Appareils pour Sciences et Mathématiques,

ACIERS COMPRIMÉS — ESSAIS A LA TRACTION

RECUIT ET ÉTIRAGE A FAÇON — RONDS, CARRÉS ET SIX PANS POUR DÉCOLLETAGE

Digitized by Google

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

621.31 : 341.3. — Production de l'énergie en temps de guerre; J.-A. Walls. *Electrical World*, 2 juin 1917, t. LXIX, n° 22, 900 mots, 1 fig. — La grande consommation d'électricité, d'une part, la difficulté de l'approvisionnement en charbon et en matériel électrique, d'autre part, résultant de la guerre, ont conduit un grand nombre d'industriels américains à confier la fourniture de l'énergie nécessaire à leurs entreprises à des stations centrales. Ce système présente l'avantage de permettre aux centrales de se munir d'unités très puissantes, ce qui ne peut être le cas dans les stations isolées et de réaliser des économies de combustible et de matériel au profit de l'intérêt national. En outre, plusieurs centrales desservant la même région ou des régions voisines ont relié leurs réseaux. Les heures de pointes ne coïncidant pas permettent de ne mettre en service pendant toute la journée que des machines ayant le meilleur rendement. Un exemple typique de ce genre est fourni par les Compagnies de services publics de Baltimore et Lancaster qui possèdent, en outre, une centrale hydro-électrique fournissant la majeure partie de l'énergie et permettant une importante économie de combustible. Ce système procure en outre l'avantage d'une puissance de secours plus grande que dans le cas de stations isolées. — P. G.

621.31 : 31. — L'industrie électrique dans la Haute-Italie et dans l'Italie centrale; Badermann. *E. T. Z.*, 7 juin 1917, n° 23, p. 312-313, 2 200 mots.

621.33 : 31. — Statistique des lignes de Chemins de fer électriques de Hollande pour l'année 1915. *E. T. Z.*, 21 juin 1917, n° 25, 21 juin 1917, p. 338, 50 mots, 1 tab. — Le tableau ci-dessous est extrait de la statistique du « Koninklijk Instituut van Ingenieurs ».

Lignes.	Habitants. Milliers.	Longueur de la ligne km.	Écartement.	Millions de voyageurs.	Voyages par tête.	Recettes Millions M.	Recette par voyageur en pf.
Amsterdam	617	184,1	1,435	106,52	172	7,958	7,5
Amsterdam-Harlem......	721	76,8	1,00	7,40	10	1,506	20,0
Arnheim.......	84	28,0	1,067	3,33	40	0,425	12,8
Haag..........	322	118,6	1,435	37,69	117	3,808	10,1
Groningen.....	84	19,2	1,00	3,02	36	0,268	8,8
Harlem........	72	10,2	1,435	1,73	24	0,165	9,5
Ceiden........	60	45,8	1,435	2,84	45	0.612	21,5
Nymwegen	65	24,0	1.067	1,86	28	0.250	13,5
Rotterdam.....	515	124,0	1,435	38,16	74	3,658	9.5
Utrecht.... ...	130	31,0	1,435	6,20	48	0,540	8,7

621.31 : 31. — La production d'électricité en Russie; P. Gurewitsch. *Electrician*, 1er juin 1917, t. LXXIX p. 354-356, 5 000 mots, 5 tab. — L'auteur étudie la production d'électricité en Russie avant la guerre et les grandes lignes de son développement après la guerre. — D'après les publications du ministère russe des Finances, la puissance totale produite par les stations centrales et les installations isolées en 1913 s'élevait à 2 000 000 000 kw-h. Par comparaison avec d'autres pays, cette production est faible : ainsi, en 1913, la production totale a été en Allemagne de 12 000 000 000 kw-h ; aux États-Unis, on arrive au chiffre de 17 585 000 000 kw-h. Cependant, si le développement électrique de la Russie a été lent, il était, avant la guerre, en progression rapide. En particulier, la production d'électricité dans les quatre villes russes : Pétrograd, Moscou, Bakou et Lodz, qui possèdent les installations, les plus importantes, s'est accrue rapidement. — L'emploi de la puissance électrique en Russie est généralement peu répandu à cause des prix élevés des moteurs électriques, résultant de droits élevés. Les tarifs élevés de l'énergie électrique contrarient également l'emploi des moteurs électriques; tandis qu'en Allemagne, le tarif normal pour la force motrice est de 16 pfennigs (0,10 fr) et en Suisse de 0,16 fr, les tarifs ordinaires en Russie montent à 16 kopeks (0,40 fr) (soit de plus de 100 pour 100); dans quelques villes, ils atteignent même de 18 à 20 kopeks. — L'exploitation de chutes d'eau puissantes ou de l'énergie potentielle accumulée par la nature sous forme de charbon de terre, de tourbe, dans des installations puissantes fonctionnant sur place, avec de grandes distances de transmission est demeurée jusqu'ici à peu près inconnue en Russie. De plus, les installations à vapeur qui utilisent du charbon anglais coûteux ne correspondent pas aux demandes techniques modernes et, à quelques exceptions près, ne sont pas à jour. — La Russie renferme de vastes tourbières qu'elle pourrait utiliser. L'exploitation de tourbières pour la production d'énergie électrique à bon compte qui a été pratiquée en grand à Wiesmoor près d'Aurich (Allemagne) gagnerait à être développée en Russie, d'autant plus que les provinces qui renferment les tourbières sont généralement éloignées de tout autre gisement de combustible, pétrole ou houille ; comme on les rencontre en terrain plat, il n'y a pas davantage de chute d'eau dans leur voisinage; enfin elles sont situées souvent près de provinces où existent des industries importantes (par exemple dans les provinces de Vladimir et Moscou, dont les industries textiles sont si développées). — A. B.

662.65.00 4. — Statistique de la consommation du charbon en Italie; P. Lanino et et N. Giovene. *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*, juin 1917, t. XI, p. 284-292, 2 000 mots, 10 tab. — La consommation de houille de l'Italie qui, en 1866, était de 523 163 t est passée à 4 923 254 t en 1900 et 7 970 622 t en 1916. Aux mêmes dates, les importations étaient respectivement de 524 042 t, 4 947 180 t et 8 065 041 t. La production nationale de lignite est passée de 80 336 t en 1871 à 601 801 t en 1913. Une partie du charbon importé ou extrait du sol national est réexporté, particulièrement pour les besoins de la marine. Cette réexportation est passée de 7 607 t en 1906 à 15 142 t en 1910, puis à 2 402 en 1912 et est remontée à 38 289 t en 1914. La production nationale de coke de 364 000 t en 1911 a été de 448 720 t en 1915, tandis que les importations passaient de 227 539 t en 1911 à 370 512 en 1913. Les données complètes sont réunies en tableaux et résumées par des graphiques indiquant également le montant de l'importation par nationalité, la comparaison de la production avec celles de l'Angleterre, des États-Unis et de l'Allemagne ainsi que la consommation par habitant. — P. G.

338.93. — Le problème de la renaissance industrielle; A.-W. Kirkaldy. *Electrical Review*, 29 septembre et 6 octobre 1916, t. LXXIX, p. 362-364 et p. 388-390, 3 300 et 2 800 mots. — Extrait des communications de The economic and statistic section de la British Association du 6 septembre 1916.

381.2. — Représentation des constructeurs électriciens sur les marchés étrangers; James A. Farrell. *Electrical World*, 28 octobre 1916, t. LXVIII, p. 854, 1 250 mots, 5 fig.

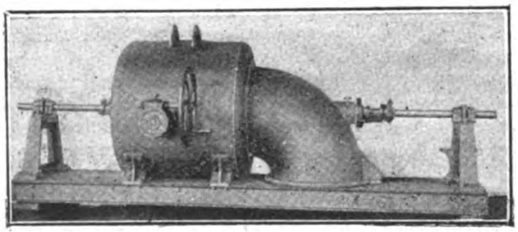
662 + 669 (063). — Congrès minier et métallurgique de la deuxième Foire de Lyon. *R. G. E.*, 21 avril 1917, t. I, p. 629. — Dans cet article sont reproduits les vœux émis par le Congrès organisé à l'occasion de la Foire de Lyon.

Digitized by Google

LABÉGUERIE Frères

CONSTRUCTEURS - MÉCANICIENS

DAX (Landes).



SPÉCIALITÉ

DE

TURBINES HYDRAULIQUES

Mécanique Générale.

CH.-M. STEIN & Cie

Ingénieurs-Constructeurs A. et M. et Civils de Mines

3, rue d'Edimbourg, Paris – 47, Victoria Street, Londres (Ang.)

16-3, Via Milano, Gênes (*Italie*)

Tél. : **Wagram 99-31** — *Ad. Télégraph.* **Fourstem, PARIS**

FOURS CHAUFFÉS AU GAZ

GAZOGÈNES

Fours à Huiles lourdes "Ferguson"

FOURS MARTIN SIEMENS

fixes et oscillants, mélangeurs

Concessionnaires exclusifs des **Procédés Ansaldo** pour la cémentation

CATALOGUES SUR DEMANDE

Digitized by Google

381.1 (64). — Foire de vente et d'échantillons de Rabat (Maroc). *R. G. E.*, 18 août 1917, t. II, p. 273, 800 mots. — Dans cette note se trouvent reproduits quelques extraits du règlement de cette foire qui doit se tenir à Rabat du 15 au 30 septembre.

381.1 (494.23). — L'industrie électrique à la première foire d'échantillons de Bâle. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, mai 1917, t. VIII, n° 5, p. 130-135, 2 500 mots, 1 fig. — La foire d'échantillons de Bâle, malgré les circonstances peu favorables et la difficulté des approvisionnements en matières premières, a présenté, au point de vue de la construction électrique, un intérêt certain. Il faut citer particulièrement les petits moteurs industriels et agricoles, les dynamos-batteries pour l'éclairage des automobiles, les appareils de chauffage et de cuisine électrique (autocuiseurs, etc.), l'appareillage et les instruments de mesure. Le matériel d'installation et d'éclairage (lampes) y fut particulièrement bien représenté. Comme conclusion, l'auteur indique la nécessité pour l'industrie suisse de l'électricité, de se rendre de plus en plus autonome et de ne faire appel à l'importation que pour les matériaux qu'il est absolument impossible de se procurer dans le pays. Pour lutter contre la concurrence de certains voisins qui se préparent à importer en Suisse des articles manufacturés à des prix très bas, celle-ci doit spécialiser de plus en plus ses fabrications. La foire de Bâle dénote un effort dans ce sens, mais il reste encore bien des articles courants dont la fabrication n'a pas encore été sérieusement pratiquée. Depuis la guerre, la Suisse apprend à se suffire à elle-même. L'auteur demande qu'il en soit de même, et de plus en plus, après la guerre, particulièrement en ce qui concerne l'industrie électrique, qui n'aura plus, comme maintenant, l'excuse du manque de matières premières. — J. C.

621.31(062). — L'assemblée générale annuelle de l'Union des installateurs d'électricité allemands. *Génie civil*, 14 octobre 1916, t. LXIX, p. 255-257, 1 000 mots; d'après *Elektroindustrie* du 1er août.

621.31(062). — Les travaux du comité pour la production nationale de l'énergie électrique; Comité : JOINT COMMITTEE. *Electrician*, 13 octobre 1916, t. LXXVIII, p. 56-57, 1 700 mots, 1 carte; *Electrical Review*, 13 octobre 1916, t. LXXIX, p. 397-399, 1 490 mots, 1 carte, 1 fig; *Electrical Engineering*, 12 octobre 1916, t. XII, p. 384, 1 carte.

38(061). — Chambre de Commerce d'Alger. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 830.

38(061). — Chambre de Commerce française de Genève. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 830.

38(061). — Chambres de Commerce de Lons-le-Saunier et de Genève. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. I, p. 916.

38 (061). — Chambres de Commerce russes. *R. G. E.*, 29 septembre 1917, t. II, p. 516, 400 mots.

FINANCES

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 9 juin 1917 de l'Energie électrique du littoral méditerranéen. *R. G. E.*, 1917, t. I, p. 1 035, 700 mots.

657.37 (062) 2. — Assemblée générale ordinaire du 2 juin 1917 de la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône. *R. G. E.*, 1917, t. I, p. 1 035-1 036, 700 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 15 mai 1917 de la Société des Forces motrices de la Vis. *R. G. E.*, 28 juillet 1917, t. II, p. 160, 300 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 24 mai 1917 de la Compagnie universelle d'Acétylène et de l'Electrométallurgie. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. II, p. 109-110, 450 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 25 mai 1917 de la Société marseillaise de Crédit industriel et commercial et de Dépôts. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. II, p. 110, 300 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 31 mai 1917 de la Société anonyme immobilière des Forces motrices du Vercors. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. II, p. 109, 300 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 4 juin 1917, de la Compagnie des tramways électriques de Bordeaux-Pessac. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. II, p. 109, 300 mots.

657.37(065)2. — Assemblées générales ordinaire, constitutive et extraordinaire du 6 juin 1917 de la Société havraise d'Energie électrique. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. II, p. 158, 450 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 7 juin 1917 de la Compagnie générale de Distribution électrique. *R. G. E.*, 28 juillet 1917, t. II, p. 158, 400 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 19 juin 1917 de la Compagnie des Tramways de Paris et du département de la Seine. *R. G. E.*, 20 juillet 1917, t. II, p. 159, 400 mots.

657.37(065)2. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 20 juin 1917 de la Société des Forces motrices de la Loue. *R. G. E.*, 28 juillet 1917, t. II, p. 160, 300 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 20 juin 1917 de l'Energie électrique de la Seine. *R. G. E.*, 28 juillet 1917, t. II, p. 159-160, 200 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 29 juin 1917 de la Compagnie parisienne de Distribution d'électricité. *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. II, p. 353.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917 de l'Energie industrielle. *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. II, p. 354.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 26 mars 1917 de la Société versaillaise de Tramways électriques et de Distribution d'énergie *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. II, p. 354.

657.37(065)2. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 22 juin 1917 de la Compagnie électromécanique. *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. II, p. 353-354.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 22 juin 1917 de la Société hydro-électrique des Basses-Pyrénées. *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 391.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917 de l'Union gazière et électrique. *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 391-392.

657.47(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917 de la Société d'Electricité de Caen. *R. G. E.*, 15 septembre 1917, t. II, p. 432.

657.37(065)2. — Assemblée générale extraordinaire du 30 juin 1917 de l'Eclairage électrique. *R. G. E.*, 15 septembre 1917, t. II, p. 432.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917 de la Compagnie d'électricité du Sud-Ouest. *R. G. E.*, 22 septembre 1917, t. II, p. 473.

Digitized by Google

LE CARBONE

Société Anonyme au Capital de 2.800.000 francs. — Ancienne Maison LACOMBE & Cie.
12 et 33, rue de Lorraine, à LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Spécialité de BALAIS EN CHARBON et COMPOSÉS GRAPHITE et CUIVRE POUR DYNAMOS

CHARBONS ÉLECTROGRAPHIQUES (Procédés Girard et Street)

Anneaux pour joints de vapeur.

CHARBONS POUR MICROPHONES PLAQUES ET CYLINDRES

PILES DE TOUS SYSTÈMES
Piles "Z" et "CARBI" — Piles "LACOMBE" — Pile sèche "HUDSON"

MATÉRIEL DE TRACTION

ÉQUIPEMENT DE TRAMWAYS

C. DELACHAUX

32. QUAI DE SEINE_ST OUEN_(SEINE)_TELEPHONE: MARCADET 04-23

Constructions Électriques et Mécaniques

Legendre Frères

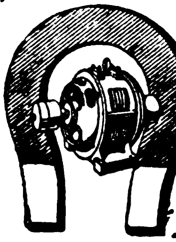
Ingénieurs A et M
37, rue. Saint-Fargeau, 37. — PARIS (20e)

Adresse télégr.: *Legfrer Paris.*

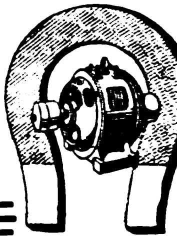
Téléph. *Roquette* 27-26
— 27-36

Moteurs électriques

A COURANTS CONTINUS ET ALTERNATIFS



Dynamos



Groupes Convertisseurs
Démarreurs — Rhéostats — Disjoncteurs
Installations Complètes.

SECTION DE LÉGISLATION

347.75 : 621.316. — L'abonné d'un secteur doit-il consommer au moins un minimum et l'énergie consommée par une lanterne cinématographique doit-elle être considérée comme de la lumière ou de la force motrice? *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 877-880, 2 500 mots. — Dans cet article sont étudiés les arrêts de la Cour d'appel de Paris, en date du 25 avril 1917, statuant sur deux jugements du Tribunal de Commerce du 17 décembre 1912 et du 22 juillet 1914.

351.82 : 621.315. — La revision des prescriptions fédérales suisses concernant la construction des lignes électriques; A. Pillonel. *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 869-874, 4000 mots. Analyse d'un article de A. Pillonel publié dans *Bull. de l'Assoc. suisse des Electriciens*, mars 1917, t. VIII, p. 73-96, 9000 mots. — En 1898 furent promulguées les premières prescriptions; en 1899, elles subirent quelques modifications; d'autres modifications furent apportées quelques années après et, actuellement, la Commission des télégraphes et téléphones demande la revision des articles 28 et 30. M. Pillonel est d'avis qu'il convient de reviser aussi trois autres articles et, dans son étude, il développe les raisons techniques qui militent en faveur de cette revision.

35 522 : 621.7. — La réquisition des usines et les régies intéressées; Paul Bougault. *R. G. E.*, 9 et 16 juin 1917, t. I, p. 917-920 et 955-959, 8 700 mots. — Bien que l'article ne soit pas consacré exclusivement à une question d'électricité, il est susceptible d'intéresser beaucoup d'industriels qui, employant le courant électrique, travaillent pour la Défense nationale. Les diverses modifications qui seront apportées à la loi dite de la contribution des bénéfices de guerre par le texte nouveau, s'il devient à son tour une loi, sont signalées dans cet article.

382. — A propos des récentes prohibitions à l'importation et à l'exportation; C. Augier. *R. G. E.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 69-70, 900 mots. Reproduction d'après le *Bulletin de la Chambre de Commerce française de Genève*, 20 mai 1917. — L'auteur présente quelques remarques judicieuses, d'ordre économique, sur le sujet.

347.771. (73). — Sur la législation et la jurisprudence relatives aux brevets aux Etats-Unis. *R. G. G.*, 19 mai 1917, t. I, p. 795-799, 4 500 mots. — Dans cet article sont indiquées brièvement les conditions que doit remplir une invention pour être brevetable aux Etats-Unis; dans ce but l'auteur examine successivement ce qui caractérise une invention, les particularités qui la font brevetable ou non, la manière dont les brevets doivent être rédigés. La fin de l'article est consacrée à l'historique de trois brevets fondamentaux de l'électrochimie.

343.533 : 347.772. — Des modifications à apporter à la législation sur la protection des indications d'origine des produits; André Taillefer. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 29-37, 3 600 mots. — L'auteur de cet article étudie la question, capitale pour le commerce et l'industrie française, de la protection des produits français. Il passe en revue les dispositions prises jusqu'à ce jour en vue d'assurer cette protection et examine les modifications qu'il y aurait lieu de leur faire subir pour les rendre plus efficaces.

347.155 : 331.88. — Sur la proposition de loi relative à l'extension de la capacité civile des syndicats; R. Legouez, membre de la Chambre de Commerce de Paris. *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 235-238, 2 700 mots. — Le statut des Syndicats professionnels est régi par la loi du 21 mars 1884. Le 10 février 1916, une proposition a été déposée au Sénat à l'effet de modifier les articles 4, 5, 6, 7 et 9 de cette loi et le 15 mars dernier, un rapport de M. Chéron concluait à son adoption sous certaines réserves. Cette proposition vient d'être l'objet d'une étude de la Commission de législation commerciale et industrielle de la Chambre de Commerce de Paris, et cette étude a donné lieu à un rapport de M. R. Legouez, présenté à la séance du 6 juin de cette Chambre et dont les conclusions ont été adoptées par celle-ci. C'est ce rapport qui est reproduit dans cet article; en annexe est reproduit le texte de la proposition de loi.

351 82 : 621 311.21. — Loi concernant la participation de l'Etat à l'établissement d'usines hydrauliques. *R. G. E.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 80, 100 mots.

351.82 : 621.316. — Décret approuvant la concession d'un réseau de distribution publique d'Energie électrique sur le territoire de la commune d'Aubusson (Creuse). *R. G. E.*, 1917, t. I, p. 1040, 100 mots.

351.82 : 384.5 — Décret rapportant les dispositions du décret du 19 février 1917 portant organisation du personnel de la télégraphie sans fil aux colonies. *R. G. E.*, 17 juin 1917, t. II, p. 40.

621.881.1 : 654.1. — Arrêté relatif à l'unification des pas de vis utilisés par l'Administration des Postes et des Télégraphes. *R. G. E.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 80, 100 mots.

351.714 : 654.6. — Redevances pour lignes téléphoniques installées pour la sécurité des lignes et réseaux de transmission d'énergie electrique. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 37, 400 mots. — Lettres adressées au ministre des Travaux publics par l'Union des Syndicats de l'Electricité.

382 : 621.3. — Prohibition d'exportation de matériel et de produits electrotechniques par le gouvernement allemand; Zimmermann. *E. T. Z.*, 3 mai 1917, n° 18, p. 244 à 247, 3 900 mots.

337. — Nouveau tarif douanier de la Pologne occupée. *E. T. Z.*, 22 février 1917, n° 8, p. 116, 350 mots. — D'après le supplément des Nachrichten f. Handel u. Industrie n° 7, 1917.

35.075.2 : 35.831 + 662.6. — Décret rattachant au ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre les services de l'importation des combustibles minéraux et du ravitaillement général en combustible de toute nature. *R. G. E.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 80, 250 mots.

622.331 : 35.075.1. — Désignation des membres de la Commission de la tourbe. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 40.

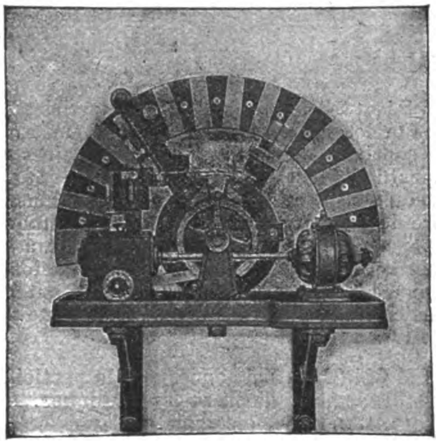
62 : 35.522. — Le recensement industriel. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 38, 500 mots.

62 : 312 : 35.522. — Décret fixant la date du recensement professionnel des hommes de 16 à 60 ans non présents sous les drapeaux. *R. G. E.*, 1917, t. I, p. 1 040, 100 mots.

351.715.61. — Loi concernant l'application de l'article 5 de la loi du 1er juillet 1916 (contribution extraordinaire sur les bénéfices réalisés pendant la guerre). *R. G. E.*, 1917, t. I, p. 1 040, 100 mots.

351.825. — Décret portant prorogation des contrats d'assurance, de capitalisation et d'épargne. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 39, 500 mots.

Digitized by Google



Réducteur double d'accumulateurs à décharge automatique 500 ampères.

Ateliers H. CUÉNOD

SOCIÉTÉ ANONYME

GENÈVE-CHATELAINE

MACHINES & APPAREILS MÉCANIQUES & ÉLECTRIQUES

SPÉCIALITÉS :

Régulateurs automatiques

SYSTÈME R. THURY

RÉGULATEURS AUTOMATIQUES EXTRA-RAPIDES

Nombreuses applications au réglage de tension, d'intensité, de puissance, de vitesse; Réducteurs automatiques d'accumulateurs; Survolteurs-dévolteurs de batteries à réglage automatique; Transformateurs survolteurs-dévolteurs automatiques; Appareils d'induction survolteurs-dévolteurs automatiques; Réglage automatique d'électrodes de fours; Réglage automatique du niveau de réservoirs; Réglage automatique de pression d'air ou de gaz; Réglage automatique de défibreurs.

Transformateurs à air libre et à bain d'huile. — Moteurs électriques industriels. — Moteurs électriques pour automobiles. Générateurs à haute tension pour courant continu. — Asservissements système R. Thury pour chemins de fer électriques.

GARGOYLE

MARQUE DÉPOSÉE

Vacuum Oil C°

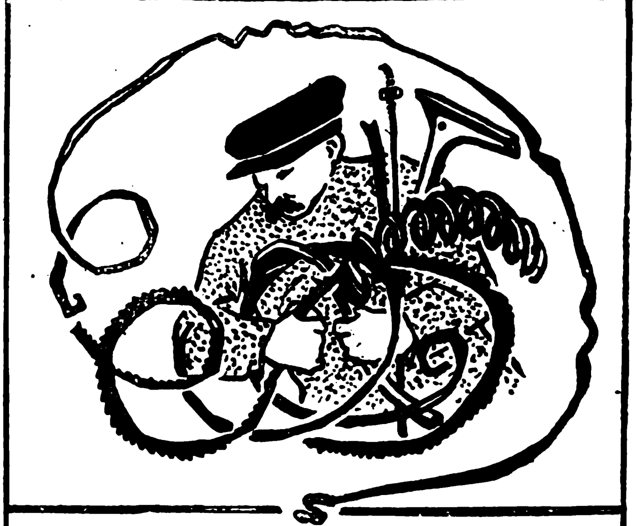
S.A.F.

34 rue du Louvre . PARIS

HUILES

POUR TRANSFORMATEURS
MOTEURS ÉLECTRIQUES.
TURBINES, etc.

A.G.



ACHAT ET VENTE DE

VIEUX MÉTAUX et VIEUX FERS

E. Roussel.

MATÉRIEL INDUSTRIEL D'OCCASION

1, r. Broussais et 22, r. Dareau
PARIS
Téléphone Gobelin : 04-72

ATELIER D'ART LEPRINCE

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

531. — Théorème de la conservation de la puissance réactive. *R. G. E.*, 30 juin 1917, t. I, p. 1015-1016, 700 mots, 1 fig. — Démonstration du théorème indiquée par Langevin et donnée par Boucherot dans le Cours de l'Ecole supérieure d'Electricité.

537.2. — L'effet couronne et la rectification du courant dans l'hydrogène. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 7-11, 1 900 mots, 6 fig. — L'article décrit, d'après une communication de J.-W. DAVIS et C.-L. BREESE à l'American Institute of Electrical Engineers (*P. A. I. E. E.*, février 1917, t. XXXVI, p. 143-158), de nouvelles expériences comparatives sur l'allure du phénomène de couronne dans l'air et l'hydrogène, à différentes pressions. L'appareil à couronne est la reprise du dispositif de Ryan, à savoir fil tendu suivant l'axe d'un cylindre ; pour un même gaz, les effets observés varient avec la polarité du fil et conduisent à des caractéristiques nettement différentes. Il n'y a aucune relation entre les caractéristiques relatives à deux gaz différents. Comme conclusion, on indique un montage qui permet d'utiliser le phénomène de couronne dans l'hydrogène pour la rectification du courant.

537.21. — Sur le potentiel explosif dans l'anhydride carbonique aux pressions élevées. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 941-942, 700 mots, 2 fig. Analyse d'une communication de C.-E. GUYE et STANCESCU publiée dans *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 16 avril 1917, p. 602-605, 2 fig.

537.4. — Sur les origines du développement de nos connaissances en électricité atmosphérique ; B. CHAUVEAU. *R. G. E.*, 4 août 1917, t. II, p. 168, 700 mots. Résumé d'une communication faite à la séance du 15 juin de la Société française de Physique.

537.531.1. — L'intensité de la réflexion des rayons X et la distribution des électrons dans les atomes. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. I, p 896, 300 mots. Courte analyse d'un article de Arthur H. COMPTON publié dans *Physical Review*, janvier 1917, 2e série, t. IX, p. 29-57, 12 000 mots, 6 fig., 2 tab. — Les résultats de cette étude semblent montrer d'une manière concluante que les électrons ne sont pas concentrés à une très petite distance du centre de l'atome, comme on le suppose dans la théorie de la structure atomique de Crehore. D'un autre côté, les conclusions sont en bon accord avec la théorie de l'atome due à Bohr.

537.351 + 535. — Influence de la lumière sur le potentiel de contact du sélénium et de l'oxyde de cuivre. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 942, 400 mots. Analyse d'un article de E.-H. KENNARD et E.-O. DIETRICH publié dans *Physical Review*, janvier 1917, 5e série, t. IX, p. 58-63, 2300 mots, 5 fig.

548.72. — La surface des indices et la surface de l'onde dans les cristaux magnétiques ; C. RAVEAU. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. II, p. 98, 850 mots. Reproduction d'une communication à la séance du 1er juin de la Société française de Physique.

537.262. — Recherches sur les pertes dans les diélectriques ; C.-E. SKINNER. *Electrical World*, 23 juin 1917, t. LXIX, p. 1215, 1550 mots. — Les appareils employés sont : un wattmètre-électromètre à quadrant, un voltmètre électrostatique et un ampèremètre rappelant le voltmètre statique multicellulaire de Kelvin. — Les résultats sont influencés considérablement par les divers traitements subis par l'isolant étudié. En général, une faible capacité inductive spécifique sera désirable. — Des essais furent entrepris sur deux échantillons de micarta en vue de déterminer la relation existant entre les watts par centimètre cube perdus et les kilovolts par centimètre à des températures différentes ; on trouva de grandes différences, particulièrement vers 100° ; un des échantillons avait été exposé aux conditions atmosphériques normales durant 10 jours après avoir été saturé d'huile ; quoiqu'il fût imprégné d'huile, cet échantillon avait certainement absorbé un peu d'humidité, ce qui affecta sa résistance d'isolation aux hautes températures, aussi bien que ses autres caractéristiques. Un échantillon de micarta, partiellement traité seulement, accusa des pertes excessives. Il fut séché et on put observer un changement notable. L'auteur fait remarquer qu'aux températures ordinaires la perte diélectrique est une meilleure indication de la qualité de l'isolant que la mesure de sa résistance d'isolement. De semblables essais furent entrepris sur des bornes de transformateur du type condensateur. Les pertes observées, à 75°, sont relativement faibles ; en dessous de cette température ces pertes varient à peu près comme la fréquence ; à 100° et plus, elles augmentent rapidement. Un certain nombre de transformateurs furent encore essayés entre conducteurs à haute tension et enroulements secondaires réunis à la masse. Les pertes observées sont plus grandes à la fréquence de 60 qu'à celle de 25. — P. V.

537.262. — La résistance diélectrique de l'air. *R. G. E.*, 28 juillet 1917, t. II, p. 129-132, 2 700 mots, 4 fig., 2 tab. Analyse d'un mémoire de WHITEHEAD et BROWN à l'American Institute of Electrical Engineers publié dans *P. A. I. E. E.*, février 1917, t. XXXVI, p. 159-188 — L'article donne successivement : la description des appareils employés dans les recherches, les résultats des expériences préliminaires, ceux des expériences finales. Ces expériences ont permis de déterminer la formule qui relie la valeur du champ à partir duquel la couronne prend naissance avec le diamètre du conducteur et cela dans trois cas : celui où le conducteur est chargé par un courant alternatif, celui où il est chargé négativement par une source à courant continu.

537.31:533. — Les propriétés électriques des gaz. *R. G. E.*, 30 juin 1917, t. I, p. 1 018, 300 mots. Analyse d'une note de *Engineering*, 11 mai 1917, t. CIII, p. 455-456, 2 200 mots, 2 fig. — Cette note se rapporte à des conférences faites par J.-J. Thomson, où ce physicien expose les essais qu'il a faits

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

A. W. PIDWELL

PARIS — 23, Boulevard Malesherbes — PARIS (8e)

Téléphone : *LOUVRE 03-31*

TOLES — FERS — FONTES

Feuillards laminés à froid et à chaud

Fil Machine — Billettes — Pointes — Tubes

Fils de fer et d'acier recuits, clairs, galvanisés, étamés

PLOMB — ZINC — CUIVRE

Matériel de Chemin de fer

Locomotives, Wagons, Ponts, Grues

Rails et Accessoires — Outillage pour Usines

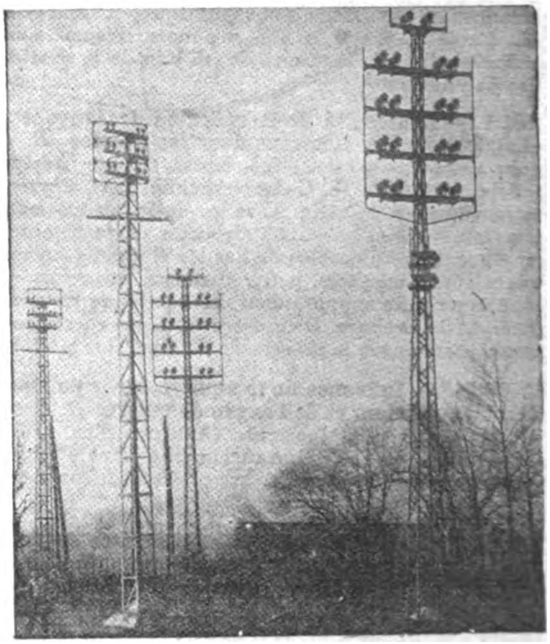
Agences à LONDRES, NEW-YORK, CLEVELAND

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES

Armand D. RIVIÈRE et Cie

Société en Commandite par Actions au Capital de 2.000.000 de francs

11 et 13, rue de Belzunce, PARIS (Xe)



Entreprises Générales d'Électricité

TRANSPORT DE FORCE A HAUTE TENSION

STATIONS CENTRALES

RÉSEAUX COMPLETS DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE

TRACTION ÉLECTRIQUE

CATENAIRE SYSTÉME Bté S.G.D.G.

Téléphone : Nord 48.48, Nord 53.61

Télégramme : Carpenrive, Paris

Digitized by Google

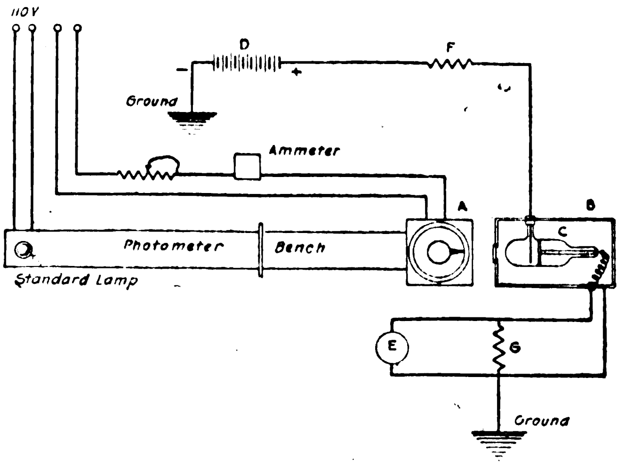
en vue de reconnaître par les propriétés électriques des gaz raréfiés si l'hypothèse de Prout, d'après laquelle les masses atomiques des éléments sont des multiples exacts de celle de l'hydrogène, est exacte.

537.31 : 546.57-4. — Propriétés électriques du sulfure d'argent : George W. Vibial. *Electrical World*, 21 juillet 1917, t. LXX, p. 118, 1 000 mots, 2 fig. — D'après les expériences de l'auteur, le sulfure d'argent peut être préparé sous forme de fils courts ou de bandes minces, comme un métal. Le fil, qui doit être étiré à chaud, conduit l'électricité comme un métal de résistance spécifique élevée et de coefficient de température pratiquement nul. Une bande de sulfure laminée à la température ordinaire a un grand coefficient de température négatif et montre en même temps une conduction métallique et électrolytique. Elle a la caractéristique (volts en ordonnées, ampères en abscisses) d'un conducteur pyroélectrique. On a mesuré la résistance de ces bandes au courant alternatif et au courant continu ; la résistance au courant alternatif est presque toujours plus élevée que l'autre. Le passage d'un petit courant à 60 p : sec augmente temporairement la résistance du sulfure ; un petit courant continu produit l'effet contraire. Des mesures similaires sur des fils de sulfure étirés à chaud n'ont pas donné les mêmes résultats. Selon Pélabon, le point de fusion du sulfure est 825°. En dessous de 175°, c'est un conducteur électrolytique ; au-dessus, c'est un conducteur métallique, la transition étant marquée par un brusque changement de résistance quand la température passe ce point en croissant ou en décroissant. — Quoique les fils étirés et les bandes laminées présentent des différences marquées, il n'est pas facile d'expliquer pourquoi ces différences de traitement mécanique produisent un changement si radical dans les propriétés électriques. Il est probable que le laminage à froid doit produire des fissures. En soumettant une bande de sulfure d'argent à des courants alternatifs et continus, on la trouve semblable à un conducteur pyroélectrique. Quand le courant est faible, la résistance est élevée ; mais quand on force un courant relativement important à traverser cette substance, la résistance tombe assez bas. — Des mesures de la résistance spécifique de fils de sulfure à 25° ont donné 17 300 microhms : cm³, c'est-à-dire environ 10 000 fois la résistance spécifique du cuivre. — L'étude de la décomposition électrochimique du sulfure considéré, décomposition due à la conduction électrolytique des bandes de sulfure, a permis de constater une myriade de cristaux brillants d'argent apparaissant sur la surface noire de sulfure après que le courant fut élevé de 50 milliampères à 300 milliampères. Ces cristaux ont diverses formes ; quelques-uns semblent avoir été projetés du sulfure avec une force considérable. Des expériences similaires faites avec un courant alternatif de 600 milliampères n'ont rien donné. D'autres expériences ont révélé une action microphonique entre 2 plaques de sulfure pressées ensemble et en circuit avec un récepteur et une batterie. On ne sait rien sur la stabilité de ce sulfure ; d'après Clarke, il serait moins stable que les sulfures de cuivre, de plomb et de mercure. — P. V.

539.11. — La structure de la matière. *Engineering*, 6 juillet 1917, t. IV, p. 17 et 18, 1 100 mots. — Depuis l'année dernière, l'étude des rayons X a fait de nombreux progrès, particulièrement en ce qui concerne les recherches sur les cristaux, les liquides et les gaz. Les dimensions de la molécule d'hydrogène ont été déduites et il semble possible de déterminer le nombre et le groupement des électrons dans l'atome. Dans les travaux de 1912, M. von Laue était guidé par la considération que le groupement des atomes dans les cristaux pouvait agir à la façon d'un réseau suffisamment fin pour produire une diffraction des rayons de Röntgen, qu'il est impossible d'obtenir par un réseau artificiel. Il fit donc passer un faisceau de rayons normalement à travers un cristal et tombant sur une plaque photographique ; le diagramme résultant montre un certain nombre de points sombres disposés en cercles passant par le point central. Il fut ainsi possible de tirer des conclusions sur le groupement des atomes dans le cristal. Le professeur Bragg modifia légèrement la méthode et fit tomber le faisceau de rayons Röntgen obliquement sur le cristal ; les plans parallèles successifs, dans lesquels les atomes sont supposés être distribués, réfléchissaient les rayons sous un certain angle et à l'aide des interférences et des ionisations produites, il était possible de déterminer soit la longueur d'onde des rayons, ou l'espacement des plans. Les deux méthodes ont donné des résultats assez concordants. Debye et Scherrer utilisèrent pour leurs recherches des cristaux pulvérisés et comprimés en barreaux, ils purent déduire les longueurs des cubes élémentaires de certaines matières : silice, 5,46 10^{-8} cm, graphite, 4,69 10^{-8} cm, etc., la plus courte distance entre deux atomes de silice fût trouvée égale à 2,33 10^{-8} cm. Les mêmes expérimentateurs firent des recherches sur la molécule d'hydrogène et la molécule de benzène ; les dimensions auxquelles ils arrivèrent sont en accord suffisant avec la théorie cinétique des gaz. — E. B.

MESURES ET ESSAIS

535.24. — Emploi du couple photo-électrique comme photomètre : Randolph. *Electrical World*, 16 juin 1917, n° 24, t. LXIX, p. 1 166-1 167, 1 050 mots, 3 fig. — Les couples photo-électriques ont été employés avantageusement pour mesurer l'intensité de la radiation émise par les étoiles. Pour certaines mesures photométriques, ces appareils pourraient donner de meilleurs résultats que les méthodes actuellement appliquées. Dans ce but, l'auteur a poursuivi les recherches suivantes à la section de physique de l'Université de l'Illinois. En principe, le couple photo-électrique se compose d'une grille en fil et d'une mince pellicule d'un métal tel que le potassium enfermé dans une



535.24. — Schéma du montage d'un photomètre à cellule photo-électrique de potassium.

ampoule d'argon à basse pression. La pellicule est reliée à la borne négative du circuit et la grille à la borne positive. Lorsqu'un rayon lumineux frappe la pellicule de potassium, celle-ci émet des ions qui transportent de petites charges d'électricité négative sur la grille, produisant ainsi un courant suffisamment intense pour être décelé par un galvanomètre ou un électromètre sensible. Cette intensité est proportionnelle à l'intensité de la lumière qui a frappé l'élément pour une certaine qualité de lumière et en raison inverse du carré de la distance de la source lumineuse au couple. Ceci simplifie beaucoup les calculs et permet d'employer le couple photo électrique comme photomètre dans les cas nécessitant un grand nombre de lectures telles que la détermination de la distribution de l'intensité de la lumière émise par une lampe, la distribution de l'intensité lumi-

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

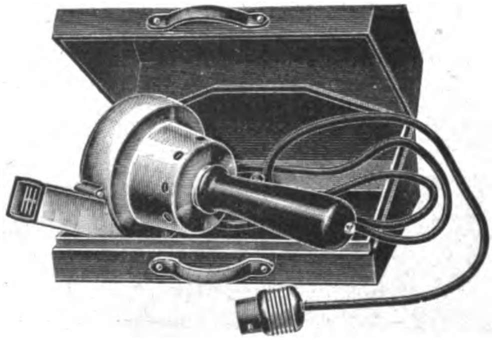
A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Dynamos, Phares, etc. --- Installations électriques sur voitures et canots automobiles.



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE

SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

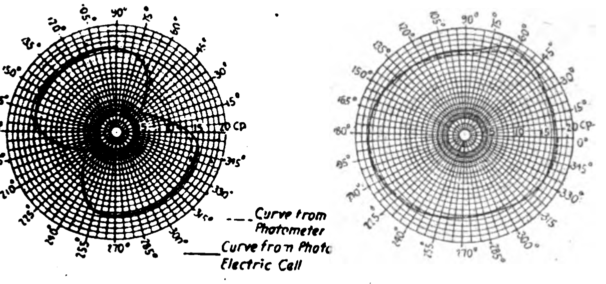
10 et 12, Rue Rodier, — PARIS (9e)

Téléph. **Gutenberg 47-80.** *Télég.* **Cespir-Paris.**

ÉLECTRO-MASSEUR

Digitized by Google

neuse dans une chambre, etc... — Deux lampes ont été utilisées pour les essais : une lampe de 40 v à filament de tungstène, constituée par 4 bobines montées à la suite l'une de l'autre sur une seule ligne de façon que l'intensité émise dans la direction de cette ligne soit bien inférieure à l'intensité dans le sens normal. La seconde lampe était une lampe ordinaire de 120 w à filament de carbone. Les graphiques de distribution de l'intensité furent établis pour chacune de ces deux lampes d'abord avec l'élément photo-électrique, ensuite au moyen d'un photomètre. La figure 1 représente le schéma utilisé pour ces essais. La lampe soumise aux essais est fixée dans la douille A montée sur un cercle gradué mobile le long du banc photométrique. Une boîte B contient la cellule photo-électrique C qu'une petite ouverture à volet permet d'impressionner. Le circuit contenant le couple photo-électrique comprend une batterie D dont la borne négative est mise au sol, la borne positive étant reliée à la grille par l'intermédiaire d'une résistance F de 10 000 ohms. La borne négative du couple photo-électrique est mise au sol par l'intermédiaire d'une résistance de gra-



535.24. — Courbes photométriques de lampes à filament de carbone et à filament de tungstène. Les courbes en traits pointillés se réfèrent aux mesures avec un photomètre ordinaire; celles en traits pleins aux mesures avec un photomètre photo-électrique.

phite G aux extrémités de laquelle est branché l'électromètre E. Les essais au photomètre ont été faits avec un appareil Lummer et Brodhun et une lampe étalon, de 16 bougies. — Le mode opératoire était le suivant : L'alidade du cercle étant à zéro, on laissait la lampe brûler jusqu'à ce que le courant devînt constant. A ce moment, on ouvrait le volet. La déviation de l'électromètre étant lue, on refermait le volet jusqu'à ce que l'électromètre revînt à zéro. On faisait une deuxième mesure et on prenait la moyenne des deux. On faisait alors tourner la lampe en essais d'un certain angle et on recommençait les mesures. Une série de lectures correspondantes étaient faites avec le photomètre en utilisant les mêmes angles. — Les résultats de ces essais sont représentés par la figure 2, les graphiques en pointillé se référant aux mesures photométriques. Le rapport entre l'intensité lumineuse de la source et la déviation de l'électromètre est absolument constant sauf pour deux points où il varie légèrement. Lorsque ce rapport est connu, l'intensité lumineuse peut donc être déduite immédiatement de la lecture de l'électromètre par simple multiplication. — P. G.

621.325.6. — La photométrie physique. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. I, p. 894-896. 1 800 mots, 2 fig. Analyse d'un article de Enoch Karrer, publié dans *J. F. I.*, janvier 1917, t. CLXXXVIII, p. 61-72. — L'auteur étudie successivement : le rendement lumineux du rayonnement émis par l'arc électrique, la courbe de sensibilité rétinienne ou courbe de luminosité de l'œil moyen.

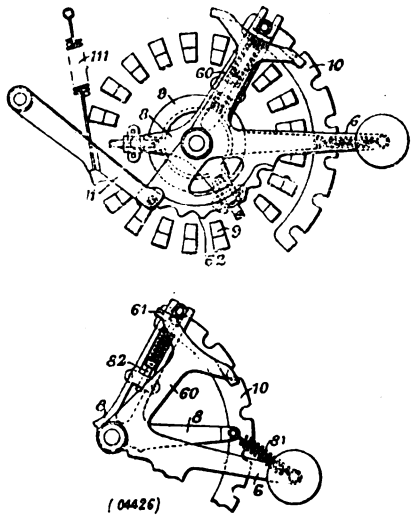
537.732 (017). — Unification des dimensions; E. Labour. *R. G. E.*, 4 août 1917, t. II, p. 177-179, 1 600 mots, 3 tab. — Ainsi que la *R. G. E.* l'annonçait dans le numéro du 30 juin, t. I, p. 1 002, le Comité électrotechnique français est saisi de la question de l'unification des tensions de production, transmission et distribution. A ce propos, M. Labour a fait remarquer que, dans un but d'unification plus générale, il conviendrait de faire le choix des tensions d'après des séries de nombres établies suivant des conventions logiques pouvant convenir à toute question. Dans son article, M. Labour expose les conventions que la pratique lui a suggérées et donne le tableau des séries de nombres auxquelles elles conduisent.

538.22. — Essais du perméamètre Fahy. *Electrical World*, 14 juillet 1917, t. LXX, p. 77, 700 mots. — Ce perméamètre fut décrit dans le n° 19 de la *R. G. E.*, en date du 12 mai 1917. Des essais en ont été faits par le Bureau of Standards; ils portèrent sur : 1° la constance dans la répétition d'une même mesure; 2° la longueur des échantillons à étudier; 3° le dépassement de l'échantillon au delà de la face polaire de la bobine; 4° la réluctance des joints; 5° l'effet de la présence de fer dans le voisinage; 6° la position de l'échantillon par rapport à la face polaire; 7° sa précision absolue; 8° l'emploi sans compensation préalable (voir la manière de se servir du perméamètre dans le numéro indiqué ci-dessus). — Ces essais ont prouvé que ce perméamètre réalise un réel progrès; il dépasse en précision le perméamètre à lecture directe; les mesures de l'hystérésis sont précises dans les limites des nécessités industrielles. — P. V.

537.7 + 621.317. — Quelques réflexions sur les instruments de mesures électriques; H. Armagnat. *R. G. E.*, 28 juillet 1917, t. II, p. 123-128, 5 400 mots. — M. H. Armagnat expose, en quelques colonnes, l'histoire critique des appareils de mesures électriques : appareils de laboratoire et appareils industriels. Il donne quelques indications sur le choix des instruments suivant le but et les conditions de leur emploi; ces conseils, émanant d'un spécialiste aussi averti que l'auteur, n'intéresseront pas seulement les manipulateurs, mais devront aussi servir de règles à nos constructeurs qui auront à cœur de faire briller d'un nouvel éclat cette branche de l'industrie française.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.314.5. — Commutateurs circulaires; Sir W.-G. Armstrong, Whitworth and Co and J.-H. Thain. *Brevet anglais n° 104426*, 19 mai 1916. Bibliographie dans *Engineering*, 13 juillet 1917, t. CIV, p. 52. — Cette invention se



621.314.5. — Commutateurs circulaires à mise en prise et rupture brusque.

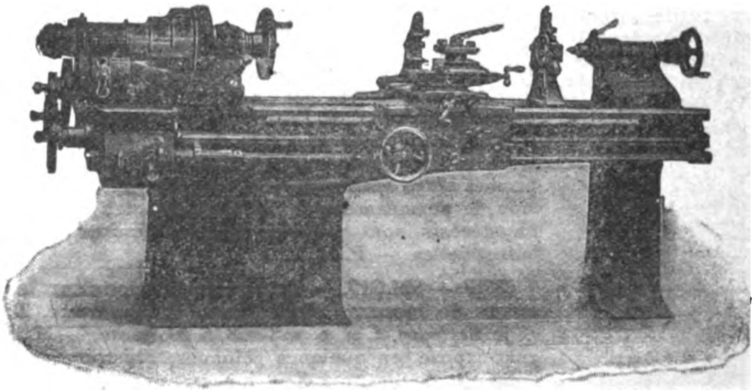
rapporte à un commutateur à mise en prise et rupture brusques et dans lequel un certain nombre de contacts sont

Adr. télégr. :
Leolique-Paris.

"L'Éclairage Électrique"
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS (8e)

Téléphone :
Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS
ATELIERS de CONSTRUCTIONS des
ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION
TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...
CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS
FRANCE

LG LANDIS & GYR
BUREAUX et LABORATOIRE
12 RUE LAPEYRÈRE
PARIS
ATELIERS
4 RUE des CLOYS
COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ
COMPTEURS POUR TARIFS SPÉCIAUX
WATTMÈTRES TYPE FERRARIS
INTERRUPTEURS et LIMITEURS HORAIRES
LIMITEURS DE COURANT

Digitized by Google

disposés suivant un arc circulaire; le commutateur est mis en mouvement à l'aide d'une poignée, un porte-balais est monté sur l'axe et est connecté à la poignée par l'intermédiaire d'un ressort; les balais ne peuvent faire aucun mouvement avant que la poignée n'ait été déplacée d'un degré; si ce déplacement est effectué, les balais se déplacent sous l'action du ressort et reprennent leur position normale relativement à la poignée. Le contrôle de ces mouvements est assuré par des dispositifs qui font l'objet du brevet. La poignée est représentée en 6. 60 est un bras double, 8 est le support de trois balais s'engageant sur les contacts 9, ce support est connecté à la poignée par un ressort 81. Sur le support 8 on a placé une tige 82 glissant dans un guide et portant à une extrémité une série de galets, le tout étant maintenu en position par un ressort monté sur la tige 82. Un galet repose normalement dans une des encoches pratiquées sur l'arc circulaire 10, chacune de ces encoches correspond à une position convenable des balais. Le bras 60 porte des projections 61-61 s'engageant avec le support 8 aussitôt qu'il commence son mouvement. Sur la poignée 6 est un secteur denté 62 et un levier 11 est pivoté sur lui par un ressort 111, de sorte qu'un galet placé à l'extrémité du levier pénètre entre les dents du secteur 62, assurant ainsi un mouvement plot par plot à la manivelle 6. Pour faire fonctionner le commutateur, la poignée est déplacée d'un degré, elle vient de la position indiquée figure 1 dans celle indiquée figure 2; par ce mouvement le ressort 81 est tendu et le bras 60 est déplacé de telle manière qu'il actionne l'un des galets jusqu'à ce que l'autre entre dans une des encoches de l'arc 10. Le porte-balais 8 étant libéré, il est rapidement déplacé sous l'action du ressort 81 et le galet pénètre à ce moment dans l'encoche correspondante. Au moment où le galet quitte l'encoche, la projection 61 du bras 60 s'engage avec 8 donnant un mouvement positif. — E. B.

621.314.3. — Protection des points neutres de transformateurs contre les ondes instantanées destructives. *R. G. E.*, 23 juin 1917, t. I, p. 980, 900 mots. Analyse d'une communication de Max H. COLLBHOM à l'American Institute of Electrical Engineers, *P. A. I. E. E.*, février 1917, t. XXXVI, p. 139-142. — Si, pendant un orage, un nuage se décharge au-dessus d'une ligne de transmission triphasée, les charges statiques précédemment induites dans les trois fils par ce nuage se trouveront libérées et se propageront jusqu'aux transformateurs placés en bouts de la ligne; si le potentiel des ondes, quand elles arrivent, est inférieur à la valeur pour laquelle les parafoudres sont réglés, elles se réfléchiront au point neutre du transformateur en y élevant le potentiel à une valeur sensiblement triple de celle de chacune d'elles, valeur qui peut être dangereuse. Il faut donc protéger le point neutre des enroulements haute tension des transformateurs.

621.316.22 00.46. — Destruction d'un poste de transformateurs aériens due à un phénomène de capillarité; Albert MARTINEAU. *Electrical World*, 23 juin 1917, t. LXIX, p. 1210. — L'auteur décrit l'accident qui s'est produit dans un poste de transformation aérien composé de trois transformateurs à huile; l'huile de l'un des transformateurs s'est glissée le long d'un des conducteurs basse tension, ce conducteur jouant en quelque sorte le rôle d'un siphon; ceci a dû durer un certain temps et le niveau de l'huile s'est abaissé considérablement, d'où échauffement anormal du transformateur. Comme la pleine charge était maintenue une dizaine d'heures par jour, le transformateur s'échauffa de plus en plus jusqu'à vaporisation de l'huile (le point de vaporisation étant d'environ 160°); la vapeur prit feu, à cause peut-être d'un arc qui se sera produit à l'intérieur du transformateur. Dans le cas général le transformateur eût été simplement détruit sans que les autres le fussent avec lui. Mais ici, cependant, l'huile, en s'écoulant hors du transformateur, s'était peu à peu répandue sur la plate-forme supportant le poste. Le feu suivit l'isolant imbibé d'huile du transformateur et s'étendit des supports en bois à la plate-forme; celle-ci s'effondra entraînant les transformateurs. — Le siphonnage de l'huile peut sembler être peu de chose en soi, mais il provoque l'abaissement du niveau de l'huile, ce qui diminue la capacité refroidissante de l'huile; de plus, un transformateur à niveau d'huile trop bas est très susceptible d'être atteint par les décharges atmosphériques. Comme moyen de prévention l'auteur propose d'enlever l'isolant sur une longueur de 4 à 5 cm à la sortie de l'huile et de souder ensemble les torons du conducteur à cet endroit. — P. V.

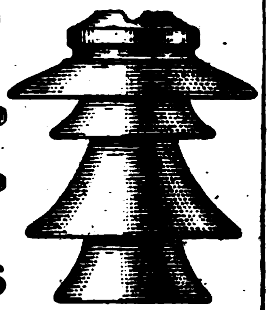
621.314. — Transformateur de fréquences. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. I, p. 891, 3200 mots, 2 fig. Analyse d'une communication de R. TOWNSEND à l'Institution of Electrical Engineers, 8400 mots, 4 fig. — L'auteur divise les transformateurs de fréquence en trois catégories suivant qu'ils effectuent cette transformation électromagnétiquement, partie électromagnétiquement et partie mécaniquement, enfin mécaniquement. Cette dernière catégorie permet non seulement la transformation de la fréquence, mais aussi celle de la tension et du nombre de phases; c'est celle dont s'occupe l'auteur. Un transformateur de cette catégorie comprend un moteur qui peut être à induction ou synchrone, et une génératrice synchrone. — L'auteur examine successivement la vitesse maximum, les caractéristiques, la répartition de la charge, la construction, la synchronisation, etc., de ces groupes de transformation.

621.314.5. — Le redresseur de courant « Tungar ». *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 212-214, 900 mots, 3 fig. dont 2 phot. Analyse d'un article de R.-E. RUSSEL publié dans *G. E. R.*, mars 1917, t. XX, p. 209-215, 3500 mots, 11 fig. — Cet appareil, construit par la General Electric Co, se compose d'un tube rempli d'argon sous faible pression, d'une électrode en graphite et d'une électrode en tungstène. Son rendement est d'environ 45 pour 100 pour les modèles les plus petits et monte jusqu'à 72 pour 100 pour les grands modèles.

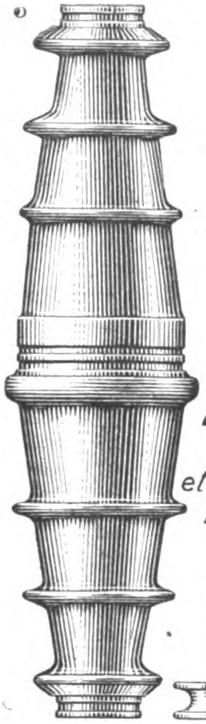
621.312.2.00.41. — De la détermination des pertes additionnelles dans le cuivre des machines à courant alternatif; H. RIKLI. *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. I, p. 727-730, 4900 mots, 16 fig., 1 tab. — Dans les machines à courant alternatif, l'échauffement dû au courant est plus élevé que celui correspondant aux pertes ohmiques RI^2; cela tient à ce qu'il y a des pertes dans le cuivre provoquées par les courants de Foucault engendrés par le champ alternatif produit par le courant induit. Dans les pièces massives ces pertes ne peuvent être déterminées par le calcul, mais il n'en est pas de même pour celles qui se produisent dans les enroulements fermés. Rogowski a indiqué une méthode de calcul. L'auteur donne dans cet article les résultats d'expériences faites par la Société Oerlikon qui montrent l'exactitude des méthodes de calcul de Rogowski. Ces résultats indiquent de plus le grand avantage que l'on a, au point de vue des pertes, à remplacer les barres massives d'enroulement par des câbles tressés et pressés.

621.312.00.41. — La distribution des températures dans les machines électriques. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 804-805, 1800 mots, 2 fig. Analyse d'un article de B.-G. LAMME publié dans *P. A. I. E. E.*, novembre 1916, t. XXXV, p. 1579-1997, 5500 mots, 8 fig. — Après avoir rappelé que les lois qui régissent la distribution de la température sont analogues à celles de l'électricité, l'auteur étudie successivement : les fuites de chaleur longitudinales, les causes d'erreurs dans la mesure des températures. Sa conclusion est qu'il est impossible, avec les procédés actuels, de mesurer avec précision la température des différentes parties des machines en régime de marche.

Digitized by Google

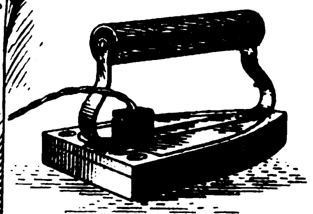


ANCIENS ETABLISSEMENTS
PARVILLÉE FRÈRES & Cie
56, RUE DE LA VICTOIRE. PARIS
USINES A CRAMOISY (OISE)



FABRICATION
DE TOUT LE MATERIEL
en Isolateurs, consoles
et Ferrures diverses pour
Lignes Télégraphiques
Téléphoniques
ainsi que pour
Transports d'énergie
à hautes tensions

FABRICATION DE TOUS APPAREILS
DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE



RADIATEURS
FERS A FRISER
FERS A SOUDER
BOUILLOIRES
RÉCHAUDS
DESSOUS DE PLAT
GRILS
TAPIS CHAUFFANTS
CUISINES
ETC-ETC

Ch. Pasquier

Cie des CHARBONS FABIUS HENRION

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2 500.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS (VIIIe)

Téléphone : Élysées 42-93.

USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE

Adresse télégraphique Carbenrion-Paris.

LAMPE

FAUST

UNIS FRANCE

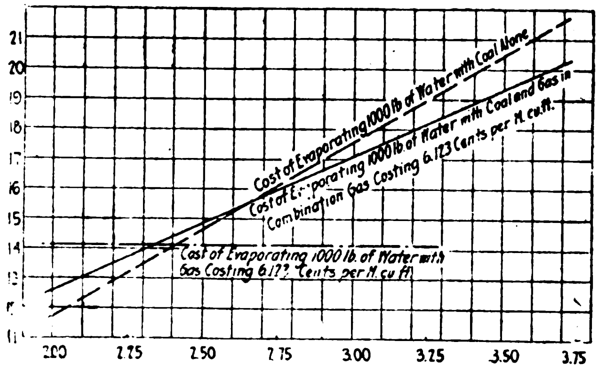
SECTION INDUSTRIELLE

EXPLOITATION

627.1 (71.37). — Les puissances hydrauliques de la province de Manitoba, Canada. *Engineering*, 20 juillet 1917, t. CIV, p. 55 et 56, 2 200 mots. — Dans le cours des dernières années, les pouvoirs publics du Canada se sont efforcés de faire mettre en valeur les chutes d'eau de ce vaste pays. La province de Manitoba était plus intéressée que tout autre à cette mise en valeur par suite du manque absolu de charbon dans cette partie du Canada. La rivière Winnipeg offrait de nombreux avantages à ce point de vue à cause de sa proximité des centres habités et de la possibilité d'équiper à frais réduits un certain nombre de stations hydro-électriques. Le conseil de province préféra réaliser une régularisation complète de la rivière permettant d'utiliser une puissance dépassant 400 000 ch; la guerre actuelle a retardé cette régulation, mais il est possible maintenant d'utiliser environ 200 000 ch vingt-quatre heures par jour. Le lac Winnipeg, situé entre les prairies et le plateau de Laurentie, forme un réservoir dans lequel se réunissent pratiquement toutes les eaux de pluie de la vaste surface qui s'étend des Montagnes Rocheuses à l'Ouest, au Lac Supérieur dans l'Est. La rivière Nelson ayant une chute totale de 700 pieds entre le lac Winnipeg et la baie d'Hudson offre de grandes possibilités. Le Saskatchewan venant des Montagnes Rocheuses draine une surface de 155 000 miles carrés et permettrait de capter une puissance de plus de 300 000 ch. — La puissance qu'il est possible de capter sur la rivière Nelson est encore plus importante; elle dépasse 2 500 000 ch de vingt-quatre heures, puissance plus grande que celle qu'il est possible d'obtenir au total en Suisse et plus de deux fois celle développée en Norvège. Pour un certain nombre des installations à faire, il faut prendre des précautions sérieuses contre le danger de la gelée, aussi bien contre les glaces de surface que celles du fond; les grilles doivent être complètement immergées, les vannes, guides, etc., qui sont nécessairement exposés, doivent être munis d'un système de chauffage les protégeant contre ce danger. — E. B.

621 175.1. — Recherches des fuites dans les condenseurs à surface; OTTO. *Zeits für Dampfkessel und Maschinenbetrieb*, 26 novembre 1915. Résumé dans *Journal of the American Society of Mechanical Engineers*, février 1917 et analysé dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, janvier-avril 1917, p. 258-260, 800 mots. — Dans cet article, l'auteur après avoir examiné les conséquences des fuites dans les condenseurs à surface : travail supplémentaire des pompes du condenseur et des pompes à air, dépôts sur les tubes, augmentation de la dépense de vapeur, etc., indique les divers moyens de s'assurer de l'étanchéité des condenseurs On peut soit arrêter la turbine soit continuer à faire fonctionner l'appareil de condensation; si la pompe continue de débiter, c'est qu'il y a fuite. Dans d'autres cas, il vaut mieux procéder par analyse de l'eau de condensation, l'auteur rappelle les diverses méthodes employées: Clark ajoute à l'eau une dissolution de savon dans l'alcool d'une teneur déterminée, il se forme un dépôt de savon calcaire indiquant la proportion de sels de l'eau expérimentée. Blucher mesure la dureté de l'eau par l'action d'une solution titrée de fulminate de soude. Si on se sert d'eau de mer pour le refroidissement du condenseur à surface, on peut découvrir les fuites au moyen d'hygromètres donnant la différence de densité de l'eau; la marine allemande se sert de ces instruments qui permettent de titrer directement en centièmes la proportion d'eau de mer de l'eau de condensation. La maison anglaise Digby et Diggs a construit un appareil qui détermine la proportion de sels dans une eau par la mesure de la résistance électrique du liquide; cette méthode présente quelques inconvénients par suite des différences de température ou des phénomènes de pulvérisation aux électrodes de l'appareil.

621.182.2. — Emploi simultané du charbon et du gaz de four à coke comme combustible; ALEX. W. MORGAN *Electrical World*, 14 juillet 1917, t. LXX, p. 52-54, 1900 mots, 5 fig. — Voici quelles circonstances amenèrent une centrale génératrice à pratiquer cette combinaison : les demandes de puissance augmentaient considérablement; la centrale ne voulait pas augmenter le nombre de chaudières de son installation actuelle, attendu qu'elle était en train de se construire une nouvelle usine; il fallut donc songer à augmenter — le plus économiquement possible — le rendement des chaudières existantes. Il y fut pourvu en ménageant des dispositifs qui permirent de brûler du charbon et du gaz simultanément. Cette étude présente un certain intérêt — du fait du prix actuel du charbon — et aussi du fait qu'une semblable combinaison peut très bien s'adapter aux usines qui ont des gaz en sous produits. On peut donner les chiffres suivants : pour évaporer 1 kg d'eau à 100°, on a dépensé 8 pour 100 de plus que lorsqu'on ne brûlait que du charbon; l'emploi du gaz seul aurait coûté 21 pour 100 de plus



621.182.2. — Courbes montrant à quels moments la combinaison charbon-gaz est économique.

Cost of Evaporating 1 000 lb of Water with Coal Alone. = Prix de l'évaporation à 100° de 454 kg d'eau avec du charbon seul; Cost of Evap. 1 000 lb of Water with Coal and gas in Combination gas costing 6,123 cents per M. cu. ft..... = Prix de l'évaporation de 454 kg d'eau avec la combinaison du gaz et du charbon, le gaz coûtant 6,123 cents (1 cent = 5 centimes) les 1 000 pieds cubes; Cost of Evaporating 1 000 lb of Water with gas costing 6,123 cents per M. cu. ft..... — Prix de l'évaporation de 454 kg. avec du gaz, coûtant, etc...;

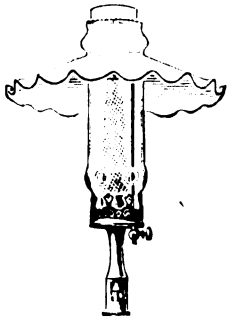
que l'emploi du charbon seul. Ces nombres ont été établis en novembre 1916; mais on trouva que l'augmentation de production d'énergie désirée fut obtenue à 50 pour 100 meilleur marché que si l'on avait continué à n'employer que du charbon. La centrale obtint 31 pour 100 de puissance en plus avec une augmentation de dépense de 8 pour 100 pour la production d'un kilogramme de vapeur. L'augmentation croissante du prix du charbon montre qu'on peut arriver à un meilleur résultat encore (voir la figure). Cette combinaison de combustibles, en un mot, est recommandable quand on peut se procurer du gaz de four à coke à un prix raisonnable, et quand on a besoin d'une production plus intense

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

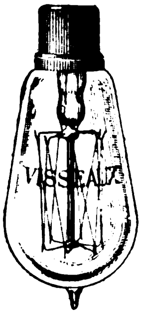
Magasins et Bureaux : 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



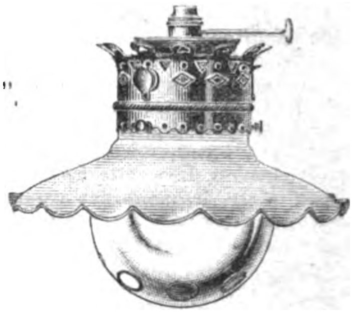
Fabrique de Manchons.

Soie et Ramie.



Verrerie " Baccarat ".

Cristallerie.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D. G.

Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré.

Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

***LYON 1914* : Membre du Jury. Hors concours. — *SAN FRANCISCO 1915* : Hors concours.**

Télégr. : VISSEAUX-LYON

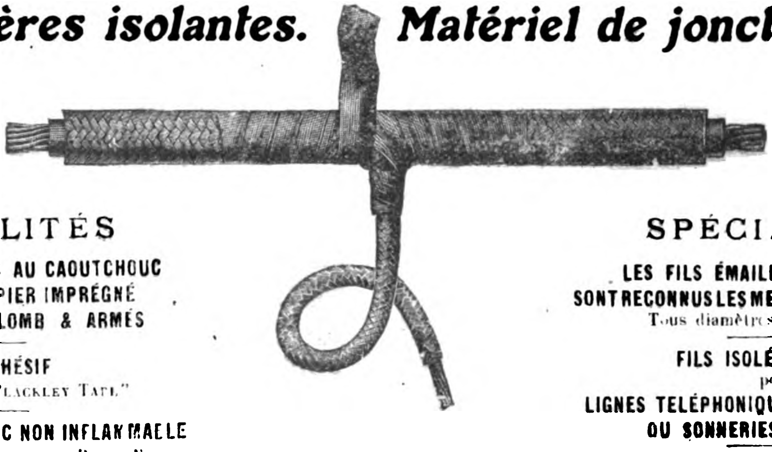
CATALOGUES SUR DEMANDE
EXPORTATION

UNIS FRANCE

CONNOLLY BROTHERS LTD

FABRICANTS DE FILS ISOLÉS ET DE CABLES

Matières isolantes. Matériel de jonction.



SPÉCIALITÉS

FILS & CABLES ISOLÉS AU CAOUTCHOUC VULCANISÉ, AU PAPIER IMPRÉGNÉ RECOUVERTS DE PLOMB & ARMÉS

RUBAN ADHÉSIF
Marque déposée : " Blackley Tape."

SOLUTION DE CAOUTCHOUC NON INFLAMMABLE
Marque déposée : " Pear drop Brand ".

FILS AÉRIENS RECOUVERTS DE TRESSE IMPRÉGNÉE POUR ATMOSPHÈRES CORROSIVES
Marque déposée : " Clomic ".

SPÉCIALITÉS

LES FILS ÉMAILLÉS " CONNOLLY " SONT RECONNUS LES MEILLEURS SUR LE MARCHÉ
Tous diamètres depuis 1/100mm.

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS
pour
LIGNES TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIQUES OU SONNERIES ÉLECTRIQUES

CONDUCTEURS SIMPLES OU MULTIPLES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR LIGNES AÉRIENNES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR STATIONS DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Adresser toutes demandes de renseignements au Bureau central et aux Ateliers

VALE MILLS

BLACKLEY-MANCHESTER (Angleterre).

Digitized by Google

sans que l'on ait la possibilité actuelle d'installer de nouvelles chaudières. L'article donne des dimensions précises sur la nouvelle installation, ainsi que deux diagrammes de fonctionnement d'une chaudière très suggestifs. — P. V.

MATIERES PREMIÈRES

669.186.2. — Mécanisme de la trempe des aciers au carbone ; P. Chevenard. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 9 juillet 1917, t. CLXV, p. 59, 1 000 mots. — L'auteur expose un dispositif d'analyse thermique de son invention, destiné à étudier le mécanisme des transformations qui s'effectuent au cours de la trempe des aciers au carbone, et applicable lorsque la température varie avec une vitesse de plusieurs centaines de degrés par seconde. La méthode repose sur l'observation suivante : la vitesse de refroidissement spontané, dans une atmosphère inerte, d'un fil d'acier préalablement porté au rouge par un courant électrique, varie entre de larges limites avec la nature du gaz. Le refroidissement dans l'*hydrogène* provoque en général une *trempe*; dans l'*azote*, on a le plus souvent un *recuit*. Par le mélange des deux gaz, on obtient toute la gamme des conditions intermédiaires. Les transformations du métal sont révélées avec une sensibilité très élevée et quasi indépendante de la vitesse par l'inscription photographique de la courbe de dilatation thermique pendant le refroidissement. La vitesse s'inscrit elle-même par une interruption périodique du faisceau lumineux. L'auteur décrit l'appareil et la méthode expérimentale employée. Les résultats obtenus confirment les conclusions de MM. Portevin et Garvin (Influence de la vitesse de refroidissement sur la température de transformation et la structure des aciers au carbone. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CLXIV, p. 885) et qui sont les suivantes : 1° la trempe résulte d'une transformation *rejetée* aux basses températures ; cette transformation est incomplète, et la martensite renferme une certaine proportion de métal à l'état stable à chaud : on peut supposer que cette portion renferme tout le carbone à l'état de solution ; cette hypothèse expliquerait la disparition par la trempe de l'« anomalie de la cémentite » ; 2° pour un mode de refroidissement donné, la température maximum de recuit θ_0 et la température minimum de trempe θ_1 sont d'autant plus *élevées* et *écartées* l'une de l'autre, que la vitesse est plus *faible*; 3° le *rejet* de la transformation aux basses températures s'effectue, non d'une manière continue, mais par le mécanisme du *dédoublement*. Aux points où il y a eu dédoublement, on observe un mélange de troostite et de martensite ; la troostite qui correspond à la partie transformée à haute température a donc la constitution de la perlite. — H. C.

669.143 4 02. — La croissance des cristaux dans les aciers à basse teneur en carbone soumis à une déformation mécanique et au recuit; Ralph. H. Sherry. *Faraday Society*, 15 décembre 1916, 900 mots, 5 tab.

669.143 4 03. — Anomalie de la cémentite dans les aciers au carbone recuits, trempés et demi-trempés; P. Chevenard. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 25 juin 1917, t. CLXIV, p. 1005-1008, 800 mots, 1 fig. — La transformation magnétique de la cémentite des aciers au carbone s'accompagne d'un changement de direction de la courbe de dilatation. L'étude quantitative de cette anomalie se fait au moyen d'un dilatomètre différentiel. — Les essais ont porté sur neuf aciers très purs, préparés au four électrique ; l'étalon était une éprouvette de fer électrolytique totalement dépourvu de carbone. L'anomalie de dilatation constatée est négative, presque exactement réversible et comparable à l'anomalie négative des ferro-nickels du groupe Fe^2Ni. Pour tous les aciers le coude de la transformation se trouve à 210° C, point qui coïncide avec la température de chute brusque de l'aimantation de la cémentite obtenue par MM. Honda et Iagaki. Au-dessus de 300° C les courbes sont presque rectilignes, on peut déterminer leur asymptote avec certitude ; la distance verticale de la courbe à cette droite mesure, pour chaque température, l'amplitude de l'anomalie. L'étude de l'anomalie de la cémentite peut servir à préciser l'état du carbone dans un acier après traitement et fournir aussi un appoint à l'analyse micrographique. — L'auteur donne quelques courbes obtenues avec différents aciers trempés dans diverses conditions, commente ces courbes et termine en remarquant que, dans le cas d'une trempe incomplète, le dilatomètre révèle l'anomalie de la cémentite dès la première chauffe à 250°. L'amplitude du phénomène est d'autant plus faible que la proportion de martensite est plus élevée. Ce résultat permet d'envisager la troostite comme un complexe des phases stables à froid : ferrite et cémentite. — H. C.

669.745.1. — Sur les aciers au manganèse : A. Portevin. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 9 juillet 1917, t. CLXV, p. 62, 900 mots, 3 fig. — L'auteur avait déjà montré autrefois (A. Portevin. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1911, t. CLIII, p. 64) qu'on pouvait faire apparaître, par un refroidissement suffisamment lent, le constituant perlitique dans les aciers au chrome qui, jusqu'alors, n'avaient été observés qu'à l'état martensitique, autrement dit à amener à l'état doux stable à froid des aciers considérés comme n'existant qu'à l'état dur hors d'équilibre. Ces deux états s'obtenaient après des refroidissements dont la durée totale était de l'ordre de 75 heures dans le premier cas et de 4 heures dans le deuxième. L'auteur fit subir des traitements analogues à des aciers au nickel, au manganèse et au tungstène. Seuls, les résultats micrographiques concernant les aciers au manganèse ont pu être expliqués, en tenant compte d'ailleurs des conclusions auxquelles l'auteur et M. Garvin ont été conduits par l'étude de la trempe des aciers au carbone (Portevin et Garvin. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1917, t. CLXIV, p. 885). Dans des conditions de recuit normales (1 000°, durée de refroidissement de 3 à 5 heures) ces aciers sont à l'état austénitique doux, non magnétique, stable à chaud lorsque les teneurs en manganèse et en carbone sont suffisantes. En les chauffant vers 550°, on peut les amener à l'état magnétique par apparition de troostite. Le même phénomène se produit lorsqu'on ralentit le refroidissement du recuit; mais, si on opère dans les conditions suivantes : température atteinte, 1 300°; durée du refroidissement, 75 heures de 1 300° à 100°, les modifications sont plus profondes et permettent diverses constatations : 1° par recuit suivi de refroidissement très lent (75 heures) d'aciers contenant 7 pour 100 de Mn et de 0,5 à 1 pour 100 de C, on peut obtenir la perlite lamellaire avec la martensite; 2° sur un acier à environ 12 pour 100 de Mn et 1 pour 100 de C, on a pu, par refroidissement très lent, arriver à obtenir la coexistence de la perlite lamellaire et de l'austénite, séparées en général par une bordure mince de troostite; par recuit ordinaire tout redevient austénitique; 3° enfin, on peut trouver naturellement les complexes troostite-perlite-martensite-austénite, la martensite entourant les amas troosto-perlitiques. En résumé, l'auteur est parvenu à trouver des exemples d'existence de la perlite lamellaire en même temps que de la martensite ou de l'austénite, les amas de perlite présentant parfois les caractères morphologiques extérieurs habituels de la troostite. Enfin, en partant d'une haute température (1 300°) on peut, en ralentissant suffisamment le refroidissement, provoquer dans les aciers au manganèse primitivement austénitiques une transformation partielle à température élevée (perlite, troostite), le surplus restant non transformé (austénite) ou subissant à basse température la transformation qui amène la naissance de la martensite. — H.C.

669.745.1. — Le ferro-manganèse dans l'industrie du fer et de l'acier aux Etats-Unis; Robert J. Anderson. *Journal of the Franklin Institute*, mai 1917, t. CLXXXIII.

Digitized by Google

ENTREPRISES GÉNÉRALES
DE CONSTRUCTION D'USINES

BÉTON ARMÉ — MAÇONNERIE — TRAVAUX PUBLICS

Cheminées
"Monolithe"
S. G. D. G.

Sté D'APPLICATIONS DU BÉTON ARMÉ
S-A-B-A
11, RUE DE BELZUNCE . PARIS

Poteaux
"Gallia"
S. G. D. G.

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.000.000 DE FRANCS

Adresse Télégraphique :
SABARMÉ-PARIS

Téléphone :
NORD 48-48
53-61

Digitized by Google

p. 579-592, 4800 mots, 2 fig. — Depuis deux ans la métallurgie du fer et de l'acier subit une crise sérieuse dans ce pays qui est tributaire de l'étranger pour les minerais de manganèse et les ferro-manganèses. Cette situation subsistera aussi longtemps que l'Europe sera en guerre et prendra une forme aiguë si les Etats-Unis sont eux-mêmes entraînés dans le conflit mondial. Les minerais de manganèse proviennent principalement de la Russie, des Indes et du Brésil qui en produisent annuellement 844 000, 694 000 et 200 000 t; comme le seul débouché qui reste ouvert aux Américains est le Brésil, celui-ci a triplé son rendement qui est passé de 200 000 t à 650 000 t en 1916. A vrai dire, des gisements manganifères existent en Californie, dans l'Arkansas, dans la Nouvelle-Angleterre, etc., mais leur exploitation est trop difficile et les dépôts ne sont pas assez riches pour en faire une industrie prospère. En 1914, la United States Steel Corporation était la seule Société fabriquant le ferro-manganèse et encore pour les besoins de sa propre industrie dont l'extension était telle qu'elle ne pouvait pas courir le risque de n'employer que des produits importés. En 1915 trois sociétés ont, indépendamment l'une de l'autre, entrepris la fabrication des ferro-manganèses : ce sont : la Colorado Fuel and Iron Company, la Jones and Laughlin Steel Company et la Maryland Steel Company. Quelques autres maisons, moins importantes, se sont lancées dans la même voie et nous citerons parmi elles la American Manganese Manufacturing Company qui élabore les spiegeleisen aussi bien que les alliages à haute teneur de manganèse. Devant ces efforts, les importations ont subi une baisse sensible ; celles d'Angleterre, qui étaient de 45 à 60 pour 100 avant la guerre et encore de 28 pour 100 en 1915, sont tombées, en 1916, à 25 pour 100. Le tableau ci-dessous fait ressortir l'effort réalisé par nos nouveaux alliés, effort qui n'est pas pour nous étonner de la part d'un pays dont la vitalité industrielle est si prodigieuse.

Importations et productions nationales de minerais et d'alliages de manganèse, en tonnes.

	Production.		Importation.		Importation de minerai.
	Ferro-manganèse.	Spiegeleisen.	Ferro-manganèse.	Spiegeleisen.	
1905......	62 186	227 797	52 841	55 457	257 033
1910......	71 376	153 055	114 228	25 383	242 348
1914......	100 731	76 625	82 997	2 870	283 294
1915......	144 260	114 556	55 263	200	313 985
1916......	270 000	170 000	95 000		575 000

La plus grande partie des minerais de manganèse est tirée du Brésil. — L'auteur étudie ensuite le rôle du manganèse dans la métallurgie du fer et de l'acier et rappelle que les fontes spéciales, ferro-manganèse, ferro-chrome, etc., servent de réactifs dans la fabrication des aciers de qualités déterminées. Les ferro-manganeses et le spiegeleisen sont ajoutés dans le but d'enlever l'oxyde au métal et les gaz dissous et alors la question se pose de l'emploi d'autres agents pour effectuer cette désoxydation. On devrait faire des essais dans ce sens sur une vaste échelle, en utilisant dans ce but les installations des aciéries elles-mêmes.—B.C.

669.27 : 31. — La production du tungstène en Europe. *Génie civil*, 11 novembre 1916, t. LXIX, p. 326, 900 mots.

669.342.03. — Les défauts du laiton ; Paul D. MERICA et R.-W. WOODWARD. *Technologic Papers of the Bureau of Standards*, 29 janvier 1917, n° 82, 72 pages de texte, 20 pages de figures et photographies. — Ce mémoire rend compte d'expériences qui ont eu pour but de rechercher les causes des fêlures constatées sur un grand nombre d'objets façonnés et particulièrement sur des vis en laiton correspondant à la formule : 60 pour 100 de cuivre et 40 pour 100 de zinc. On a ainsi étudié les propriétés physiques, la microstructure et la contrainte initiale d'articles sains et défectueux de la Catskill Aqueduct Construction, de la Filtration Plant of the City of Minneapolis, du Navy Department et du Panama Canal, ainsi que de plus de 250 échantillons nouveaux émanant de divers fabricants. Les contraintes initiales des objets métalliques se produisent de bien des manières ; elles peuvent résulter du refroidissement inégal des différentes parties d'un même objet ; ou du refroidissement d'un alliage comportant deux ou plus de deux constituants ayant des coefficients de dilatation inégaux ; elles sont encore la conséquence du laminage à froid, opération qui affecte plus les couches extérieures que les couches intérieures. Comme conclusion de ces recherches, on peut dire : 1° que les fêlures sont dues à des malfaçons des têtes de vis, des éclisses plates, etc. ; 2° qu'elles sont aussi occasionnées par les contraintes initiales, et, d'autre part, par un serrage exagéré des vis. — B. C.

620.2 (017). — La normalisation des matériaux industriels et son influence sur la prospérité du pays ; John WOLFE BARRY. *Electrician*, mai 1717, t. LXXIX, p. 218-220, 3 800 mots, extrait d'une communication à l'Institution of Civil Engineers, 2 mai 1917.

685.4 : 678.00 14. — Essai des gants isolants ; WARD. *Electrical World*, t. LXIX, n° 19, 12 mai 1917, p. 920-921, 800 mots, 2 fig. — La Duquesne Light Company de Pittsburg a adopté un type de gant en caoutchouc de 0,97 à 1,02 mm d'épaisseur résistant pratiquement à 18 000 v (10 000 v garantis) et protégé contre l'usure par un deuxième gant en peau de cheval. La Compagnie a installé un laboratoire où les gants sont essayés avant réception et, en outre, périodiquement tous les quinze jours. L'appareil d'essai, très simple, se compose d'une main en cuivre qui permet de maintenir le gant complètement ouvert. On le remplit d'eau jusqu'à 2,5 cm du bord et l'immerge jusqu'à la même hauteur dans une cuve en fer contenant de l'eau. On applique alors une différence de tension de 10 000 v entre l'eau du récipient et celle du gant. Les gants qui résistent à l'essai sont séchés et poudrés et remis en service. — P. G.

669.245.1.03. — Changements de la dilatation des alliages de fer et de nickel sous l'action de divers traitements thermiques ou mécaniques ; Ch. Ed. GUILLAUME. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 11 juin 1917, t. CLXIV, p. 904-906, 800 mots.

662.63 : 621.31. — Utilisation des déchets d'une scierie par la production d'énergie électrique ; J.-B. WOODS. *Electrical World*, 14 avril 1917, t. LXIX, p. 697, 1 000 mots, 2 fig. — Les deux tiers du volume du bois travaillé constituent la partie vendable, le reste ne peut guère être utilisé, ce qui a conduit la Lumber Company à s'entendre avec la Arkansas Light Co pour la production d'énergie électrique. La sciure et les déchets sont brûlés dans un groupe de chaudières ; le combustible est transporté à l'aide de convoyeurs ou par l'action d'un ventilateur et de tuyaux ; il est déposé dans un silo en briques d'où il est repris pour être amené aux foyers qui sont munis de grilles spéciales pour le but à atteindre. Les chaudières sont disposées par groupes de quatre pouvant fournir chacune 200 ch. La salle des machines contient deux turbines de 500 kw, alternateurs triphasés, 2 300 v ; trois transformateurs élèvent la tension à 22 000 v pour marcher en parallèle avec la station d'Arkadelphia à 48 km de la scierie. La vapeur d'échappement passe dans un condenseur à jet Leblanc, commandé par un moteur de 25 ch recevant le courant des alternateurs. Les puissances fournies par les deux stations sont dans le rapport de 1,5 à 3,5, mais la scierie utilise le courant plus spécialement pour l'éclairage alors que des moteurs constituent la charge principale du réseau de la ville, la demande en pointe se produit à un moment où la scierie fait elle-même une consommation assez grande ; malgré cette circonstance désavantageuse, l'ensemble a fonctionné d'une manière satisfaisante depuis deux années. — E. B.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES D'ORNANS

ANCIENNEMENT OLIVIER ET Cie

à

ORNANS (Doubs)

REPRÉSENTANT GÉNÉRAL A PARIS : G. JARRE, 17, RUE TRONCHET (VIIIe)

Dynamos et Moteurs
courant continu

—

Alternateurs et Moteurs
courant alternatif.

—

Transformateurs
statiques.

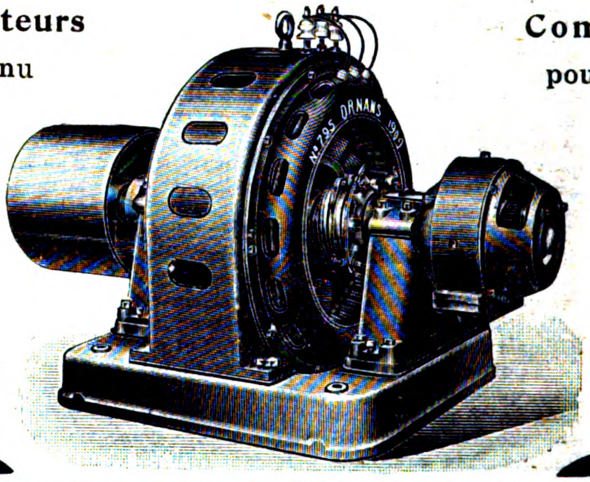
Compresseurs d'Air
pour traction électrique

—

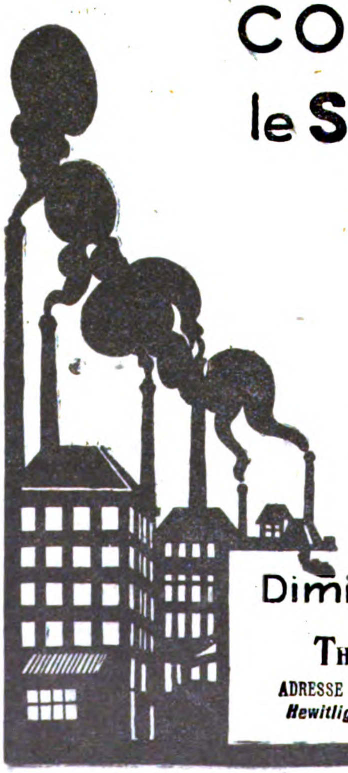
Pompes centrifuges
système de Laval.

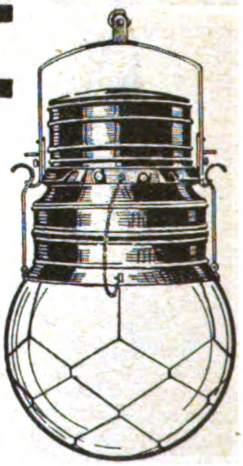
—

Transformateurs
rotatifs.



La Lampe **WESTINGHOUSE**
cooper Hewitt
est
le **Soleil** de l'**Usine**





Elle éclaire
sans
Ombres

Augmente
le
Rendement

Diminue la Fatigue Visuelle

La Maison VICKERS Ltd dans ses usines de Barrow Sheffield et Erith et la maison ARMSTRONG ainsi que bien d'autres, emploient plus de 10.000 de ces lampes dans leurs chantiers et ateliers pour la Fabrication du matériel de guerre en Angleterre.

Demandez le Tarif 273

THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT C° L

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE
Hewitlight-Suresnes.

USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE
SURESNES, près PARIS
11, Rue du Pont.

TÉLÉPHONE
WAGRAM 86.10

SEP

Digitized by Google

COMBUSTIBLES

622.19 33(43.45). Le bassin houiller de la Sarre. Etude minière et métallurgique : J. Tribot-Laspière. *Génie civil*, 21 juillet 1917, t. LXXI, p. 33-39, 8000 mots, 4 cartes. — La France a des droits incontestables à faire valoir sur le bassin houiller de la Sarre, l'auteur n'examine pas ces droits qui ont fait l'objet d'un grand nombre de discussions et d'articles et n'examine que la valeur de l'apport qui pourrait revenir à la France. — **Etude minière**. — I. Situation géographique. Le bassin houiller de la Sarre est long d'environ 70 km, et sa largeur maximum atteint 36 km, sa superficie est de 155500 hectares. Les deux grandes lignes de chemins de fer de Trèves à Strasbourg et de Metz à Mannheim se croisent en son milieu à Sarrebruck. Au point de vue voies navigables, la Sarre a été canalisée sur une longueur de 25 km en amont de Sarrebruck et de 7 km en aval, elle rejoint ainsi le canal des Houillères qui débouche dans le canal de la Marne au Rhin. Le bassin de la Sarre peut se diviser en trois parties : partie rhénane, 100000 hectares ; partie lorraine, 50000 hectares ; partie palatine, 5500 hectares. — II. Description sommaire du gisement. — *Limites*. Il est difficile de fixer les limites du gisement à l'Ouest, car sur la rive gauche de la Sarre le pendage vers l'Ouest s'accentue très rapidement et l'épaisseur des morts-terrains va en s'augmentant pour atteindre en France, à Abbaucourt, une profondeur de 896 m. Cette grande profondeur et la nature aquifère des terrains empêche la partie lorraine du gisement d'avoir le même développement que la partie rhénane ; de même au Sud-Est, une grande faille post-triasique rejette les terrains houillers à une profondeur de 2000 m, ce qui rend toute exploitation impossible, mais ne permet pas de limiter le bassin. Les seules limites précises sont celle du Nord-Ouest définies par la ligne Saint-Wendel-Tholey-Beckingen-Teterchen-Boulay, et celle du Nord-Est formée par la mine de Frankenholz. — *Coupe des terrains*. L'auteur examine ensuite la coupe des terrains. En dessous du premier, dans les premières assises du terrain carbonifère, on trouve des couches dites de d'Ottweiler, distantes de 400 m contenant des houilles sèches à longue flamme et ayant l'une 1,70 m et l'autre 1 m de puissance ; on rencontre ensuite le conglomérat de Holz qui renferme des éléments de quartzite assez volumineux, et en dessous les couches dites de Sarrebruck qui sont les couches vraiment productives. Ces couches se divisent en couches flambantes supérieures, en couches flambantes inférieures et en couches grasses. La puissance totale de l'ensemble varie de 2500 m à l'Ouest à 1500 m à l'Est. Les couches grasses sont les plus riches en veines et fournissent le meilleur charbon ; l'épaisseur totale de la houille varie de 20 à 31 m pour les 15 à 24 couches en exploitation. L'auteur donne un tableau qui résume la puissance des couches de houille du bassin de la Sarre. — *Nature et composition des charbons*. On trouve dans le bassin de la Sarre quatre catégories de charbon : houilles sèches à longue flamme, houilles flambantes supérieures, houilles flambantes inférieures, houilles grasses. L'auteur donne un tableau montrant la composition des houilles de la Sarre ; de l'examen de ce tableau, il résulte que le charbon du bassin de la Sarre a un pouvoir calorifique inférieur à celui des charbons du nord de la France et de Westphalie ; il convient tout particulièrement aux chaudières et au chauffage domestique. — *Fabrication du coke*. Les houilles de la Sarre ne conviennent pas particulièrement à la fabrication du coke, quelques couches seulement donnent du charbon cokéfiable et encore le pourcentage de coke n'est que de 50 à 55 pour 100, de plus le coke de la Sarre est très friable ; il est utilisé dans les hauts fourneaux de la Sarre et de la Lorraine. Souvent, pour améliorer la qualité du coke, on additionne à la houille indigène des menus gras ou des houilles maigres. — *Réserves de houille*. D'après M. Böker, en tenant compte des déchets, l'ensemble du bassin de la Sarre constituerait une réserve de 16548 millions de tonnes pour les couches comprises entre le niveau du sol et une profondeur de 2000 m. — Exploitation des mines du bassin de la Sarre. — *Résultats globaux*. La production totale du bassin de la Sarre a été, en 1913, de 17013014 t, la valeur moyenne de la tonne était de 12,04 marks, le nombre moyen d'ouvriers de 71596 et celui des puits est de 80. L'auteur examine ensuite en détail l'exploitation dans chacune des trois parties du bassin. Nous renvoyons à notre confrère pour cette étude pleine d'intérêt. — **Etude métallurgique**. La production métallurgique de la Sarre a été, en 1913, de 1374534 t de fonte brute, de 2079825 t d'acier brut et de 1652414 t de produits finis. Toute la fonte est de la fonte Thomas. Pour l'acier, la plus grande partie est de l'acier Thomas (1718540 t), cependant on emploie aussi d'autres procédés et entre autres le procédé Martin (342352 t). L'auteur indique dans des tableaux très documentés le détail de la production du bassin en produits finis, et fait une nomenclature des principales usines métallurgiques qu'il accompagne de renseignements précieux. — La production métallurgique de la région de la Sarre représente, d'après l'étude de l'auteur, 8 pour 100 de la production de la fonte allemande et 12 pour 100 de celle de l'acier. — **Importance industrielle du retour de la Sarre à la France**. L'auteur termine son étude en montrant l'importance qu'aurait pour la France le retour à la mère patrie de la région de la Sarre en même temps que celui de l'Alsace-Lorraine. La consommation totale annuelle de la France en houille, coke et briquettes, est de 62111000 t et sa production n'est que de 40000000 de tonnes. Il lui faut donc importer plus du tiers de sa consommation, ce qui lui cause une dépense annuelle de 536000000 de francs qui vont enrichir l'étranger. De plus, cette nécessité d'acheter au dehors une grande partie de notre charbon nous met sous la dépendance de l'étranger et empêche notre industrie de pouvoir lutter avec les industries étrangères. Nos constructeurs payant le charbon 20 fr la tonne au lieu de 12,50 fr à 14 fr qui est le prix auquel peuvent se le procurer les Anglais et les Allemands, il leur est impossible de pouvoir fournir leurs produits à des prix aussi bas que ceux faits par leurs concurrents anglais et allemands. L'auteur montre que le retour seul de l'Alsace-Lorraine à la France augmenterait notre déficit en charbon, car l'industrie métallurgique de ce pays en fait de grandes consommations, tandis que si le bassin de la Sarre nous revenait en même temps, malgré une augmentation considérable de notre industrie métallurgique, notre déficit en houille resterait sensiblement le même que pour la France d'avant-guerre, soit environ 22000000 de tonnes qui se décomposaient avant les hostilités en 18 000 000 de tonnes de houille crue et 4 000 000 de tonnes de houille à coke et qui, après la guerre, se répartiraient en 12000000 de tonnes pour la houille crue et 10 millions de tonnes de houille à coke. Ce qui, d'après l'auteur, aggraverait notre situation au point de vue métallurgique, le manque de coke ayant pour conséquence une augmentation du prix de revient de la fonte et par suite de tous les produits métallurgiques français. Nous nous permettrons, cependant, de faire remarquer à l'auteur que la France possède une autre source d'énergie considérable, la force hydraulique qui s'élève à près de 10000000 ch, d'après M. de la Brosse, ingénieur en chef du service des grandes Forces hydrauliques des Alpes. Si cette puissance était totalement utilisée en supposant, ce qui est loin de la vérité, qu'un cheval-heure hydraulique ne soit équivalent qu'à un seul kilogramme de charbon, nous réaliserions par heure une économie de 10000 t de houille, et, en supposant une utilisation de 10 heures par jour et 300 jours par an de marche (pour tenir compte des époques de basses eaux), l'économie annuelle de charbon serait de 30000000 de tonnes par an, ce qui comblerait et au delà notre déficit de charbon. — H. C.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Digitized by Google

Comptoir Industriel
D'ÉTIRAGE ET PROFILAGE DE MÉTAUX

107, 109, 111, 113, Avenue PHILIPPE-AUGUSTE, PARIS (XI^e).

Téléphone : Roq. 24.71 — 73.91 *Métro* : Philippe-Auguste.

Aciers, Laitons, Cuivres et Alliages, Zinc, Aluminium, etc.

PROFILS DE HAUTE PRÉCISION

pour Armes de toutes natures, Constructions Mécaniques et Électriques.

AUTOMOBILES, AÉRONAUTIQUE, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

Instruments de Précision, Appareils pour Sciences et Mathématiques,

ACIERS COMPRIMÉS — ESSAIS A LA TRACTION

RECUIT ET ÉTIRAGE A FAÇON — RONDS, CARRÉS ET SIX PANS POUR DÉCOLLETAGE

" LE MATÉRIEL TÉLÉPHONIQUE "

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE UN MILLION

Ancienne Maison G. ABOILARD et C^ie

Téléphones { SAXE 07-14 / — 07-03 } PARIS, 46, Avenue de Breteuil, PARIS (15^e) *Adresse télég.* : MICROPHONE - PARIS

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT

APPAREILS TÉLÉPHONIQUES

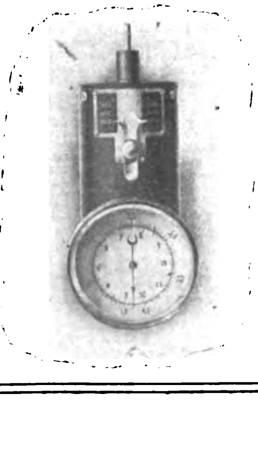
Pour réseau de l'État et pour réseaux privés

CABLES TÉLÉGRAPHIQUES ET TÉLÉPHONIQUES

TABLEAUX COMMUTATEURS à batterie centrale intégrale, admis sur le réseau de l'État

SYSTÈME AUTOMATIQUE ET SEMI-AUTOMATIQUE

Modèles spéciaux pour Usines, Mines, Chemins de fer, Tramways, Immeubles, Hôtels, etc.



JAMES JAQUET S. A.

BALE (SUISSE)

TACHYMÈTRES

Indicateurs de Vitesse.

TACHOSCOPES. — COMPTEURS DE TOURS

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

MESURES ET ESSAIS

621.317.5. — Mesure de la puissance dans des circuits monophasés avec cos φ très petit; E. BIFFI. *Elettrotecnica*, 5 août 1917, t. IV, p. 402-405, 3 500 mots, 4 fig. — L'auteur avait déjà démontré dans une méthode précédemment décrite (*Elettrotecnica*, 25 avril 1917, p. 229-236 et 5 mai 1917, p. 244-252, dont nous avons donné un résumé t. I p. 197 de la documentation) que dans le cas des circuits avec un facteur de puissance très petit, on peut obtenir une grande diminution des erreurs de lecture en transformant, par une méthode de réduction à zéro, le procédé ordinaire de mesure de la puissance à l'aide d'un wattmètre. Ce résultat était obtenu en modifiant convenablement les conditions du circuit voltmétrique de l'instrument inscrit pour la mesure; dans la nouvelle méthode décrite, on parvient au même résultat en modifiant les conditions du circuit ampèremétrique. Après avoir exposé la nouvelle méthode, l'auteur discute les erreurs systématiques qui peuvent survenir et indique les manières de procéder pour rendre ces erreurs compatibles avec le degré d'approximation que l'on veut obtenir dans la mesure.

621.317.5. — Compteurs électriques aériens; N. NESBITT TEAGUE. *Electrical World*, 30 juin 1917, t. LXIX, p. 1 262, 500 mots, 2 fig. — Une grande Compagnie de distribution a adopté un emplacement inusité pour ses compteurs dans les cas où elle veut constater des fraudes, ou lorsque les lectures ou les essais de ces appareils ne sont pas commodes à l'intérieur des habitations. Par exemple, les compteurs de certains appartements, de petits ateliers ou magasins sont montés dans des coffrets en tôle ou en bois au faîte du bâtiment. Ils sont ainsi plus accessibles à la lecture et économisent un temps souvent perdu lorsqu'on doit s'introduire dans les intérieurs. Les coffrets contiennent de deux à trente-six compteurs, ainsi que l'appareillage nécessaire pour déconnecter et reconnecter promptement les distributions des clients. Dans le cas où des installations industrielles reçoivent leur énergie d'une sous-station aérienne, les compteurs sont enfermés dans un coffret fixé au cadre de la sous-station. Pour les installations à haute tension, la Compagnie fabrique elle-même des coffrets en tôle d'acier contenant les transformateurs de mesure et le compteur. Une glace est ménagée de façon que le client puisse lire sa consommation sans ouvrir le coffret. Les photographies accompagnant cette note sont très explicites.

P. V.

537.7. — Analyse d'oscillogrammes de courts-circuits. *R. G. E.*, 30 juin 1917, t. I, p. 1 012-1 015, 2 700 mots, 3 fig., 2 tab. Analyse d'un article de O.-E., SHIRLEY, publié dans *G. E. R.*, février 1917, t. XX, p. 121-125, 3 fig. — Lors d'un court-circuit d'un alternateur les efforts mécaniques dans les enroulements de l'alternateur, des transformateurs, etc., sont proportionnels à la valeur instantanée du courant; il est donc intéressant d'avoir une méthode permettant de déterminer le maximum d'une onde de courant dyssymétrique donnée par l'oscillographe servant aux essais. C'est une telle méthode qui est donnée dans l'article.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.453. — Exploitation de deux installations génératrices à moulin à vent; Frank S. CULVER. *Electrical World*, 24 février 1917, t. LXIX, p. 367, 500 mots, 7 fig. — Il s'agissait de fournir la lumière électrique à une installation agricole. On fit l'acquisition de 26 éléments se déchargeant au régime de 3 ampères pendant huit heures. On choisit une génératrice à 65 v débitant 3 A. L'éolienne était du type « pompe », avec une roue de 3,6 m de diamètre, montée sur une tour d'acier de 15 m. L'expérience montra que le moteur ne faisait jamais plus de 75 t : min dans un vent de 48 km : h, tournant à vide. Pour assurer la charge de la batterie au moment des vents faibles, la génératrice choisie avait une vitesse normale de 900 t : min, mais le rapport de transmission lui donne une vitesse de 1800 t : min correspondant aux 75 t : min du moulin; des courants de charge trop intenses sont évités par un enroulement différentiel. Un graphique montre combien cette régulation est satisfaisante. La génératrice est fixée à la chape de la roue tournante, au-dessous de l'axe de rotation, un peu de côté; elle est entraînée au moyen d'une chaîne d'automobile. Des bagues collectrices, connectées à la batterie, recueillent le courant; elles sont disposées de façon que le moulin puisse prendre n'importe quelle orientation sans interrompre la charge, elles sont fixées au bâti fixe de l'ensemble. — Un panneau fut disposé, portant des voltmètres, ampèremètres, wattheuremètres et anémomètres enregistreurs. Un interrupteur automatique connecte la génératrice à la batterie chaque fois que la tension de la machine est supérieure à celle de la batterie; il déconnecte au moment du retour de courant. Des graphiques donnés, il résulte qu'avec une vitesse moyenne du vent de 33 km : h pendant six heures, la batterie est chargée à un régime légèrement supérieure à 3 A. On peut estimer qu'une journée de charge procure de la lumière pendant quatre nuits. Pendant les jours les plus courts de l'année, on remarque une plus grande activité des vents, ce qui compense la nécessité d'un allumage artificiel prolongé. — Remarquons que, dans cette installation, la génératrice n'est pas accessible. On projeta une autre installation dans laquelle la génératrice serait placée dans un local, par terre. Ceci conduisit à l'adoption d'un type d'éolienne spécial, mais permit l'emploi d'une génératrice ouverte, avec l'élimination des bagues collectrices. On peut dire que les deux installations coûtèrent le même prix. Ce second moulin a les mêmes dimensions que le premier; il actionne une génératrice tournant à 900 t : min et produisant 6 A sous 35 v. La batterie comporte quatorze éléments. Le moulin est à arbre vertical entraînant, au moyen d'engrenages coniques, un arbre horizontal lequel transmet la puissance au moyen d'une courroie, à la génératrice. Des graphiques obtenus il résulte que la seconde installation a un meilleur rendement; elle est plus simple et elle suggère la possibilité d'étendre ce mode de production d'énergie à

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z. Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R. General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E. Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Électricité*. — *Sc. Abst., Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S. Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier 1917, Documentation, p. 10.

Digitized by Google

EMPLACEMENT RÉSERVÉ

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

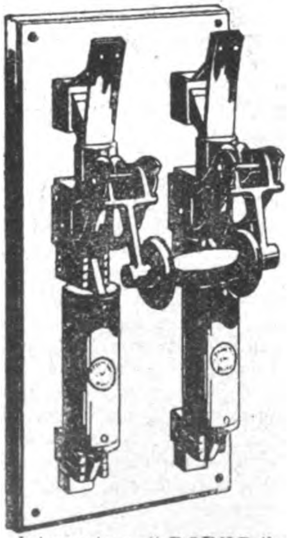
MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIVe)

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS

VEDOVELLI & PRIESTLEY

Capital Social 2.500.000 francs.



Interrupteur " ROBUR " à coupe-circuit.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

HAUTE ET BASSE TENSION

INTERRUPTEUR & DISJONCTEUR

" ROBUR "

DISJONCTEUR

" CARTER "

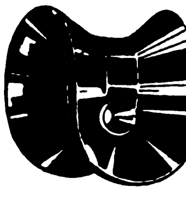
SIÈGE SOCIAL

14, Rue Taibout, Paris (9e)

Tél. : BERGÈRE 37-64

TÉLÉGR. : VEDOPRI, Paris

UNIS FRANCE



Le Maillon

V P E

MATÉRIEL DE TRACTION

TRANSPORT DE FORCE

FONDERIE

BRONZE, LAITON, ALLIAGE

USINES

IVRY-S-SEINE, 130, av. Jean-Jaurès

Télép. : GOBELINS 11 13 et 11-32

PARIS, 160 et 161, Rue St-Charles (15e).

Télép. : SAXE 08 96 et 61-70

des moteurs aériens plus puissants. Ajoutons qu'il y a six ans que les deux installations fonctionnent, donnant toute satisfaction Un des graphiques reproduit l'état de la charge un jour où le vent fut très faible ; on y remarque que, en une heure, la génératrice fut connectée et déconnectée quarante fois environ. Ceci parle en faveur de l'interrupteur automatique choisi, et démontre qu'on peut charger la batterie par tous les temps. — L'article s'accompagne de trois photographies et de plusieurs diagrammes et courbes. — P. V.

621.165 : 551.23. — Sur l'utilisation industrielle des vapeurs naturelles et des sources chaudes ; R.-M. Gabrie. *Comptes rendus de l'Ac. des Sciences*, t. CLXIV, 7 mai 1917, p. 729-731.

627.1(73) — L'énergie hydraulique non utilisée aux Etats-Unis d'Amérique. *Electrical Review*, Chicago, 11 août 1917, t. LXX, n° 6, p. 230-231, 700 mots. — La partie Est de l'Etat de Washington et le nord de l'Etat d'Idaho constituent une région, dénommée Inland Empire, comportant de nombreux cours d'eau et des lacs mais en partie aride par suite de l'absence des pluies. Les vallées sont bien irriguées et produisent, ainsi que les plaines, des céréales sans nécessiter d'irrigation artificielle. La puissance hydro-électrique déjà exploitée de cette région atteint 200 000 ch mais il reste encore plus de 1 800 000 ch inexploités d'après les renseignements de la Chambre de Commerce de Spokane. La partie la plus développée est la Spokane River, dont une puissance de 172 000 ch est déjà utilisée. L'Okanogan, le Yakima le Similkameen et le Clark's Fork sont également bien exploités. On estime que les chutes non exploitées de la Spokane River pourraient encore fournir environ 100 000 ch. Les autres cours d'eau ayant encore une grande puissance non utilisée sont le Priest River et le Pend O'Reille River, affluent du Columbia et le Salmon, l'un des principaux tributaires du Snake River. Les principales chutes du Columbia sont les Priest Rapids, les Kessle Falls, les Umatilla Rapids et l'embouchure du Chelan. La centrale de Washington Water Power Company sur la Spokane River a à alimenter un nombre toujours croissant de consommateurs, fabriques de ciment, mines, papeteries, scieries, etc., de cette région en plein développement. — P. G.

627.1(45). — Le monopole des forces hydrauliques en Italie ; Tarsellini Tullio. *Elettricista*, 15 juin 1917, t. VI, p. 89, 1 400 mots.

627.8. — Houille blanche. Construction de barrages-réservoirs ; P. Lévy-Salvador. *La Nature*, 22 septembre 1917, n° 2295, p. 177-182, 4 200 mots, 8 fig. — L'auteur a donné dans la « Revue générale de l'Electricité » des 15, 22 et 29 septembre un article sur l'aménagement des forces hydrauliques en pays de montagne, en collaboration avec M. Magnard ; nous ne faisons que signaler l'article de « la Nature » qui décrit particulièrement le barrage établi sur le Cher, à 15 km à l'amont de Montluçon.

662.769 + 621.43. — Utilisation au point de vue de la force motrice des gaz de fours à coke et de hauts fourneaux ; Henrich J. Freyn. *Transactions of the American Institute of Mining Engineers*, février 1914, p. 665-692. M. Desmarets. *Revue de métallurgie*, mars-avril 1917, t. XIV, extraits, p. 108, 700 mots. — Après des débuts pénibles, l'emploi du gaz de four à coke dans des moteurs à gaz a pris une grande extension ces dernières années. On a même construit en Allemagne un moteur à gaz de fours à coke à quatre cylindres, double effet, de 6 084 ch. — Les meilleurs résultats pratiques ont été obtenus en construisant les cylindres en fonte et d'une seule pièce. Le système de régulation le plus employé est celui dit par « qualité-quantité ». Pour éviter l'attaque des segments de pistons, des garnitures, et des parties métalliques [illegible], par les divers composés du soufre, par l'ammoniaque (qui se transforme lors de l'explosion en acide nitrique qui attaque les parties métalliques du moteur), pour empêcher les dépôts de naphtaline dans les parties froides des tuyauteries et sur les soupapes, il est bon d'épurer le gaz. Le gaz dont on a récupéré les sous-produits ne présente pas de dangers pour le moteur. — Si des hauts fourneaux sont installés dans le voisinage des fours à coke, il est très avantageux d'employer un mélange des gaz des hauts fourneaux et des fours à coke. Pour obtenir un pouvoir calorifique du mélange sensiblement constant, on règle ce mélange automatiquement à l'aide d'un calorimètre enregistreur du type « Smith » actionnant un servo-moteur commandant des vannes à papillons sur l'arrivée du gaz de fours à coke. La composition des gaz de hauts fourneaux et de fours à coke est sensiblement la suivante :

	Gaz de haut fourneau en pour 100.	Gaz de fours à coke en pour 100.
CO	26,0	7,5
CO^2	12,7	2
H	3	51,0
CH^4	0,3	29,5
C^nH^m	0,0	2,0
Az	58,0	8,0
	100 »	100 »

Le mélange se fait généralement dans la proportion de 1 de gaz de fours à coke pour 15 de gaz de haut fourneau. Le gaz ainsi obtenu a un pouvoir calorifique de 1 113 calories et sa composition est la suivante :

CO	24,8	pour 100
CO^2	12,0	Id.
H	6,0	Id.
CH^4	2,1	Id.
C^nH^m	0,1	Id.
Az	55,0	Id.
	100 »	pour 100

Environ 50 pour 100 des calories contenues dans les gaz d'échappement sont utilisés pour la production de vapeur qu'on emploie soit au chauffage, soit pour actionner des turbines à vapeur. L'auteur dit qu'à pleine charge on peut produire 815 gr de vapeur par cheval développé et 906 gr à demi-charge. Il termine en montrant qu'un haut fourneau de 450 t est celui qui donne le prix de revient le plus faible du kilowatt produit, les frais de soufflage étant moindres et la quantité de gaz produite étant plus grande.

662.679. — L'emploi des gaz perdus pour le chauffage des chaudières ; B.-C. Kershaw. *Electrical World*, 25 août 1917, t. LXX, p. 359, 600 mots. Extrait de *Engineering*, 20 juillet 1917. — La chaleur des gaz évacués existe sous deux formes : « chaleur sensible » laissée par l'utilisation incomplète du combustible et « chaleur potentielle » consistant en énergie chimique et due à l'oxydation incomplète du combustible et à la présence d'hydrogène et d'oxyde de carbone dans les gaz. L'auteur décrit quelques installations typiques modernes de récupération, en Angleterre, en Belgique, en Allemagne et aux Etats-Unis.

621.182 : 621.364. — Chaudières à vapeur à chauffage électrique *Elettricista*, 15 juillet 1917, t. VI, n° 14, p. 110. — Le cas est assez rare, mais une tentative a été faite récemment à Zurich en utilisant le surplus d'énergie d'une centrale hydro-électrique pour le chauffage des chaudières de la centrale thermique de secours ; cet essai a permis de réaliser une économie sensible de combustible pour le fonctionnement de cette installation pendant les heures de pointes. Les éléments de chauffage sont constitués par des résistances en fonte placées sur un châssis qui se déplace sous les chaudières, au-dessus des grilles. — P. G.

621.311.72. — Dispositif de protection électrique ; Société anonyme Westinghouse (Seine). *Brevet français n° 482 909*, demandé le 19 septembre 1916, délivré le 16 fé-

Digitized by Google

DYNAMOS & MOTEURS ÉLECTRIQUES
d'Occasion, garantis.

LOCATION

de Machines ÉLECTRIQUES
de toutes puissances
VENTE — ACHAT
ÉCHANGE

ALEXANDRE MESSMER

RÉPARATIONS

REBOBINAGES

de Dynamos de tous Systèmes.

Location de Machines pendant les Réparations.

Ateliers
Magasins
Bureaux
93, Bd Diderot, PARIS (12e)
Anciennement 15, Bd Davout.

TÉL. : Roquette 47-37
MÉTRO { Nation.
{ Reuilly.

Magnéto Lavalette

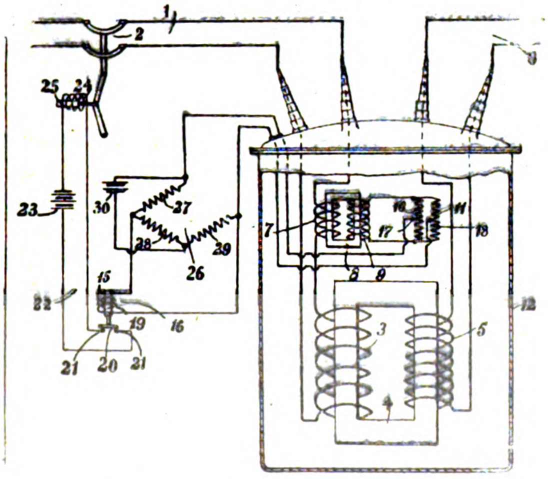
TÉLÉGRAMMES :
ALLUMAUTO-PARIS

TÉLÉPHONE :
GOBELINS : 15-99

175, Avenue de Choisy, PARIS (XIIIe)

Digitized by Google

vrier 1917, publié le 11 mai 1917, 1 000 mots. — Au lieu de protéger les circuits par des relais retardés dans le temps de manière à ne permettre l'ouverture du circuit que dans le cas d'excès de charge persistants et d'éviter cette ouverture dans le cas d'excès de charge seulement momentanés, le nouveau dispositif provoque l'ouverture des circuits en se basant seulement sur les températures atteintes par les appareils à protéger. — La figure 1 représente le schéma de la disposition la plus parfaite de ce principe. — Un transformateur 4 est relié à un circuit 1 par son enroulement primaire 3, son enroulement secondaire 5 étant réuni au circuit secondaire 6. Le circuit primaire 1 est muni d'un interrupteur automatique 2 fonctionnant à l'aide d'un électro-aimant de déclanchement 25. Le transformateur d'intensité 8 est relié par son secondaire à deux résistances sans self-induction 10 et 11, ayant des coefficients de température négatifs. L'ensemble du transformateur 8 et des résistances 10 et 11 est disposé dans la cuve 12 du transformateur, de telle sorte que sa température soit voisine de celle du transformateur 4. Les résistances peuvent, du reste, être placées dans un bain d'huile extérieur et peuvent être réglées de manière que leur température varie comme



621.311.72. — Schéma du dispositif de protection électrique.

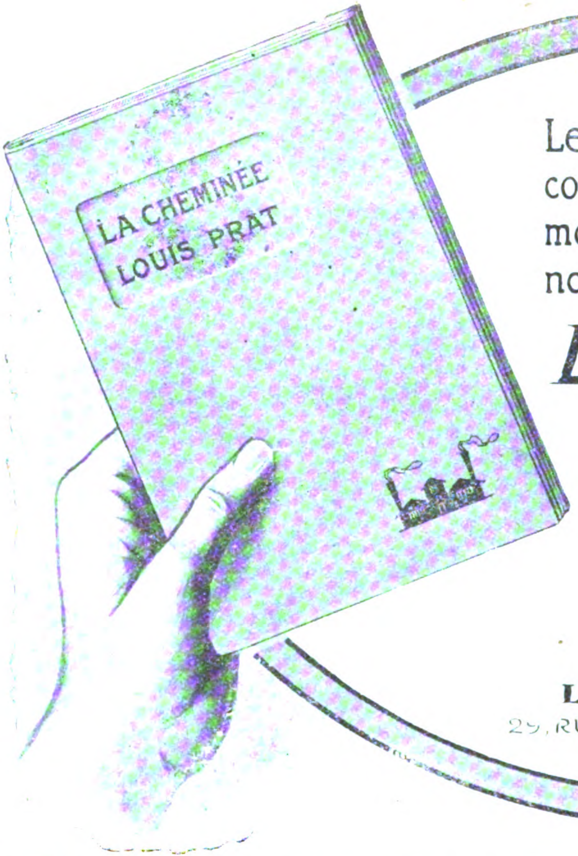
la température du transformateur 4. Un circuit auxiliaire comprend un pont de Wheatstone 26 dont trois branches sont formées par les résistances 27, 28, 29, la partie des résistances 10 et 11, comprise entre les points équipotentiels 17 et 18, forme le quatrième bras du pont. La pile 30 est branchée suivant une diagonale du pont, le relais électromagnétique 15 suivant l'autre diagonale. Lorsque le courant traverse l'enroulement primaire du transformateur 4, un courant sensiblement proportionnel traverse les rhéostats 10 et 11, dont la résistance diminue au fur et à mesure que s'élève la température du transformateur 4. Le pont ayant été disposé pour être équilibré aussi longtemps que les résistances 10 et 11 demeurent normales, cessera d'être en équilibre lorsque la température du transformateur 4 atteindra une valeur préalablement déterminée, un courant traversera l'électro-aimant 16 qui fermera le circuit de déclanchement 22 comprenant une source de force électromotrice 23 et l'enroulement 24 de l'électro-aimant de déclanchement 25. L'exemple choisi pour un transformateur peut s'étendre à d'autres appareils électriques. Au lieu de prendre des résistances à coefficients de température négatifs, on pourrait prendre des résistances à coefficients de température positifs. — E. P.

621.311.75. — Méthode pour prévenir le jaillissement des étincelles lors d'un établissement et d'une interruption rapides du courant qui produit accessoirement du platine colloïdal; A. Griffiths. *Revue générale des Sciences*, août 1917, t. XXVIII, p. 484. Résumé d'une communication à la Physical Society de Londres, le 8 juin 1917. — Le dispositif consiste en une série de cellules électrolytiques placées comme shunt à travers la coupure à étincelles ; les électrodes sont en platine et l'électrolyte est de l'acide sulfurique concentré. Les cellules se polarisent, et en établissant la coupure il s'introduit une force électromotrice opposée à celle de la batterie, de sorte que le courant diminue rapidement en décomposant le liquide et effectuant un travail chimique. Les cathodes de platine se désintègrent et il se forme une solution colloïdale de platine. La cathode du côté négatif de la coupure à étincelle se désintègre en général le plus fortement; la désintégration va en diminuant du côté positif. A l'œil nu, les cathodes paraissent couvertes de noir de platine; au microscope, plusieurs semblent couvertes de nombreux cratères. La production des gaz n'est pas la même dans toutes les cellules électrolytiques en série ; quelquefois, il paraît ne se dégager aucun gaz sur la cathode la plus négative.

621.311.9. — Notes sur les surtensions produites par l'harmonique 3 et ses multiples dans les transformateurs triphasés; Jacques Damien, ing. E. S. E., *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 363-366, 3 000 mots, 3 fig. — L'auteur commence par montrer que, si l'on relie en série les trois enroulements secondaires d'un transformateur triphasé (triangle ouvert), l'harmonique 3 du courant d'alimentation donnera entre les extrémités une différence de potentiel d'amplitude triple de celle de cet harmonique dans chaque branche; si l'on ferme le circuit il en résultera un courant qui, en général, sera peu intense par suite de la grande réactance des enroulements pour la fréquence de cet harmonique, si les enroulements sont montés en étoile, l'harmonique 3 disparaît dans la différence de potentiel aux bornes, quoique cet harmonique existe dans chaque enroulement. Il s'ensuit qu'un transformateur en étoile, monté sur un réseau comportant l'harmonique 3, étouffe cet harmonique. — Toutefois, cette conclusion n'est vraie en pratique que quand chaque phase est également chargée et possède son circuit magnétique propre (3 transformateurs monophasés montés en étoile) ; c'est ce que montre l'auteur en examinant successivement le cas des charges dyssymétriques, l'influence de la saturation magnétique, l'influence du montage du transformateur. — Il termine par l'examen de l'influence de la mise à la terre du point neutre des transformateurs dans le cas d'une distribution triphasée à quatre fils. Si le réseau a déjà son point neutre à la terre, la mise au sol du point neutre du transformateur étouffe automatiquement l'harmonique 3; si on isole ce dernier point, les forces électromotrices harmoniques 3 ne sont plus étouffées mais elles ne donnent lieu à aucune surtension entre phases puisqu'elles sont en opposition et se détruisent deux à deux. Si, au contraire, le réseau primaire a son point neutre isolé, la mise à la terre du neutre du transformateur donne lieu à des courants harmoniques dans chaque branche de l'étoile; en isolant le neutre du transformateur on évite ces courants.

538.811. — Perfectionnements apportés aux magnétos à induit fixe; Société anonyme des établissements L. Blériot (Seine) *Brevet français n° 482 922*. Demandé le 20 septembre 1916, délivré le 16 février 1917, publié le 11 mai 1917, 1 000 mots, 5 fig. — Ces perfectionnements s'appliquent d'une manière générale à toutes les magnétos de ce type, mais plus particulièrement à celles qui ont fait l'objet du brevet français n° 421 451 du 8 octobre 1910. La figure 1 représente une coupe en élévation d'une magnéto pour huit cylindres comprenant les différents perfectionnements dont il s'agit : 1° mode d'assemblage et d'entretoisement des pôles tournants a et b, au moyen d'une douille 1 en métal non magnétique entrant à forcement dans des alésages pratiqués dans chacun d'eux et fixés sur l'un des pôles b au moyen d'une vis 2 entrant dans l'alésage de la

Digitized by Google



Les renseignements les plus complets sur la chaufferie moderne se trouvent dans notre nouveau catalogue:

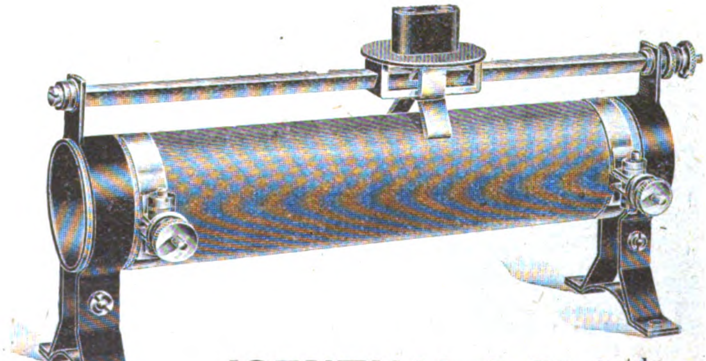
LA CHEMINÉE L. PRAT

Cet ouvrage est le résultat de **20 années de pratique** et de nombreuses expériences sur plus de **2000 installations.**

LOUIS PRAT
29, RUE DE L'ARCADE, PARIS.
TÉLÉPH: CENTRAL 75-83

RÉSISTANCES

Pour Laboratoires et Écoles, pour Télégraphie et Télégraphie sans fil.
Parois pour le chargement des Accumulateurs dans les Mines, etc.



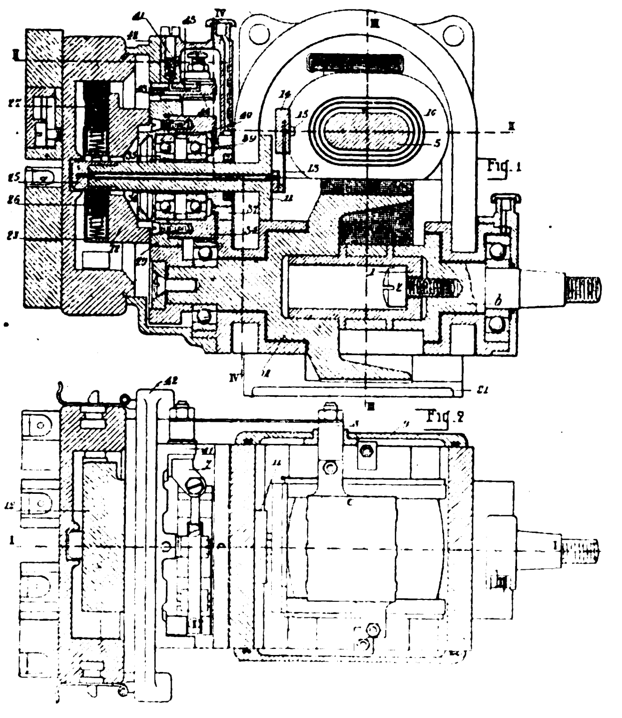
La construction de ces **Résistances** est une spécialité de notre Maison et nos ateliers peuvent fournir une grande quantité de types variés.

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT
DE LA MARINE ANGLAISE & JAPONAISE
DE L'ARMÉE ANGLAISE
DU GOUVERNEMENT RUSSE, ETC.

ISENTHAL & C°. L^td,
Denzil Works, Willesden,
LONDON, N. W. 10

Digitized by Google

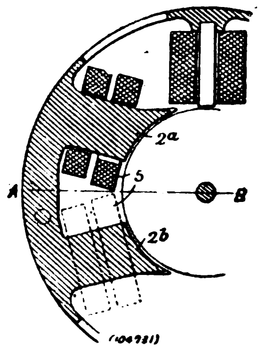
douille; 2° un dispositif, pour faciliter le démontage et la sortie de l'induit sans démonter les aimants; 3° la connexion de l'enroulement primaire au moyen d'une borne 8 traversant la plaque de fermeture 9 (fig. 2); 4° l'assemblage des tôles au noyau d'induit, sans rivets, au moyen de deux platines en métal entrant à force dans les rainures pratiquées sur les tôles épaisses de côté; 5° la fixation au moyen de deux tirants 18,19 s'accrochant dans des rainures 20 pratiquées dans les tôles des pôles fixes 3 et 4; 6° l'amenée du courant au porte-charbon du distributeur au moyen d'une douille 25, placée sur la prise du secondaire 11 et sur laquelle frotte un charbon 26 servant à cette prise et placé dans le même plan que le charbon 27 du distributeur, les deux charbons 2, et 27 étant placés dans un même support-



538.811. — Fig. 1. Coupe en élévation d'une magnéto pour huit cylindres. — Fig. 2. Vue en plan.

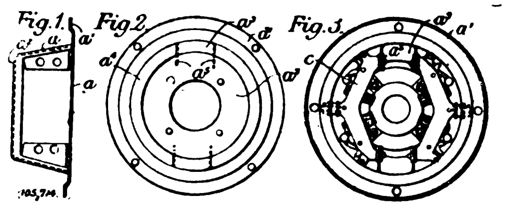
guide en laiton 28, monté dans un bloc 12 en matière isolante, fixé à la roue dentée 29; 7° l'assemblage de la roue du distributeur 29 avec la came 34 et le logement à l'intérieur de ces deux pièces de deux roulements à billes 35; 8° le montage de l'axe 36 du distributeur 11 sur la flasque 37 le supportant; 9° la fixation de la platine d'avance 41 à la partie supérieure de la fausse flasque 42; 10° le graissage de l'axe 43 du briquet 44 par un trou pratiqué au fond du trou de la vis 45 de fixation du couvercle du rupteur; 11° l'établissement d'une borne spéciale de prise de courant au distributeur dans laquelle s'engage le fil de la bougie, l'ensemble étant fixé a l'aide d'une vis aux plots du distributeur. Le fascicule comporte un certain nombre de figures donnant le détail des dispositifs décrits.

621.312. — Machine dynamo; J.-H.-St Mawdsley, Dursley et H.-F Joel. *Brevet n° 104 731*, 15 mars 1916. Bibliographié dans *Engineering*, 6 juillet 1917, t. civ, p. 27. — Cette invention se rapporte à un genre de machine déjà breveté et faisant l'objet de la spécification n° 15478/08, dans laquelle un pôle auxiliaire unique est prévu pour chaque paire de pôles principaux, et dans laquelle le flux magnétique principal passe presque entièrement dans la partie de culasse existant entre les deux pôles principaux. Dans les machines de ce type la paire de pôles principaux a une forme en U dont les branches forment les pôles disposés parallèlement. En conséquence de l'invention actuelle, les pôles 2 a et 2 b de chaque paire de pôles principaux sont disposés, comme d'habitude, symétriquement par rapport à l'axe A B placé entre eux, mais les pôles ne sont plus parallèles, comme il était indiqué ci-dessus, ils sont inclinés l'un vers l'autre de telle manière que les faces des bobines magnétisantes 5, disposées à angle droit avec l'axe des pôles, soient à angle droit ou à peu près, avec une ligne passant par le centre de l'induit et approximativement à mi-chemin entre l'axe A B et l'angle adjacent du pôle. — E. B.



621.312. — Machine dynamo à un pôle auxiliaire par paire de pôles principaux inclinés l'un vers l'autre.

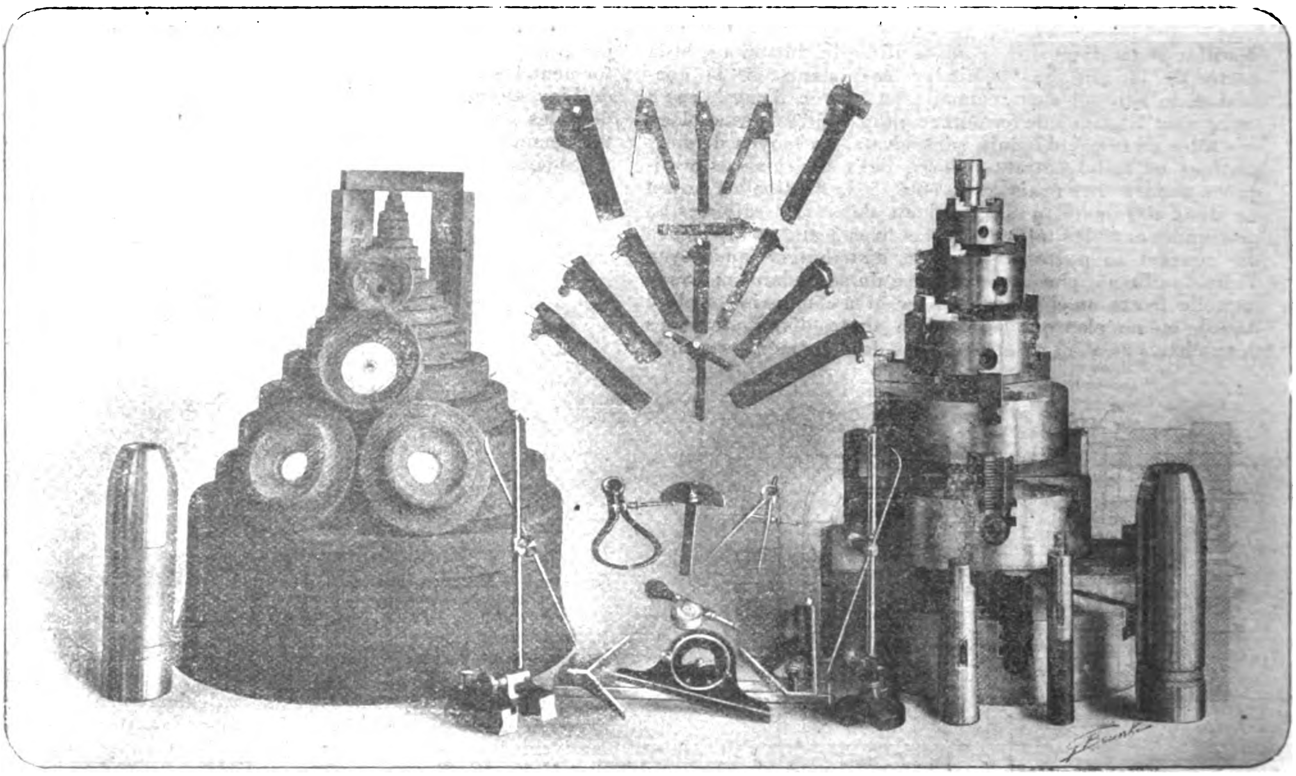
621.312. — Machines dynamo-électriques; A.-H. Midgley, C.-A. Vanderwell et Co, et Actor Vale. *Brevet anglais n° 105 714*, 14 octobre 1916. Bibliographié dans *Engineering*, 20 juillet 1917, t. civ, p. 79, 3 fig. — Cette invention se rapporte plus particulièrement à la construction des plateaux-paliers des petites dynamos; a est le plateau, fait d'une tôle emboutie comprenant un collet a_1 permettant la fixation à la machine; un collet a_5 est destiné à recevoir le palier proprement dit, deux pièces a_3 relient a_1 et a_2, les parties restantes de a_1 demeurent entièrement ouvertes. Les pièces a_3 portent des appendices a_5 vers l'intérieur, ces appendices sont reliés par une paire de supports de porte-balais c qui renforcent le tout. — Le plateau du côté de la poulie est pourvu d'un collet pour la fixation à la dynamo et d'une monture pour recevoir le palier. — E. B.



621.312. — Plateaux-paliers pour petites dynamos.

621.312.00.12. — Les phénomènes d'ondes électriques dans les machines dynamo-électriques; F. Creedy. *J.I.E E.*, juin 1917, n° 267, t. LV, p. 450-472. 19900 mots, 37 fig. — Cette note est une introduction à l'étude de phénomènes très fréquents dans les machines électriques de grande puissance qu'emploie aujourd'hui l'industrie. Les ingénieurs ignorent en général de quelle façon ils prennent naissance. Ils sont dus à un type d'ondes électriques dont on a reconnu l'existence dans tout système magnétique relié à un circuit électrique. — Chapitre I. L'auteur montre qu'il existe deux types d'ondes électriques : l'un qui se rencontre dans les câbles et qui a fait l'objet d'études très approfondies de la part de

Digitized by Google



PARIS, 47, boulev. Magenta.
LYON, 39, cours de la Liberté.

SOC. ANO. ALFRED HERBERT

Tél. : NORD 37-64, 37.39, 70-14
Télég. : HEXAGON-PARIS

Adr. télégr. :
Leclique-Paris.

" L'Éclairage Électrique "

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

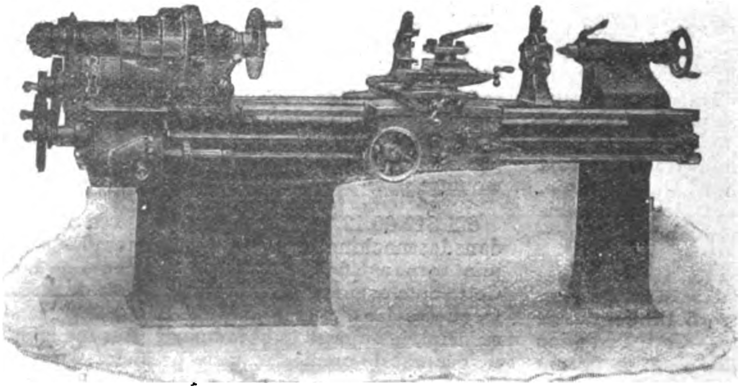
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS (8e)

Téléphone :
Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS
FRANCE

Digitized by Google

Kelvin, Heaviside, Pupin... et un second type réciproque dans lequel les fonctions des circuits magnétique et électrique sont interchangées. C'est ce dernier type, insuffisamment étudié, qui fait l'objet de la communication de l'auteur et qui constitue une base très solide pour une théorie générale des machines dynamo électriques. La deuxième partie de ce travail est consacrée au développement d'un certain nombre d'équations différentielles fondamentales qui sont indispensables pour déterminer les caractéristiques de toute machine électrique. Ces équations ne sont d'ailleurs que des cas particuliers des équations de Maxwell relatives aux actions électromagnétiques. La discussion de ces équations constitue la troisième partie de la note. L'auteur, qui a publié une étude plus étendue de ces derniers travaux sous le titre « The Classification of Electromagnetic Machinery », montre que la solution de ces équations est nécessairement périodique dans le temps et dans l'espace et consiste, en fait, en une infinité de séries d'harmoniques indépendants. Après une courte discussion sur les enroulements, nous passons à la quatrième partie qui reprend la théorie mathématique de la question et établit les équations générales du mouvement de ces ondes pour des circuits contenant des résistances, des inductions et des capacités. Enfin la cinquième partie établit la solution des équations différentielles formulées dans la partie précédente et dont l'auteur fait une discussion approfondie. — Chapitre II. Des discussions mathématiques faisant l'objet du chapitre précédent il est difficile de se faire une idée nette du phénomène au point de vue physique. C'est pourquoi, l'auteur reprend ici la question en se plaçant à ce dernier point de vue et en évitant, autant que possible, l'emploi des mathématiques. Il explique l'analogie des vibrations du système électromagnétique étudié et des vibrations d'une corde soumise à une certaine tension, l'analogie étant établie pour les différents facteurs dans un tableau comparatif.

621.312.2.031.3. — Le compoundage des alternateurs; M. Latour. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. i, p. 923-931, 4000 mots, 21 fig. — Actuellement le compoundage des alternateurs est surtout obtenu au moyen de régulateurs automatiques de tension qui agissent sur le circuit d'excitation de l'alternateur. Cependant il existe des systèmes de compoundage direct qui ont donné d'excellents résultats; l'auteur expose dans son article les différents procédés qui ont été employés jusqu'à présent en insistant particulièrement sur le compoundage par le jeu de transformateurs shunt et série dont il est l'inventeur.

621.312.2. — Sur les alternateurs compound; R.-V. Picou. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. ii, p. 85-89, 3500 mots, 9 fig. — Cet article reproduit la communication faite par l'auteur à la Société internationale des Electriciens, le 7 juin, comme suite et complément de la communication de M. Marius Latour sur le même sujet (voir *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. i, p. 923). Il expose un système de compoundage dont il est l'inventeur et qui a donné dans la pratique des résultats des plus satisfaisants.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

621.315.1.031.3. — Ligne de transmission aérienne à haute tension; G.-O. Twiss. *J. I. E. E.* juin 1917, t. lv, p. 413-449, 29 000 mots, 31 fig. *Electrician*, 27 avril 1917, t. lxxix, p. 154-155, 2 000 mots, 2 fig. 4 mai 1917, p. 178-180, 5 fig. 11 mai 1917, p. 232-234, 1 fig. 18 mai 1917, p. 272-274, 1 800 mots, 1 fig. *Electrical Review*, 11 mai 1917, t. lxxx, p. 508-510, 2000 mots, 5 fig. 18 mai 1917, p. 556-558, 3 400 mots, 14 fig., 25 mai 1917, p. 585, 3 000 mots, 7 fig.

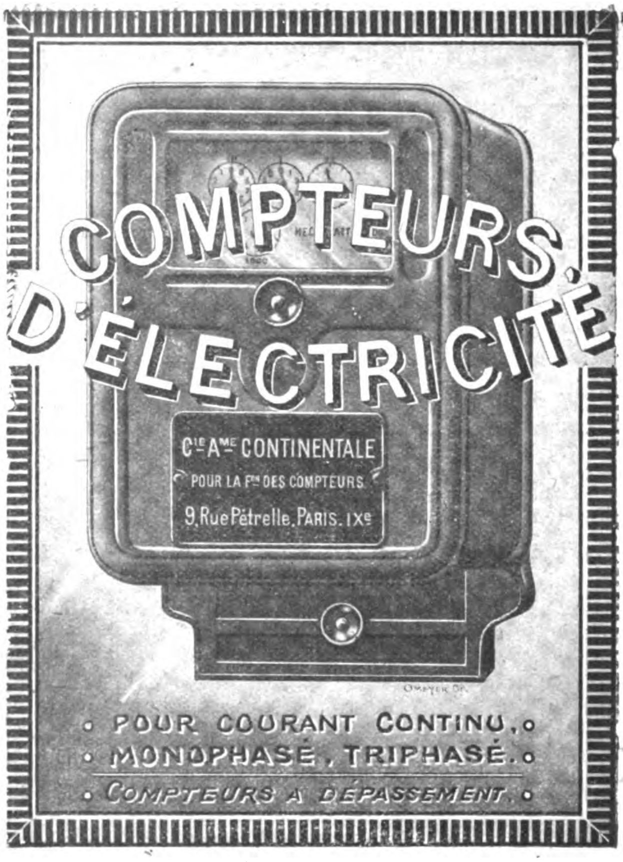
621.315.1. — Ligne artificielle de transmission avec constantes de ligne modifiables; C.-E. Magnusson et S.-R. Burbank. *Electrician*, 17 novembre 1916, t. lxxviii, p. 207-210, 1 900 mots, 29 fig.

621.315.14. — Armature Préel pour pied de poteaux en bois. *R. G. E.* 12 mai 1917, t. i, p. 751-755, 2 200 mots, 8 fig. — Cette armature a été utilisée avec plein succès sur le réseau du Neubourg; l'article en donne la description et rappelle que « La Revue électrique » a publié de nombreux articles sur les recherches effectuées, d'une part pour assurer la conservation des poteaux en bois (divers procédés d'injection, t. xvi et xviii), d'autre part pour réparer ceux que la pourriture a endommagés (procédé Knapen, t. xv; procédé Fay, t. xvi; procédé Baisset et Augustin, t. xviii; procédé Lerier, t. xix et xxi; procédé Woebeken, t. xxi).

621.315.14.00.12. — Méthode générale et rapide de calcul des poteaux en treillis de fer pour lignes de transmission. Marco Semenza. *Elettrotecnica*, 5 septembre 1917, t. iv, p. 450-455, 5 700 mots, 5 fig. — L'auteur étudie analytiquement le calcul des poteaux en treillis de fer qui s'emploient dans la construction des lignes électriques de transmission. Il démontre que les poteaux à treillis sont particulièrement sensibles aux efforts de flambage. D'ordinaire, on n'en fait pas cas dans le calcul où l'on se préoccupe seulement des efforts de flexion simple. Il en résulte que les treillis calculés sans tenir compte des efforts de flambage présentent des marges de résistance très variables selon le genre d'effort, et quoique très largement calculés à l'égard du moment maximum agissant, ils sont sujets à céder à un moment bien plus petit à cause de l'inflexion élastique de quelque trait dont la longueur libre est trop grande par rapport à sa section. Il est aussi possible de démontrer que si l'on tient compte rationnellement de tous genres d'efforts agissant sur les treillis des lignes de transmission, de façon que la marge de résistance soit constante pour chaque genre d'effort, on arrive à des constructions très équilibrées et très harmoniques, pourvu que l'on choisisse des valeurs appropriées pour les efforts maxima que l'on admet dans le fer des supports. — Pour les poteaux à base carrée, l'auteur établit quatre équations avec quatre inconnues, c'est-à-dire la section des fers d'angle, la section des treillis, l'angle d'inclinaison des treillis sur l'horizontale, enfin la largeur de la base; il démontre que le poids total du poteau est le plus petit possible si on choisit opportunément les valeurs F_1 et F_2 des efforts unitaires maxima dans le fer des pylônes et des treillis. Pour faciliter la recherche de ces valeurs et pour résoudre rapidement les quatre équations fondamentales, l'auteur donne des abaques qui épargnent beaucoup de calculs longs et compliqués. L'auteur montre enfin qu'il n'y a aucun intérêt à calculer les poteaux d'une manière différente car l'on trouve des structures plus lourdes et moins résistantes sans pour cela éviter de longs calculs. En particulier, avec le nouveau système on arrive à des valeurs de l'angle d'inclinaison des treillis sensiblement plus petites que celles que l'on emploie ordinairement.

621.311.72. — Système de protection pour appareils électriques. Société anonyme Westinghouse, France. *Brevet français, n° 485 518*, demandé le 8 août 1916, délivré le 2 janvier 1917, publié le 27 mars 1917, 750 mots, 1 fig. — L'objet du brevet se rapporte à des dispositifs électriques de protection et particulièrement à des moyens pour protéger les dispositifs translateurs électriques, transformateurs par exemple — conformément à la température et à la charge de ces dispositifs. Il a pour but d'avoir un dispositif électrique de protection qui soit seulement actionné lorsque la charge traversant le transformateur, par exemple, a une valeur prédéterminée, en même temps que la température du transformateur a une température prédéterminée. Jusqu'à présent, on a employé des relais à action retardée dans le but de déclancher des interrupteurs de circuit s'il se produit une surcharge persistante, et pour empêcher le déclanchement de ceux-ci, s'il se produit une surcharge momentanée. Comme la surcharge traversant un transformateur n'est pas préjudiciable en raison de la bonne ventilation, dissipation et propriétés d'absorption de la chaleur de l'appareil, on a suggéré qu'il était seulement nécessaire de déconnecter cet appareil lorsque sa température atteint une valeur dange-

Digitized by Google

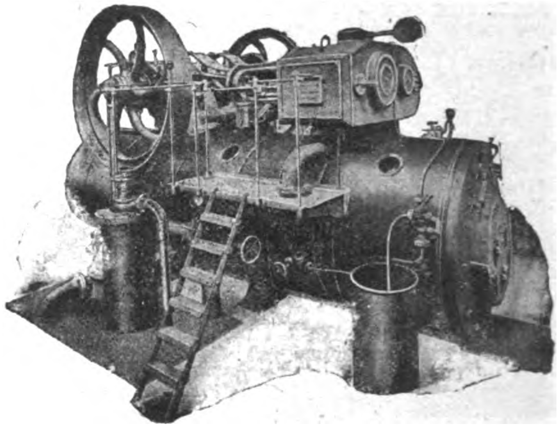


Société des Anciens Établissements

WEYHER & RICHEMOND

Société Anonyme. Capital 4.400.000 francs.

52, Route d'Aubervilliers, PANTIN Seine.

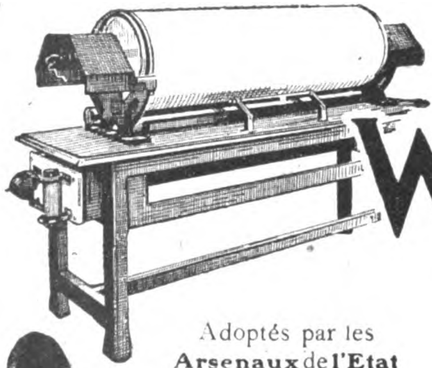


Mi-fixe Compound à surchauffe.

La **force motrice** la plus **économique,** la plus **pratique,** jusqu'à 350 chevaux.

MI-FIXES toutes puissances.

Tous travaux MÉCANIQUE GÉNÉRALE.



Avec

Les Appareils WESTINGHOUSE Cooper Hewitt

Adoptés par les **Arsenaux de l'Etat** et la plupart des **Grandes Usines** déjà éclairées par le même système

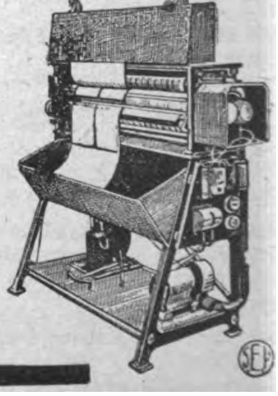
n'importe qui tire des **BLEUS IMPECCABLES**

n'importe où

n'importe quand

Avec la plus grande RAPIDITÉ la plus grande FACILITÉ ÉCONOMIQUEMENT

Demander notre Tarif 249.



The Westinghouse Cooper Hewitt Co Ltd

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewittlight-Suresnes.*

USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE **SURESNES, près PARIS 11, Rue du Pont.**

TÉLÉPHONE WAGRAM 86.10

Digitized by Google

reuse, pour supporter une surcharge donnée. L'invention est caractérisée par ce fait que l'interrupteur de circuit a ses enroulements déclancheurs en circuit avec un relais à courant de surcharge et un relais à température placés près de l'appareil à protéger de sorte que l'interrupteur de circuit est commandé seulement lorsqu'une élévation de température prédéterminée dudit appareil et du courant passant dans celui-ci se produisent simultanément. — J. D.

621.316.24. — La distribution électrique mono-triphasée ; A. Nouguier. *R. G. E.*, 15 et 22 septembre 1917, t. II, p. 403-414 et 443-448, 15 000 mots, 11 fig. — Dans cet article, l'auteur étudie les convertisseurs de phases qui permettent de transformer les courants triphasés en courant alternatif simple ou inversement. L'emploi de ces appareils, déja assez répandu aux Etats-Unis, tire aujourd'hui son intérêt du fait du développement des réseaux monophasés pour la traction et l'électrométallurgie concurremment avec celui des réseaux triphasés pour la force motrice et la traction : il importe en effet que les deux genres de courants puissent être fournis par la même usine. Plusieurs solutions ont permis de résoudre ce problème : les unes très générales, ont pour objet de permettre à l'usine de fournir ces courants par les mêmes barres omnibus et par les mêmes feeders sans que son fonctionnement soit troublé par le déséquilibrage ; les autres ont simplement pour objet la transformation à l'origine de certains feeders de l'énergie triphasée en énergie monophasée ou inversement au moyen de convertisseurs de phases. — L'auteur commence par indiquer les principes permettant cette transformation, en particulier le rôle de la réaction du rotor dans les machines d'induction. — Il expose ensuite en détail le fonctionnement d'un *convertisseur mono-triphasé* formé d'un transformateur monophasé et d'un moteur asynchrone diphasé à rotor en court-circuit, moteur alimenté par trois fils reliés aux extrémités et au milieu de l'enroulement secondaire du transformateur. Il étudie successivement les tensions développées, les intensités dans le fonctionnement en charge, la puissance et le rendement, le fonctionnement en charge déséquilibrée, la réversibilité de l'appareil. — Il passe alors à l'étude d'un convertisseur tri-monophasé basé, comme le précédent, sur l'emploi d'un moteur diphasé d'induction et d'une bobine d'inductance ; ce système est réversible, bien qu'imparfaitement. Le chapitre qui suit est consacré à l'étude d'un nouveau système de convertisseur mono-triphasé constitué par un moteur d'induction triphasé et un transformateur d'intensité. — En terminant, M. Nouguier examine les applications que peuvent recevoir ces convertisseurs. Lorsque, par exemple, l'énergie est amenée à un réseau urbain sous forme de courant monophasé à haute tension, on peut faire, pour la lumière, une distribution monophasée à deux fils, 110 v, ou à trois fils, 2 × 110 v, et, pour la force motrice, une distribution triphasée sous 110 ou 120 v composés. On peut encore placer le convertisseur chez le client de force motrice ; l'appareil est alors alimenté par les trois fils de la distribution monophasée à deux ponts. Pour plus de commodité dans l'exploitation, il est facile de s'arranger de manière que le convertisseur reparte de lui-même lorsque le courant est rétabli sur le réseau après une interruption : il suffit de le munir d'un petit moteur monophasé qui sert à lancer le rotor, ce petit moteur restant constamment branché.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.311.7. — Nouveau coffret blindé pour moteurs avec levier de manœuvre rotatif ; J. Sachs. *E. T. Z.*, 26 avril 1917, t. XXXVIII, p. 235-236, 600 mots, 6 fig.

621.313.25 : 531. — Le couple et le glissement du moteur d'induction ; M. Kloss. *Electrical World*, t. LXIX, 12 mai 1917, p. 939, 400 mots, 1 fig.

621.313.25.00.12. — Des phénomènes instantanés qui se produisent dans le moteur asynchrone et de leur rapport avec sa manœuvre. *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 381-385, 3 500 mots, 6 fig. — Analyse d'une communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 16 février 1917, par R. E. Hellmund, publiée dans *P. A. I. E. E.*, février 1917, t. XXXVI, p. 205-221, 6 000 mots, 19 fig. — On sait que le secondaire peu résistant et fermé en court-circuit sur lui-même d'un moteur d'induction joue un rôle important au moment du démarrage, parce qu'il affaiblit beaucoup le champ utile du moteur, ce qui donne lieu à un courant de démarrage intense et à des couples de démarrage faibles. Mais ce n'est pas seulement au premier instant du démarrage, à partir du repos, que cette action démagnétisante se fait sentir et c'est là un fait moins connu. L'auteur donne quelques détails sur ce point. Il examine successivement : les surintensités qui se produisent lorsque le secondaire est fermé sur lui-même, d'abord quand le champ est nul, ensuite quand le champ est maintenu ; l'effet des courants amortisseurs secondaires sur le fonctionnement du moteur ; les surtensions avec secondaire en circuit ouvert, puis avec secondaire fermé sur lui-même, les surtensions en cas de vitesse dépassant celle du synchronisme. — L'auteur conclut qu'on peut admettre ces inconvénients et les risques qui en résultent pour les petits moteurs à tension faible, mais qu'il faut étudier avec soin les moyens de les éviter pour les moteurs de grande puissance et haute tension.

621.313.23. — Moteurs synchrones ; G. Sartori. *Elettrotecnica*, 15 août 1917, t. IV, p. 418-423, 6 200 mots, 1 fig. — L'auteur discute dans cet article un cas intéressant et difficile de synchronisation qui se présente lorsqu'il s'agit de commander par un moteur synchrone une machine dont le couple résistant croît avec la vitesse : pompe centrifuge, ventilateur, etc. Supposant que pour faciliter le démarrage on se serve d'un moteur autosynchrone (moteur à cage d'écureuil), il analyse le phénomène qui se produirait si, le démarrage achevé, on donnait au moteur synchrone une légère excitation. Tandis que dans un mémoire, Fechheimer affirme que cette opération a pour résultat de faciliter la synchronisation (self starting synchronous motors) l'auteur à l'aide du diagramme Blondel-Donati, arrive à la conclusion qu'il n'y a rien à espérer de semblable. Il vaut mieux saisir l'instant favorable et fermer brusquement la pleine excitation. Le résultat d'un exemple numérique confirme la prévision que la synchronisation réussira d'une façon parfaite sans donner lieu à des oscillations dangereuses.

621.311.75.00.12. — Sur un abaque destiné à faciliter le calcul des rhéostats de démarrage ; P. Poitrimol. *R. G. E.*, 15 mai 1917, t. I, p. 683-690, 5 500 mots. — Dans cette étude, l'auteur fait la description et donne la théorie complète d'un abaque hexagonal permettant d'effectuer en quelques instants tous les calculs nécessaires à la construction d'un rhéostat de démarrage.

621.431.4. — Perfectionnements aux dispositifs d'allumage des machines à combustion interne ; Mortimer Arthur Codd (Angleterre). *Brevet français n° 482 938*, demandé le 21 septembre 1916, délivré le 16 février 1917, publié le 11 mai 1917, 2 300 mots, 3 fig. — Dans la nouvelle disposition, la bobine, le rupteur de contact de basse tension et le distributeur, c'est-à-dire le commutateur à haute tension actionné par la machine pour diriger le courant de haute tension de la bobine aux bougies, sont combinés dans un mécanisme unique, la bobine étant fixée sur un axe et tournant avec lui. La figure 1 est une coupe verticale de l'appareil ; la figure 2 représente une vue en plan de l'appareil avec le chapeau de fermeture, l'anneau de came et le levier de réglage enlevés. 1 est l'axe moteur, 2 le rupteur basse tension, porté par un collier fendu, fixé autour de l'arbre 1 avec interposition d'une matière isolante 3. Ce rupteur tourne avec l'arbre 1. La bobine tourne également avec l'arbre 1, elle est formée par le collier 6 et une aile 7, une partie tubulaire 8 et une rondelle 9 à l'autre extrémité, cette

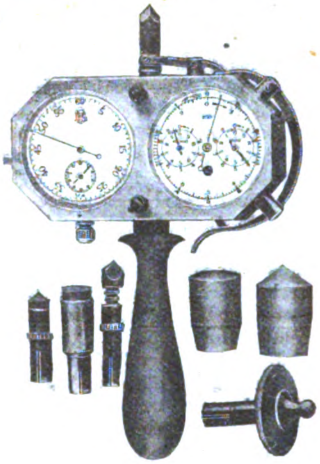
Digitized by Google

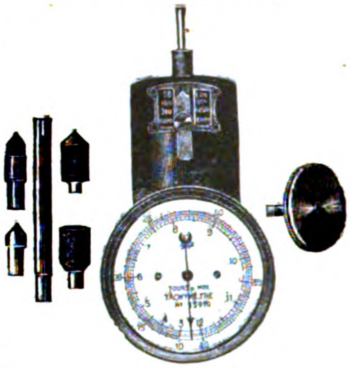
ATELIERS DE CONSTRUCTION
D'INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Otto Biland

S^T^-IMIER (Suisse)

Maison exclusivement Suisse fondée en 1906.





MONTRES
pour
LES USAGES TECHNIQUES

TACHOSCOPES
et
COMPTEURS DE TOURS

Marque [monogram] de Fabrique

APPAREILS GRAPHIQUES
POUR
LES RECHERCHES MÉDICALES
ET
PHYSIOLOGIQUES

TACHYMETRES
BILAND

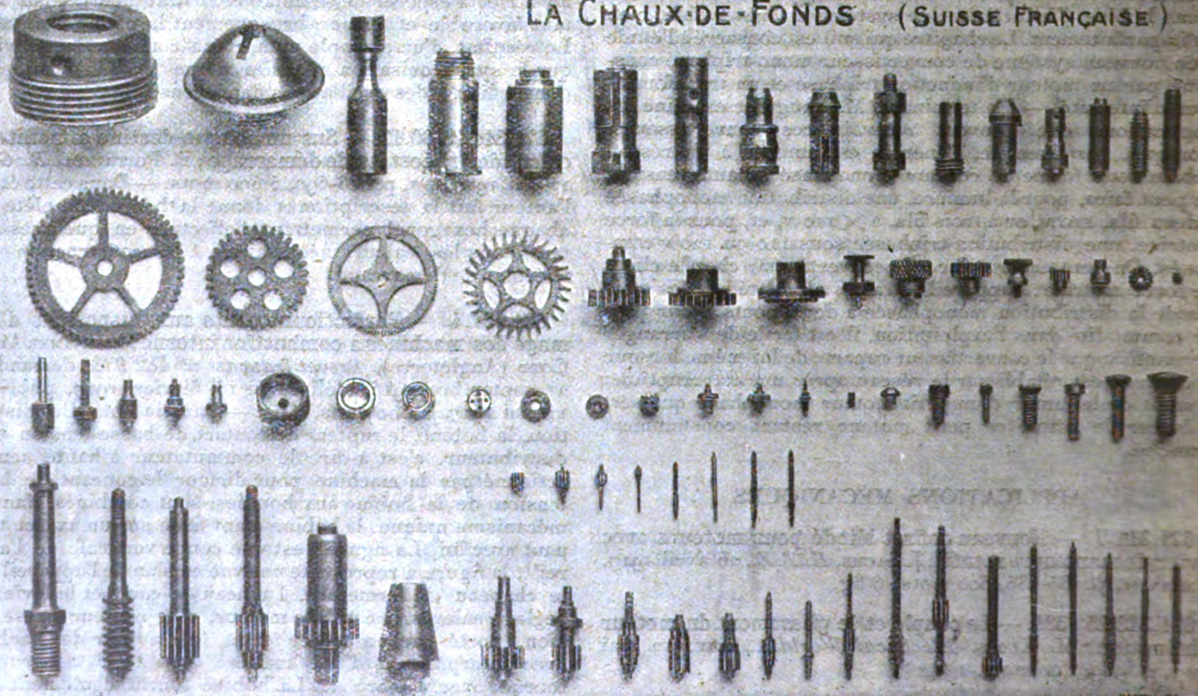
MÉDAILLE D'OR
Exposition nationale suisse
à Berne 1914.

FABRICATION DE COMPTEURS SPÉCIAUX SUR DEMANDE

MANUFACTURE ISOMETRIC · ZISSET & PERRELET

LA CHAUX-DE-FONDS (SUISSE FRANÇAISE)

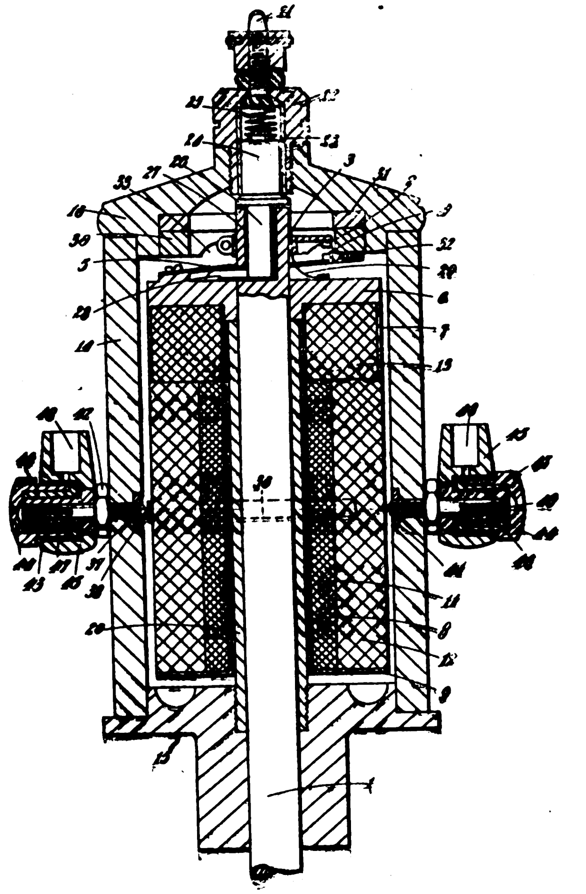
DÉCOLLETAGE & TAILLAGE EN TOUS GENRES



TÉLÉGRAMMES ISOMETRIC · TÉLÉPHONE 5.97.

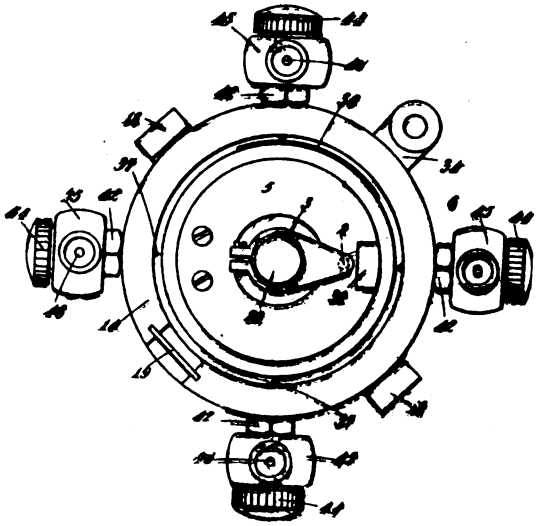
Digitized by Google

bobine est fendue d'un bout à l'autre de la partie centrale à la périphérie. pour éviter les courants parasites. Elle comprend un enroulement primaire indiqué schématiquement en 11 et un enroulement secondaire 12. A l'intérieur de l'espace compris entre le collier 6 et l'aile 7, on dispose un condensateur 13, formé par des plaques annulaires en matière conductrice alternant avec des isolants empilés autour de la partie tubulaire 8 de la carcasse de la bobine, dans l'évidement 7. Les parties tournantes de l'appareil sont contenues dans une boite tubulaire 14 en ébonite : cette boite est fermée par deux chapeaux en métal 15 et 16. Le chapeau 15 forme coussinet pour l'arbre 1. Le chapeau 16



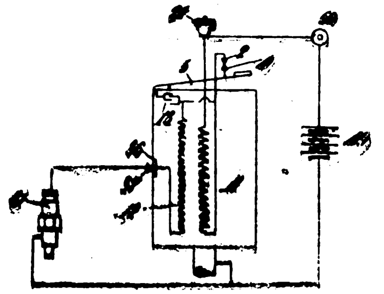
621.431.4. — Fig. 1. Coupe verticale.

est fixé par des goujons et des lames de ressorts s'attachant au chapeau 15, ce chapeau 16 est facilement démontable, il suffit d'enlever les goujons et d'écarter les lames. Dans la paroi de la boite est pratiquée une petite fenêtre vitrée 19 par laquelle on peut surveiller le fonctionnement du rupteur basse tension. Le chapeau 16 porte, en son centre, le conducteur de basse tension 21 relié à l'enroulement primaire 11. Cette borne terminale est montée dans un manchon en ébonite 22 fixé dans le chapeau 16 ; elle est pourvue d'une partie tubulaire 23 dans laquelle est placé un bouchon métallique 24, poussé vers l'arbre 1 par un ressort en spirale 25 ; un autre bouchon conducteur 26 noyé dans une matière isolante 27 et un plomb 28 complètent la connexion à l'enroulement primaire. Le rupteur est actionné au moyen d'un anneau de cames 30 en fibre. Les cames sont formées par une succession de surfaces planes et de creux contre lesquels vient en prise la protubérance 32. L'anneau 31 qui porte les cames est muni d'un prolongement radial qui traverse une rainure dans le chapeau 16 et qui constitue un levier de réglage dont le changement de position fait varier



621.431.4. — Fig. 2. Plan.

le moment d'établissement et de rupture du courant primaire. L'enroulement secondaire est relié d'une part au condensateur 13 et d'autre part à un distributeur fixé à l'extérieur de la bobine. La disposition de ce distributeur est montrée dans la figure 2. Il se compose de quatre bornes, dont chacune a une partie conductrice en pointe 34. Cette pointe recueille le courant de la pièce 35, quand elle passe



621.431.4. — Fig. 3. Schéma des connexions.

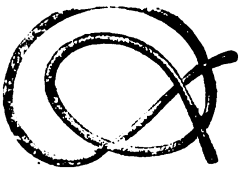
devant 37 pendant la rotation. Les quatre bornes sont constituées chacune par un conducteur 37, tenu en place dans l'enveloppe 14 par les écrous 41,42. Sur ce conducteur, les parties 44 et 45 entre lesquelles est attaché le conducteur de bougies, serrent à frottement dur. La partie 45 a un prolongement avec un passage 48 pour le conducteur de bougies. — La figure 3 montre schématiquement les connexions et les circuits électriques de l'appareil. — E. P.

Digitized by Google

ISOLANTS

L. P. S.

Grand stock permanent



TUBES ISOLANTS FLEXIBLES

ET

TUBES TRESSÉS COTON ET SOIE NON IMPRÉGNÉS

L'Isolant le plus efficace pour toutes connexions intérieures dans les Appareils Électriques. Excellent pour remplacer les tubes caoutchouc périssables. Très flexible, à l'épreuve de l'eau et de l'huile, grande résistance électrique.

ISOLANTS, VERNIS, SOIE, TOILE, PAPIER ET RUBAN (coupe droite et en biais)

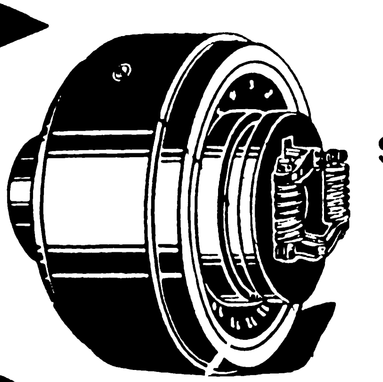
Rubans et tresses en coton et soie de toutes sortes

MICA, ÉBONITE, FIBRE, PRESSPAHN, LEATHEROID

The L. P. S. ELECTRICAL COMPANY, 14, Howick Place, Westminster, LONDRES S. W. I.

EMBRAYAGE BENN

Invention anglaise, breveté S. G. D. G.



SIMPLE
BON MARCHÉ
DURABLE
DOUX
PROGRESSIF
SANS CHOC

WYSS & Cie, SELONCOURT (DOUBS)

COMPTOIR INDUSTRIEL D'ÉTIRAGE & PROFILAGE DE MÉTAUX

107, 109, 111, 113, Avenue Philippe-Auguste, **PARIS** (xie).

Téléphone Roq. 24.71 — 73.91 *Métro* : Philippe-Auguste.

Aciers, Laitons, Cuivres et Alliages, Zinc, Aluminium, etc.

PROFILS DE HAUTE PRÉCISION

pour Armes de toutes natures, Constructions Mécaniques et Électriques.

AUTOMOBILES, AÉRONAUTIQUE, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

Instruments de Précision, Appareils pour Sciences et Mathématiques,

ACIERS COMPRIMÉS — ESSAIS A LA TRACTION

RECUIT ET ÉTIRAGE A FAÇON — RONDS, CARRÉS ET SIX PANS POUR DÉCOLLETAGE

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

MATIÈRES PREMIÈRES

669.33. — L'extraction du cuivre dans les Balkans et en Russie; PUDOR. *E. T. Z.*, n° 11, 15 mars 1917, p. 152, 900 mots. — Voir aussi *E. T. Z.*, 1916, p. 200, 240, 560, 586. — Serbie : Les mines de cuivre les plus réputées sont celles de Bor (30 km N.-O. de Zaječar (Jovanovitch estime à 1 692 000 t les réserves de minerai de ce gisement). Après grillage, le minerai contient 6 pour 100 de cuivre et le cuivre raffiné préparé est à 99,62 pour 100. La production était en 1906-1907 de 1 220 t et en 1912-1913 de 7 600 t. La concession appartient à la Compagnie Française des Mines de Bor au capital de 5 500 000 fr. Lazare Vie prévoit un grand avenir à cette exploitation. Les dividendes donnés par cette affaire étaient élevés et les actions se sont maintenues à un haut cours (encore au-dessus de 500 fr pendant la guerre). — On doit citer encore les gisements de Rebelj en Vis dans le bassin de la Jablonica. Teneur maximum 14 pour 100 et 5 pour 100. (Voir Dœlter : « Die Mineralschatze der Balkanländer und Kleinasiens » 1916, p. 54). Les mines de Rebelj appartiennent depuis 1910 à un Français A. Schweitzer. Beaucoup d'autres gisements existent encore en Serbie. La Macédoine contient également du minerai de cuivre à Verria, Guevgeli, Gradsko, Wodena... Beaucoup d'autres gisements seront encore découverts. — L'Albanie a été beaucoup moins bien étudiée au point de vue minier. Une banque allemande ayant une succursale à Nitrovitza a été fondée pour l'exploitation des richesses du sous-sol. — En Bulgarie, l'industrie minière a recommencé à prendre un peu de vigueur en 1878; l'exploitation des mines de Pernik (34 km de Sofia) a été entreprise en 1890. — Les mines russes ont produit 2 095 289 pouds de minerai de cuivre en 1913 et 1 587 155 pouds en 1915 (1 poud = 16,38 kg). La production des années 1913 à 1915 se répartit de la façon suivante : Oural, 1 055 022 p (1913), 1 025 057 p (1914), 1 043 892 p (1915); Caucase, 610 661 p (1913), 495 387 p (1914) 233 559 p (1915); Sibérie, 345 273 p (1913), 342 881 p (1914), 259 423 p (1915); Usines chimiques et d'affinage, 2 095 289 p (1913), 1 949 721 p (1914), 1 587 155 (1915). P. G.

669.711. — Nouvelle fabrique d'aluminium en Allemagne; *E. T. Z.*, n° 7, 15 février 1917, p. 100 mots. — Une fabrique d'aluminium est en projet en Haute-Bavière, avec participation de l'État. Ce sera la plus puissante d'Allemagne. Une puissance de 60 000 ch sera obtenue au moyen d'un barrage de l'Inn. Les travaux, qui ne seront entrepris qu'après la cessation des hostilités, sont évalués à 30 millions de marks. P. G.

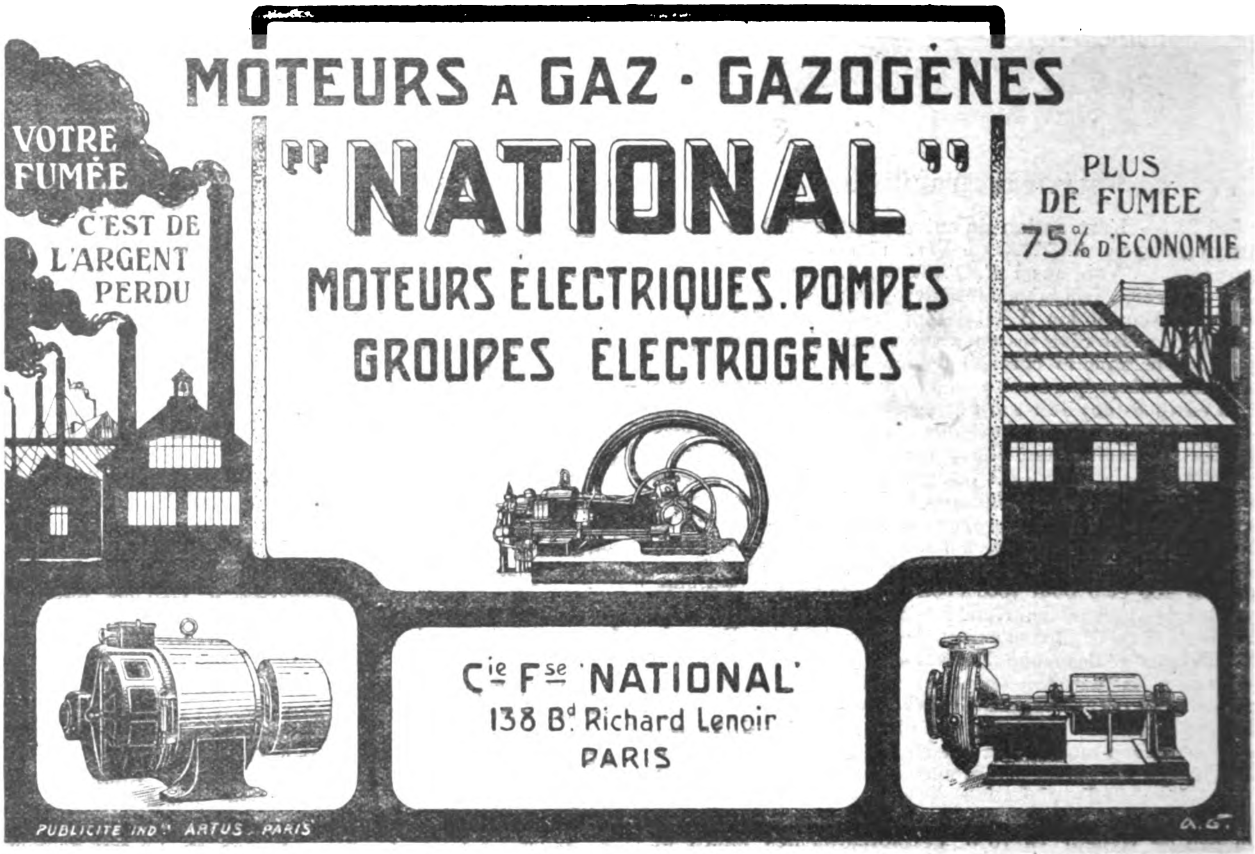
COMBUSTIBLES

662.65 : 542.48. — La distillation de la houille à basse température. *Génie civil*, 7 juillet 1917, t. LXXI, p. 10, 1 600 mots, 2 fig. — La distillation de la houille, telle qu'elle est pratiquée actuellement, se fait dans de mauvaises conditions techniques; 12 pour 100 environ de la chaleur produite par la combustion sont utilisés pour la distillation. On a donc cherché à modifier ces procédés de distillation actuels; Berthelot et Pichet ont étudié la distillation dans le vide, mais celle-ci n'a pas encore reçu d'application pratique; Pichet avait obtenu, en distillant la houille, sous une pression de 20 mm de Hg et à une température maximum de 450° C, un goudron ne contenant ni naphtaline, ni anthracène, mais contenant plus de phénols que le pétrole brut et ne polarisant pas la lumière. La Société allemande Kaiser Wilhelm a créé, à Mulheim sur la Ruhr, un institut spécial pour l'étude du charbon. Cet institut, recherchant le moyen d'obtenir les huiles minérales qui font défaut à l'Allemagne a étudié particulièrement la distillation de la houille à basse température. L'auteur rappelle les résultats qui avaient déjà été obtenus autrefois et analyse une conférence faite le 4 mars 1917 à l'Assemblée générale des maitres de Forges allemands par le professeur Franz Fischer, directeur de l'Institut pour l'étude du charbon et reproduite dans le « Stahl und Eisen » des 12 et 19 avril 1917. — L'auteur décrit l'appareil employé par l'institut allemand; il se compose d'un cylindre en fer tournant à la vitesse de 3,5 t : min autour de son axe et chauffé par une rampe à gaz, les produits de distillation sont entraînés par un courant de vapeur d'eau introduite par l'arbre creux. Un thermomètre électrique sert à rendre compte de la température pendant l'opération. Nous ne donnerons pas les détails des résultats obtenus, renvoyant pour cela à l'original ou au « Génie civil », nous dirons seulement que la distillation de la houille à basse température, convenablement conduite, peut donner tous les produits de l'industrie du pétrole : paraffines, lubrifiants, essences, huiles. Le seul inconvénient est la qualité du coke obtenu qui laisse à désirer, mais qu'on peut améliorer en mélangeant le charbon finement pulvérisé à de la poussière de coke et en comprimant le bloc de houille pendant la distillation. — H. C.

662.65 : 338.97. — La crise du charbon dans l'industrie : SHANK. *Electrical World* t. LXIX, n° 19, 12 mai 1917, p. 920-922, 1 400 mots, 2 fig. — L'Electric Service Co de Centerville (U. S. A.) pour remédier à l'augmentation croissante du prix du charbon a installé un moteur à huile à deux temps Mietz accouplé directement à une génératrice 125 kv-A. La chaleur des gaz d'échappement récupérée sert au chauffage d'une chaudière de 125 ch. Le prix du combustible est ainsi passé de 20 $ par jour avec le charbon à 8,40 $ avec l'huile. — P. G.

622.19 — 33. — Le charbon en Silésie et en Saxe. *Engineering*, t. CIII, 18 mai 1917, p. 483, 2 000 mots. — Cet article est une suite à un autre paru le 9 mars dernier en traitant des bassins miniers de l'ouest de l'Allemagne. Le bassin de la Silésie s'étend entre l'Oder et la Vistule et comprend une surface de 2 800 km²; il s'étend aussi en Russie et en Autriche ; en ce qui concerne le nombre et l'épaisseur des couches exploitables, aucun bassin minier ne peut surpasser celui de la Silésie; dans la partie ouest, on a compté 124 couches formant une épaisseur totale de 172 m de charbon et dans la partie est, 30 couches formant une épaisseur totale de 62 m; sur une profondeur de 1 000 m, il est possible d'extraire 86 milliards de tonnes et, pour une profondeur de 2 000 m, 165 millards de tonnes; si la consommation annuelle se maintenait constante à sa valeur actuelle en Silésie, le bassin pourrait subvenir à la demande pendant 2 000 ans en exploitant à 1 000 m seulement. Une faible portion de ce charbon est utilisable pour la métallurgie, car le bassin fournit peu de charbon à coke. Un autre bassin est situé entre l'Allemagne et la Bohême pouvant fournir, sur une profondeur de 1 000 m, environ 1 milliard 200 millions de tonnes; sa distillation fournit un coke d'assez bonne qualité. Un petit bassin houiller s'étend entre Shaffberg et Osnabrück, en Prusse, lequel fournit un charbon de bonne qualité pour la transformation en coke, il peut produire environ 250 millions de tonnes, soit à peu près la consommation actuelle de ce district pendant 250 années. En Saxe, les bassins houillers sont situés dans trois régions différentes, de Zwickau, Lugau-Olonitz et Dohlen. Quelques sortes de charbon de ces houillères sont convenables pour la fabrication de coke, d'autres sont particulièrement avantageuses pour la production de gaz. La capacité du bassin est évaluée à 225 millions de tonnes, il serait épuisé en 40 ans au taux actuel d'extraction. La capacité totale des bassins houilliers de l'Allemagne atteint 151 milliards de tonnes par 1 000 m et 410 milliards de tonnes par 2 000 m.

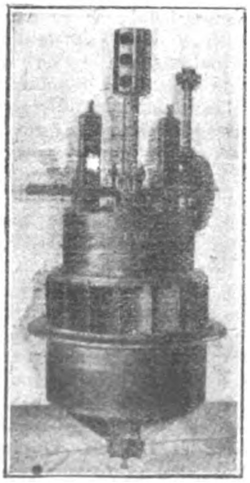
Digitized by Google



LABÉGUERIE Frères

CONSTRUCTEURS - MÉCANICIENS

DAX (Landes).



SPÉCIALITÉ

DE

Turbines hydrauliques.

Mécanique Générale.

CH.-M. STEIN & Cie

Ingénieurs-Constructeurs A. et M. et Civils des Mines

3, rue d'Edimbourg, Paris — 47, Victoria Street, Londres (Ang.)

16-3, Via Milano, Gênes (*Italie*)

Tél. Wagram 99-31 — *Ad. Télégraph.* Fourstein, PARIS

FOURS CHAUFFÉS AU GAZ

GAZOGÈNES

Fours à Huiles lourdes "Ferguson"

FOURS MARTIN SIEMENS.

fixes et oscillants, mélangeurs

Concessionnaires exclusifs des Procédés Ansaldo pour la cémentation

CATALOGUES SUR DEMANDE

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.311. — Sur un aspect de la loi d'Ohm ; E. Brylinski. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 803. 450 mots. — Cette note s'inspire de considérations développées par Vaschy, il y a bien des années ; son intérêt réside dans la simplicité d'exposition qui résulte de l'examen d'un cas particulier.

537.31. — La composition chimique et la conductibilité électrique ; Colin B. Fink. *G. E. R.*, mai 1917, t. xx, p. 363-365, 1 900 mots. — Comptes rendus de mesures sur la conductibilité des mélanges solides. Les mélanges étudiés comprenaient du tungstène (en poudre noire), et de l'oxyde de thorium (en poudre blanche). Les conclusions que cette étude permet de fournir en vue d'une étude de l'influence de la composition chimique sur la conductibilité sont les suivantes : la conductibilité dépend de la forme des particules composantes et de leur orientation, ainsi que de la présence ou de l'absence de pellicules de matières secondaires (oxydes, etc.) entourant les particules. — Par exemple, deux échantillons de cuivre, de composition identique chimiquement, avaient des résistances différentes, l'un étant homogène et l'autre comprenant des grains de métal pur entourés d'une gaine de sulfure. — J. G.

539.11. — La structure de l'atome, deuxième partie ; Paul Dushman. *G. E. R.*, mai 1917, t. xx, p. 397-411, 9 400 mots, 8 fig., 1 bibliographie. — Dans cette continuation d'une intéressante étude d'ensemble, l'auteur expose brièvement les théories de la structure de l'atome dues à Bohr, J.-J. Thomson, Nicholson, Lewis, etc., et les examine en ce qui concerne leur accord avec les faits observés. — J. G.

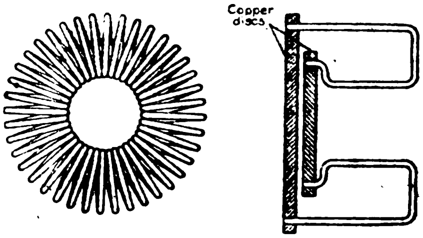
63.213.7. — Paragrêle Marcillac du Chenavari (Ardèche). *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 819-820, 1 800 mots, 1 fig. — Cet article donne la description d'une installation faite au sommet du Chenavari, sous la direction de M. Marcillac, en vue de protéger la région avoisinante contre la grêle et les coups de foudre ; il signale ensuite quelques observations montrant le rôle efficace de cette installation.

535.1. — L'éclat apparent ; ses conditions et ses propriétés. *R. G. E.*, 26 mai 1917, p. 806-809, 1 900 mots, 3 fig. Analyse d'un article de Leonard Thompson Troland publié dans *T. I. E. S.*, décembre 1916, t. XI, p. 947-966, 1 000 mots, 5 fig., 1 tab. — Ce mémoire a pour objet la discussion de quelques-unes des conditions et des propriétés de l'un des aspects de la conscience visuelle : l'éclat apparent ou luminosité des images rétiniennes.

MESURES ET ESSAIS

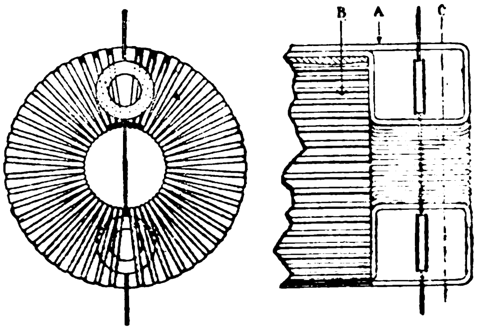
537.741. — Étude des galvanomètres à cadre mobile au point de vue de leur emploi dans les mesures des courants alternatifs ; Ernest Weibel. *Scientific Papers of the Bureau of Standards*, n° 297, 1917, t. XIV, p. 23-58, 2 700 mots, 9 fig. ; *Journal of Washington Acad. of Sciences*, 19 janvier 1917, p. 36, 400 mots ; *Journal of Franklin Institute*, janvier 1917, t. CLXXXIV, p. 95-96, 700 mots ; *R. G. E.*, 20 octobre 1917, t. II, p. 610-614, 1 fig.

537.744. — Wattmètre à dynamomètre étalon concentrique et étalons non inductifs de faible résistance ; A.-E. Moore. *Electrical Review*, 8 juin 1917, t. LXXX, p. 637-639, 1 600 mots, 8 fig. — On sait actuellement que la plupart des wattmètres à dynamomètre étalon du type rectiligne, construits pour des courants supérieurs à 100 A, ne donnent des résultats satisfaisants que sur des circuits dont



537.744. — Fig. 1 et 2. Bobine et réunion des extrémités de chaque spire à deux disques de cuivre.

le facteur de puissance est voisin de l'unité ; les défauts tiennent aux courants de Foucault et à l'effet Kelvin. Il n'est pas difficile d'éliminer les courants de Foucault : il suffit d'éviter l'emploi des supports métalliques et de bobiner les bobines principales avec des conducteurs lamellaires, chaque ruban étant isolé ; mais si l'on veut que la répartition du courant dans les conducteurs demeure constante, malgré les changements de fréquence du courant, il est



537.744. — Fig. 3. Disposition des bobines de tension à l'intérieur de la bobine de courant.

nécessaire que chaque ruban du conducteur ait la même constante de temps $\left(\frac{L}{R}\right)$. Dans la forme ordinaire du wattmètre à dynamomètre, le conducteur pour le courant principal a la forme d'une bobine d'un ou plusieurs tours, et il est difficile d'obtenir des conducteurs à rubans satisfaisants lorsque l'intensité dépasse 1 000 A. — L'auteur décrit une

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E. Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E.*, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E. Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.
Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

CONDENSEURS & ÉJECTAIR BREGUET

(BREVETS DELAPORTE)

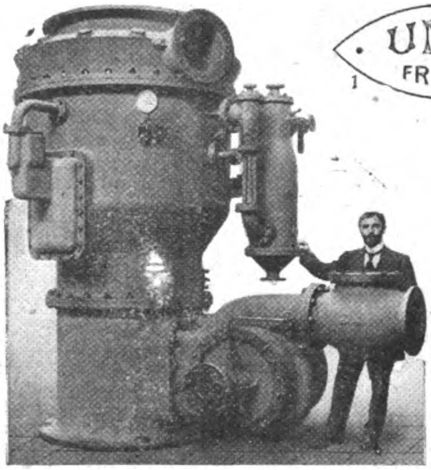
CONDENSEURS PAR MÉLANGE ET PAR SURFACE

UNIS FRANCE

STATIONS CENTRALES

APPLICATIONS GÉNÉRALES DU **VIDE**

Notices et Références sur demande.



CONDENSEUR PAR MÉLANGE : 26.000 KIL. VAPEUR PAR HEURE

MAISON BREGUET

Société anonyme : capital 4.000.000 de fr.

SIÈGE SOCIAL : 19, rue Didot, PARIS (14e)

SERVICE COMMERCIAL : 34, rue de Châteaudun, PARIS (9e)

UNIS FRANCE

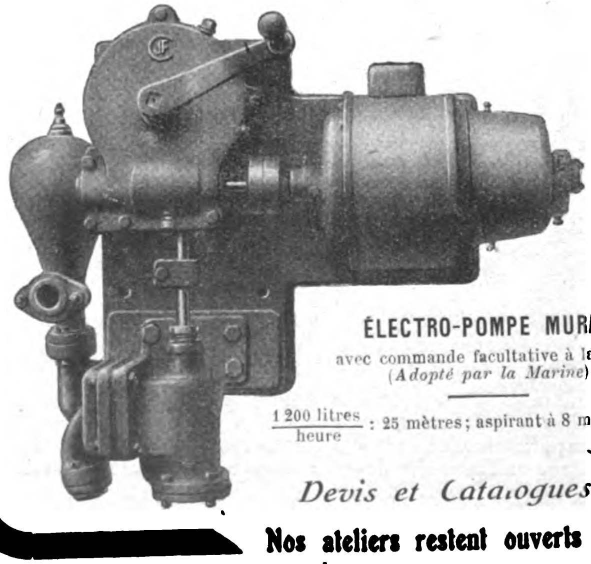
JAPY Frères & Cie

Service CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

BEAUCOURT

(Haut-Rhin Français).

Succursale à **PARIS** (xe) { 7. rue du Château-d'Eau / 3, boulevard Magenta



ÉLECTRO-POMPE MURAL
avec commande facultative à la main
(*Adopté par la Marine*)

$\frac{\text{1 200 litres}}{\text{heure}}$: 25 mètres; aspirant à 8 mètres.

MOTEURS

DYNAMOS

APPLICATIONS

APPAREILLAGE

Devis et Catalogues sur demande. ◈ **Nouvelles Séries**

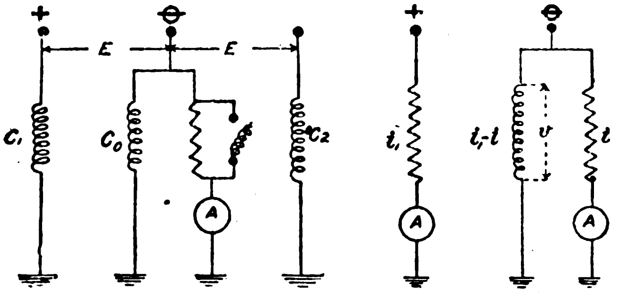
Nos ateliers restent ouverts pendant la durée des hostilités.

Digitized by Google

forme de wattmètre dans laquelle les conditions théoriques sont réalisées pour des courants supérieurs à 1 000 A. Il fait usage du champ magnétique concentrique qui prend naissance entre deux conducteurs concentriques parcourus par des courants de sens inverses. — Si on enroule un fil d'une manière uniforme sur la surface d'un anneau (fig. 1), le champ magnétique produit lorsqu'un courant parcourt le fil est symétrique autour de l'axe principal de l'anneau, en sorte que chaque tour de fil renferme le même flux magnétique et, sans doute, a la même résistance ohmique et par suite la même constante de temps. Si l'on interrompt tous les tours et que les extrémités soient reliées à des plaques terminales en cuivre (fig. 2), les spires seront mises en parallèle au lieu d'être en série et la constante de temps de chaque spire demeurera encore la même pour toutes les spires, chacune d'elles ayant la même résistance et embrassant le même flux. Si donc l'on maintient un courant alternatif dans la bobine ainsi constituée, le courant aura une distribution uniforme qui ne sera pas affectée par le changement de fréquence. Il est absolument nécessaire que l'enroulement soit parfaitement symétrique. — La figure 3 montre comment on peut disposer les bobines de tension à l'intérieur de la bobine de courant. On utilise deux bobines afin de rendre le système astatique pour des champs magnétiques uniformes. Les axes magnétiques des bobines de tension sont perpendiculaires à la direction du flux produit par la bobine principale d'où résulte un moment de torsion autour d'un axe principal. — A. B.

538.22. — La détermination du degré d'uniformité des barreaux servant d'étalons magnétiques ; Raymond C. Sanford. *Scientific Papers of Bureau of the Standards*, n° 295, 1916, p. 1-14, 2 500 mots, 12 fig. Résumé dans *J. of Washington Acad. of Sciences*, janvier 1917, t. VII, p. 14 et *R. G. E.*, 20 octobre 1917, t. II, p. 609-610, 2 fig.

621.317.2. — Quelques notes sur la mesure de la résistance d'isolement dans un réseau triphasé en activité ; G.-W. Stubbings. *Electrical Review*, 8 juin 1917, t. LXXX, p. 620-622, 3 000 mots, 2 fig. — Dans la plupart des stations centrales d'importance secondaire, on n'effectue pas les essais à cause des difficultés qu'on suppose à leur réalisation. On se contente généralement de suivre les indications de l'ampèremètre enregistreur disposé sur la prise de terre, et pourvu que l'instrument indique un courant très faible, on suppose que tout est bien dans le réseau. — En



621.317.2. — Fig. 1 et 2. Dispositifs de montage.

réalité, la mesure de la résistance est aisée et des essais périodiques constituent le meilleur guide sur l'état des conducteurs. — Après avoir rappelé les méthodes d'Alexander Russel et de Raphaël, l'auteur en propose une très simple qu'on peut employer en court-circuitant une résistance modérée par un fusible ou un interrupteur. On note le courant qui passe dans la prise de terre : 1° la résistance étant court-circuitée; 2° l'interrupteur ou le fusible étant enlevés. En désignant ces courants respectivement par i_1 et i et appelant v le potentiel du point neutre lorsque l'interrupteur est ouvert, on établit que la résistance du réseau est $R = \frac{v}{i_1 - i}$. Le dispositif est indiqué sur la figure 1. — La résistance totale d'isolement du réseau obtenue par ces essais n'a qu'une valeur limitée par suite du fait que les résistances d'isolement des trois fils sont inconnues. La recherche des valeurs séparées des résistances est un problème beaucoup plus complexe que celle de la résistance totale. Il est évidemment impossible de le résoudre par l'emploi de défauts artificiels et il faut chercher d'autres méthodes. Des trois résistances d'isolement, la plus utile à connaître est certainement celle du fil neutre, car une diminution sérieuse de la résistance d'isolement de l'un ou l'autre des ponts extérieurs est habituellement indiquée par l'ampèremètre enregistreur de la prise de terre, des défauts simultanés des deux ponts extérieurs ne se présentant que rarement. On peut imaginer une méthode approchée pour le calcul de la résistance d'isolement du neutre dans l'hypothèse que les résistances des fils extérieurs sont suffisamment élevées pour que les fuites positive et négative soient négligeables. En obligeant le potentiel du neutre à passer par une fuite artificielle de la terre sur un fil extérieur, il est possible, en mesurant le courant dans la fuite et le courant de retour à travers la résistance de terre, d'obtenir le courant qui revient à travers les défauts du neutre. Le schéma du dispositif est indiqué sur la figure 2. — Si l'on désigne par i_1 le courant dans la fuite, par i celui de la résistance, par v le potentiel du fil neutre, $i_1 - i$ représente le courant dans les fuites du neutre. La résistance d'isolement du neutre est donc $r_0 = \frac{v}{i_1 - i}$. Comme on l'a déjà indiqué, ce résultat n'est vrai que si les résistances d'isolement des ponts extérieurs sont très élevées par rapport à celle du neutre. Si donc la méthode donne une valeur satisfaisante de l'isolement neutre, la résistance réelle d'isolement sera légèrement supérieure. — Afin d'obtenir les valeurs précises des résistances séparées d'isolement des trois fils, il est nécessaire d'introduire une nouvelle altération aux conditions existantes comme l'ont suggéré Gisbert Kapp et Dennis Coales (1909), ce qui peut se faire en altérant légèrement la tension sur chaque branche du système. — A. B.

621.317.2. — Ponts de Wheatstone et appareils accessoires pour la mesure des températures par la résistance électrique ; E.-F. Mueller. *Electrician*, 13 avril 1917, t. LXXIX, p. 64, 2 300 mots, 3 fig. *Bureau of Standards*, 6 mars 1917 ; t. XIV, n° 4, p. 547-561, 4 000 mots, 10 fig.

621.317.2. — Méthode pour la mesure de l'inductance des échantillons de basse résistance. *Elettricista*, 1er mars 1917, t. XXVI, p. 34-36, 1900 mots, 4 fig.

621.317.3. — Le potentiomètre à haute tension ; Harris J. Ryan. *Electrician*, 26 janvier 1917, t. LXXVIII, p. 525, 1 500 mots.

621.317.3 + 627.833. — Voltmètre indicateur de la position d'une vanne de barrage : William J. Hazard. *Electrical World*, 6 janvier 1917, t. LXIX, p. 35, 600 mots, 1 fig. — La barre de bois A porte un contact à la terre ; elle se meut avec la vanne ou proportionnellement, un autotransformateur C est connecté à la ligne d'alimentation du moteur ; on y pratique autant de branchements qu'on le désire ; ces branchements aboutissent à des contacts fixes, comme la figure l'indique. Un pôle du voltmètre est connecté à la ligne, l'autre est mis à la terre. Quand la barre A est au point le plus bas de sa course, elle met à la terre un point de l'autotransformateur et provoque une déviation minimum du voltmètre. Quand elle s'élève, elle fait contact avec des dérivations d'une tension de plus en plus élevée. — Comme 15 ou 25 pour 100 de l'échelle d'un voltmètre à courant alternatif ne sont pas justes, on s'arrange pour que la tension correspondant à la vanne fermée, soit assez élevée pour être lue avec précision. Quand l'échelle du voltmètre correspond à la tension de la

Digitized by Google

A. W. PIDWELL

PARIS — 23, Boulevard Malesherbes — PARIS (8e)

Téléphone : *LOUVRE 03-31*

TOLES — FERS — FONTES

Feuillards laminés à froid et à chaud
Fil Machine — Billettes — Pointes — Tubes
Fils de fer et d'acier recuits, clairs, galvanisés, étamés

PLOMB — ZINC — CUIVRE

Matériel de Chemin de fer

Locomotives, Wagons, Ponts, Grues
Rails et Accessoires — Outillage pour Usines

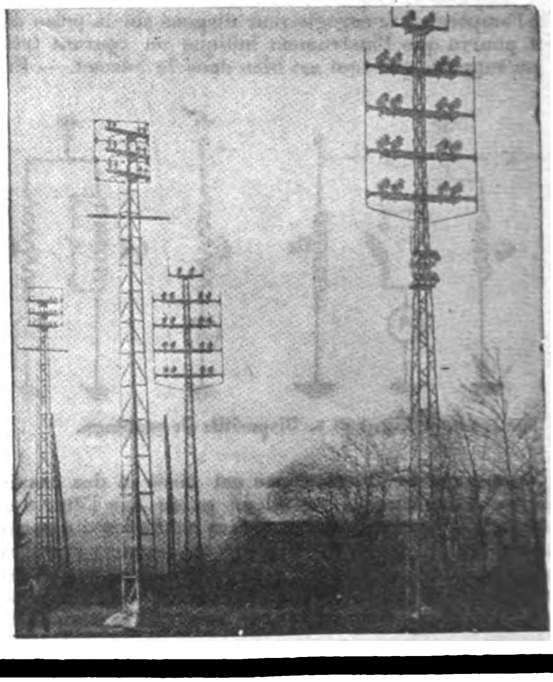
Agences à LONDRES, NEW-YORK, CLEVELAND

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES

Armand D. RIVIÈRE et Cie

Société en Commandite par Actions au Capital de 2.000.000 de francs

11 et 13, rue de Belzunce, PARIS (Xe)



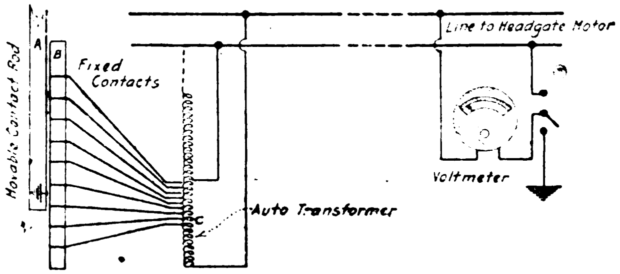
Entreprises Générales d'Électricité

TRANSPORT DE FORCE A HAUTE TENSION
STATIONS CENTRALES
RÉSEAUX COMPLETS DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE
TRACTION ÉLECTRIQUE
CATENAIRE SYSTÈME Bté S.G.D.G.

Téléphone : Nord 48.48, Nord 53.61
Télégramme : Carpenrive, Paris

Digitized by Google

ligne, on peut le connecter comme l'indique la figure. Si on a un voltmètre pour 125 ou 150 v et que la ligne est à 220 ou 440 v, il suffit d'enrouler l'autotransformateur pour la tension de la ligne, et d'en prendre ce qu'il faut pour le voltmètre. D'après le schéma, les indications sont intermittentes. Naturellement le contact de la barre A ne doit pas toucher deux contacts fixes à la fois, cela court-circuiterait l'enroulement du transformateur. Pour obtenir une indication continue, on peut placer deux contacts rapprochés l'un de l'autre sur la barre A et les réunir par une résistance. Ces contacts seront prévus de façon qu'ils ne ferment pas

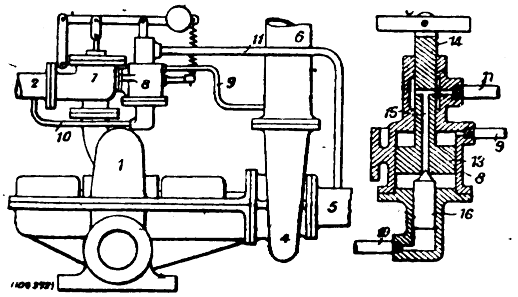


621.317.3. — Montage permettant de déduire la position d'une vanne de barrage d'après les indications d'un voltmètre (Line to Headgate Motor, ligne du moteur de la vanne).

le circuit entre les deux contacts stationnaires, mais de façon que l'un ou les deux fassent contact avec un plot stationnaire à tout instant. La résistance les reliant doit être assez élevée pour empêcher un fort courant à travers une section quelconque de l'enroulement du transformateur et être cependant assez faible pour ne pas influencer les lectures sur le voltmètre. Si on met à la terre le milieu de la résistance au lieu d'une de ses extrémités, on doublera le nombre de lectures à faire sur le voltmètre. — Des modifications de ce dispositif se suggéreront d'elles-mêmes suivant les conditions locales. — P. V.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.187.13. — Pompe d'alimentation à régulateur; British Thomson-Houston Cy. *Brevet anglais n° 104 372*, 28 fé-



621.187.13. — Régulateur de pompe d'alimentation.

vrier 1916. Bibliographié dans *Engineering*, 20 juillet 1917, t. CIV, p. 79-80. — Cette invention consiste en un régulateur de pompe d'alimentation comprenant un cylindre pourvu d'un piston à tige au travers duquel est pratiqué un passage, et un système mobile à plongeur actionné par la vapeur et agissant comme une valve pour obturer ce passage. Sur la figure, 1 est une turbine à vapeur actionnant une pompe centrifuge 4; l'admission de la vapeur dans la turbine est commandée par une valve 7 mise en mouvement par le moteur 8; la pompe est en communication avec la canalisation d'eau 6 par le tube 9 et avec la canalisation de vapeur 2 par le tuyau 10. L'eau d'échappement du moteur auxiliaire est conduite par 11 à l'aspiration 4 de la pompe; ce moteur consiste en un cylindre contenant un piston 13 ayant une tige 14 actionnant la valve 7. Au-dessus de la tige est un passage 15 en communication avec la canalisation d'échappement d'eau 11, l'extrémité de ce passage peut être fermée par le plongeur 16; l'eau sous pression est introduite par 9 dans l'espace au-dessous de 13; l'espace au-dessous de 16 est en communication avec la vapeur par 10. Pour obtenir l'équilibre, la pression au-dessus de 13 doit être un peu plus grande que celle qui règne au-dessous; la pression au-dessous de 13 doit être approximativement la même que la pression de la vapeur pour maintenir 16 en équilibre. Puisqu'il y a une perte constante par le piston 13, on voit que la valve sur le plongeur 16 doit être à une petite distance de son siège si l'équilibre doit être maintenu. Si nous supposons que la pression de refoulement augmente, le piston 13 ferme le passage 15, le plongeur 16 est déplacé vers le bas, pour ouvrir le passage 15 et rétablir l'équilibre. Le mouvement de 13 vers le bas a pour effet de fermer en partie l'admission de vapeur et par suite de diminuer la vitesse de la turbine ainsi que la pression de refoulement. L'action du régulateur est identique si le déplacement a lieu en sens inverse, le plongeur 16 remonte ainsi que la vitesse et la pression. — E. B.

621.1 + 621.311. — Modernisation d'une installation à vapeur datant de quinze ans; John Hunter. *Electrical World*, 4 août 1917, t. LXX, p. 206-207, 2 200 mots, 3 fig.

621.245. — Régulateur pour turbine hydraulique. *R. G. E.*, 19 mai 1917, t. I, p. 771, 400 mots, 2 fig. Extrait d'un article de R. Neeser, intitulé « les machines hydrauliques à l'Exposition nationale suisse de Berne en 1914 et publié dans le *Bull. tech. de la Suisse romande*, 13 janvier 1917, t. XLIII, p. 1. — Le régulateur décrit était exposé par les Ateliers de Constructions mécaniques de Vevey; il était destiné à une roue Pelton de 2 600 ch fonctionnant sous une hauteur de chute de 880 m.

621.12 00.414. — Détermination expérimentale du rendement (machines et chaudières marines). *R. G. E.*, 18 août 1917, t. II, p. 254, 900 mots. Analyse d'un article de Tournier publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 23 juillet 1917, t. CLXV, p. 144-147, 1 200 mots.

621.312.00.14. — Sur l'essai diélectrique des machines; A. Hansson. *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 845-848, 2000 mots, 2 fig., 3 tab. — L'auteur discute les conditions d'essai diélectrique au point de vue valeur de la tension et durée d'application. Il démontre que la durée d'essai de 30 minutes, prescrite par les règles de l'Union des Syndicats de l'Electricité, mais pratiquement inappliquée, est préjudiciable à la bonne conservation de l'isolant. En conclusion, l'adoption des règles anglo-américaines est recommandée.

621.316.26. — Le poste de transformation de l'usine A. Citroën; A.-S. Milhoud. *R. G. E.*, 25 août 1917, t. II, p. 305-311, 2 250 mots, 7 fig. dont 6 photog. — L'auteur décrit le poste de transformation qui a été installé dans cette usine de fabrication de munitions de guerre. Primitivement prévue pour une puissance de 3 000 kv-A, il a fallu bientôt porter cette puissance à 9 000 kv-A. Cette puissance lui est fournie sous forme de courants triphasés 12 300 v, 41,66 p : sec. par la Compagnie parisienne de Distribution d'Électricité au moyen de trois câbles d'arrivée; après mesure de l'énergie dans les compteurs, cette puissance est répartie au moyen de cinq départs dont un de 2 000, un autre de 1 500, cinq de 1 000 et un de 500 kv-A. Onze groupes de transformateurs diphasés de 500 kv-A ramènent la tension à 220 v pour l'utilisation. Le matériel a été fourni par la Compagnie française Thomson-Houston.

621.312.17.031.2.00.12. — La théorie des enroulements d'armature; S.-P. Smith. *J. I. E. E.* décembre 1916, t. LV, p. 18-36, 13 500 mots, 11 fig. 3 tab; *Electrician*, 18 mai 1917,

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

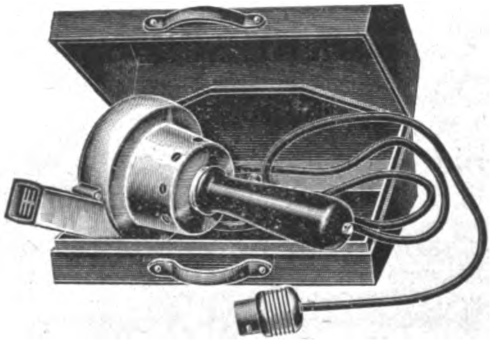
A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Dynamos, Phares, etc. --- Installations électriques sur voitures et canots automobiles.



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE

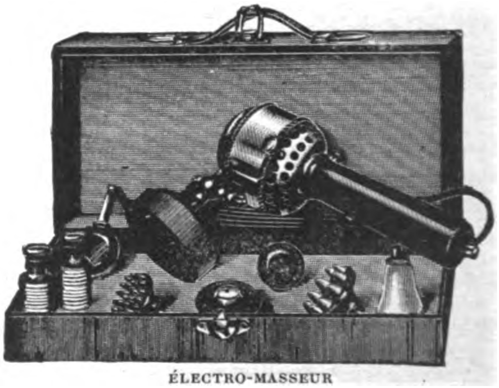
SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS (9e)

Téléph. Gutenberg 47-80. *Télég.* Cespir-Paris.



ÉLECTRO-MASSEUR

t. LXXIX, p. 258-260, 3 600 mots, 1 fig., 1 tab., 25 mai 1917, t. LXXIX, p. 300-301, 4 000 mots, 2 fig.; 1er juin 1917, t. LXXIX, p. 340, 4 000 mots.

621.314. — Régulation de la tension des convertisseurs rotatifs; G.-A. JUHLIN. *J. I. E. E.* avril 1917, t. LV, p. 241-262, 8 400 mots, 10 fig; mai p. 402-408, 4 500 mots, *Electrician*, mars 1917, t. LXXVIII, 16 mars 1917, t. LXXVIII, p. 712-715, 5000 mots, *Electrical Review*, 16 mars 1917, t. LXXX, p. 304-307, 2 400 mots, 6 fig. 23 mars 1917, p. 333-334, 2 800 mots, 4 fig., 20 avril 1917, t. LXXX, p. 108, 2 200 mots.

621.314.3.031.4. — La marche en parallèle des transformateurs de distribution. *Electrical World*, 25 août 1917, t. LXX, p. 345, 1 200 mots, 2 fig. 1 tab. — Description d'un dispositif peu coûteux destiné à éliminer les troubles habituels observés du côté basse tension des réseaux de distribution pendant une marche en parallèle.

621.314.5. — Soupape électrique à vapeur de mercure: BAUART, BROWN, BOVERI Co. *Schweizerische Bauzeitung*, 13 janvier 1917, t. LXIX, p. 18-20, 2 fig., 20 janvier 1917, t. LXIX, p. 25-27, 1 600 mots, 2 fig.

621.314.5 : 549.61. — Effet redresseur du silicium; Franz FISCHER et Ernst BAERWIND. *Physikalische Zeitschrift*, t. IXVL, p. 373. Signalé dans *E. T. Z.* 19 avril 1917, t. XXXXVIII, p. 224.

621.313.1 + 621.312.2. — Sur les courbes caractéristiques et les conditions de stabilité des régimes; J. BÉTHENOD. *R. G. E.* 30 juin 1917, t. I, p. 1003-1006, 3300 mots, 2 fig. — Dans cet article l'auteur analyse en détail la stabilité de vitesse du système mécanique tournant, formé par un moteur shunt à courant continu accouplé à un alternateur débitant sur un circuit à capacité. Cette étude le conduit à une définition générale de la stabilité des systèmes mécaniques ou électriques. Cette étude fait suite à celle qui a été publiée dans *La Lumière électrique* du 14 octobre 1916, t. XXXV.

537.223. — Perfectionnements aux générateurs d'électricité statique; William H. CHAPMAN. *Brevet n° 1 202 672. Electrical World*, 21 juillet 1917, t. LXX, 200 mots. — L'invention consiste à placer une masse isolante solide en contact avec un liquide conducteur, tel que du mercure, qui n'adhère pas à sa surface, et à recueillir la charge accumulée à la surface de l'isolant. Le disque tournant de la machine est partiellement immergé dans le mercure. L'auteur a trouvé qu'un plateau de verre de 20 cm de diamètre, faisant 80 t : min et plongeant à une profondeur de 4 cm, sans plateaux d'induction, peut donner 9 000 v aux peignes. L'introduction de plateaux d'induction à proximité du plateau tournant aux points où il quitte le mercure, élève le potentiel à 13 000 v et plus aux peignes, et donne des étincelles de 1,9 cm de longueur. Le résultat est encore meilleur si on recouvre les plateaux d'induction d'une mince feuille de caoutchouc ou de verre. — Afin d'augmenter la quantité d'électricité produite, on peut monter un certain nombre de plateaux de verre sur un même arbre, séparés convenablement, et plongeant tous dans le même récipient à mercure. P. V.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

621.315.14 : 666.981. — Poteaux de transmission renforcés. *Electrical Review*, 8 juin 1917, t. LXXX, p. 639, 600 mots, 2 fig. Extrait de *Indian Industries and Power*, 1917. — On a essayé des renforcements de composition et de pourcentage variables. Les meilleurs résultats pour le lest ont été obtenus avec du calcaire broyé et passé au travers d'un tamis de 1,25 cm. Le renforcement est constitué par des tiges carrées de 1,25 cm fixées latéralement à des intervalles de 1,25 cm avec des tiges de 0,65 cm de diamètre, soudées entre elles de manière à être continues. — Suivent quelques détails sur la constitution des poteaux et leur fixation. — A. B.

691.15. — L'imprégnation des poteaux; Fr. MOLL. *E. T. Z.*, 12 juillet 1917, n° 28, p. 365, 800 mots. — L'importance de l'imprégnation des poteaux, qui permet de porter leur durée de service jusqu'à dix-huit et vingt-cinq ans au grand bénéfice des forêts et des lignes elles-mêmes, est aujourd'hui universellement reconnue. Des doutes subsistent sur la valeur des différents procédés d'imprégnations adoptés; il n'existe, il est vrai, aucune règle générale valable, qui permette d'en apprécier la valeur. Les procédés basés sur l'emploi des huiles ou des sels sont fréquemment employés. Les huiles sont dérivées des goudrons et particulièrement de goudrons de houille. Les divers brevets pris jusqu'à ce jour emploient plus de cent sels différents pour l'imprégnation. Leur action parait être liée à l'existence de certains ions. Les ions les plus actifs connus actuellement sont l'argent, le mercure, le cuivre, le zinc, le nickel, le cadmium et le fer parmi les cathions; l'acide chromique et le fluor parmi les anions. Si l'on retire les sels qui sont insolubles, se décomposent ou sont d'un prix trop élevé (or, argent), il n'en reste plus qu'un nombre limité. Jusqu'à présent la technique de l'imprégnation des bois n'en emploie guère que dix dans une large mesure. Cette technique a d'ailleurs subi, depuis avant la guerre, un certain nombre de bouleversements. C'est d'abord le procédé d'imprégnation sous pression qui permet d'économiser une notable quantité d'huile (voir *E. T. Z.*, 17 mai 1917, n° 20, p. 270-271). L'imprégnation au chlorure de zinc donne depuis longtemps d'excellents résultats en Amérique du nord et en Autriche où le sublimé et l'huile sont à un prix trop élevé. Les avantages de l'emploi de ce sel pour l'imprégnation sont les suivants : 1° son action, bien que moindre que celle des autres produits, prolonge la durée des poteaux du double de la durée normale; 2° il peut être obtenu aisément en grandes quantités; 3° l'emploi du chlorure de zinc ne nécessite que des modifications insignifiantes de l'installation d'imprégnation. Le jour où il sera possible de produire du fluorure de zinc ou de sodium dans des conditions favorables, ces sels pourront également être employés au même titre que le chlorure de zinc. — P. G.

621.315.32. — Pince à prise de courant électrique; Jesus MOLINERO-LEBRERO. *Brevet français n° 483 322*, demandé le 31 octobre 1916, délivré le 31 mars 1917, publié le 26 juin 1917, 700 mots, 3 fig. — Cette pince est caractérisée par deux branches en matière isolante, articulées entre elles et de chaque côté d'un noyau central en forme de fiche conique, également en matière isolante. Les branches de la pince sont garnies de pointes. Des ressorts disposés entre ces branches assurent le serrage de la pince. Le noyau central sert à séparer les deux conducteurs de la source électrique tandis que les pointes métalliques traversent l'enveloppe isolante des conducteurs et par leur contact établissent le courant sans qu'il soit nécessaire de découvrir la matière isolante des conducteurs.

621.315.5.00.42. — Etude sur les pertes supplémentaires dans les barres câblées; Edouard ROTH, ingénieur à la Société alsacienne de Constructions mécaniques, *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. II, p. 323-336, 11 000 mots, 9 fig. — Après avoir signalé les travaux de Emde, Rusch, Rogowski et ceux publiés récemment dans la *R. G. E.*, 12 mai 1917, de Rickli, l'auteur expose une méthode de calcul permettant de déterminer ces pertes. Il étudie d'abord le cas où la barre câblée est formée de fils unitaires massifs, puis étend les résultats de cette étude aux barres formées par des torons de fils fins, et enfin cherche ce que deviennent les formules dans le cas de barres massives. — Il donne ensuite quelques exemples d'application des formules aux divers genres de barres et termine par la comparaison des résultats du calcul avec ceux des essais effectués par la Société alsacienne de Constructions mécaniques; cette comparaison indique une concordance très satisfaisante entre la théorie et l'expérience.

621.315.2. — Construction rapide d'une importante canalisation à Toronto. *Electrical Review and Western*

Digitized by Google

Adr. télégr. : Leclique-Paris.

« L'Éclairage Électrique »

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

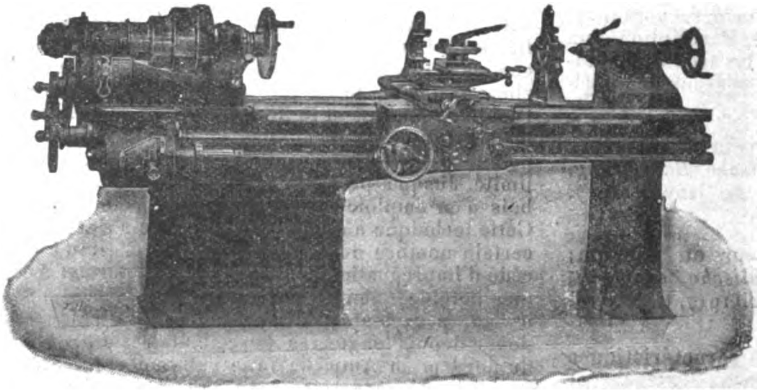
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS (8e)

Téléphone : Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS

DE

PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES

Perceuses Radiales

etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

LANDIS & GYR

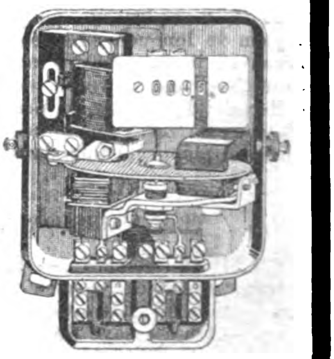
BUREAUX ET LABORATOIRE :

12, RUE LAPEYRÈRE, PARIS

ATELIERS : **4, rue des Cloys.**

Téléph. : MARCADET 11-03. — Adr. télégr. : DIVISOR-PARIS.

Compteurs d'Electricité



Compteur courant alternatif.

Wattmètres Ferraris

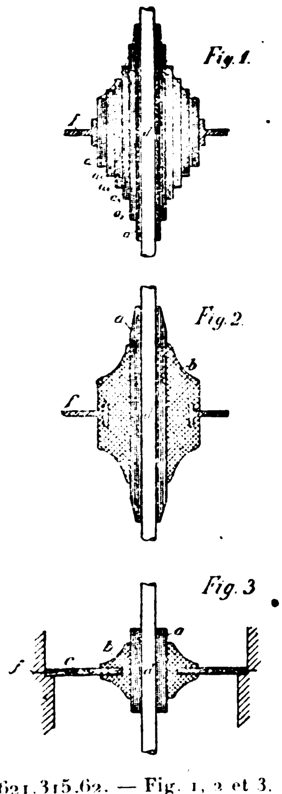
Interrupteurs horaires

Limiteurs de courant

Electrician, 30 juin 1917, t. LXX, n° 26, p. 1 094-1 096, 900 mots, 10 fig. La Toronto Hydroelectric System ayant à fournir l'énergie électrique à une usine de munitions en construction à Ashbridges Bay, Toronto dut établir une canalisation d'une longueur de plusieurs milles qui fut construite très rapidement. La moyenne atteinte a été de 3 050 m de conduites par jour, ce qui correspond à une longueur de tranchée de 152,5 m.

621.315.62. — Les isolateurs ; D. Peaslee. *Electrician*, 6 juillet 1907, t. XXIX, p. 552, 2 300 mots.

621.315.62. — Isolateurs de traversée ; Société Brown-Boveri et C° (Suisse). *Brevet français n° 483 030*, demandé le 28 sept. 1916, délivré le 27 février 1917, publié le 23 mai 1917, 700 mots, 3 fig. — Cet isolateur de traversée au lieu d'être en porcelaine, est construit en papier enroulé, imprégné de résine synthétique (Bakélite) ou autre substance appropriée. On ne peut pas naturellement avec ces substances utiliser les mêmes procédés de fabrication qu'avec la porcelaine, c'est ainsi qu'il est très difficile d'obtenir avec du papier imprégné une gorge unie ; de plus, le papier imprégné, qui a été enroulé à chaud, devient extrêmement dur et difficile à travailler quand il est refroidi. On pourrait évidemment construire l'isolateur non par enroulement de papier imprégné, mais par un moulage d'une matière composée de cellulose et de résine synthétique. Ce procédé ne peut être employé que pour de petites pièces. Pour les grosses pièces, le prix des matières de grandes dimensions est trop élevé et, de plus, il est très difficile de les chauffer d'une façon uniforme. Comme, d'autre part, il a été reconnu que les isolateurs de traversée en forme d'un corps de révolution ayant un profil concave, sont particulièrement avantageux pour éviter les décharges sur les arêtes et le long de la surface, on a cherché à réaliser même les isolateurs de traversée de grandes dimensions en combinant les deux méthodes indiquées ci-dessus. On enroule la partie longue intérieure autour du tube de traversée et on moule la partie plus large, qui est plus courte, autour de ce noyau en fixant ou encastrant dans cette partie plus large la monture de fixation. Toutefois, le façonnage autour de la jonction de la partie enroulée avec la partie comprimée présente les difficultés citées plus haut, mais on a observé que la gorge n'a pas besoin d'être unie et peut présenter des gradins ou ressauts. La présente invention consiste dans la fabrication d'isolateurs avec gorge à gradins, qui sont, au moins en partie, formés de couches superposées. La figure 1 montre un isolateur composé de cylindres de longueurs inégales a_1 à a_6, graduées de telle façon que le profil se rapproche de la gorge tracée en pointillé, d est le conducteur de traversée et f la monture. Dans la figure 2, l'isolateur de traversée est constitué par une partie isolée a et une pièce en isolant moulé b, matricée autour du tube a. La figure 3 montre l'exécution d'un isolateur de faible longueur, mais d'assez grande largeur pour traversées de murs. — E. P.



621.315.62. — Fig. 1, 2 et 3. Divers types d'isolateurs de traversée.

621.315.53. — Etablissement d'un réseau électrique secondaire en aluminium sur les monts de Lutry. *R. G. E.*, 25 août 1917, p. 313, 450 mots. Analyse d'un article de G. Kern, publié dans *Bull. techn. de la Suisse romande*, 24 mars et 2 juin 1917, t. XLIII, p. 54-56 et 109-111, 2 200 mots. — D'après cet article l'installation a donné toute satisfaction ; elle a résisté aux violentes tempêtes de l'hiver dernier et aux fortes surcharges de givre qui se sont produites. A noter que, contrairement à l'habitude américaine d'employer des conducteurs d'aluminium en fils fins câblés, on a employé dans cette installation des conducteurs massifs de 5 à 7 mm de diamètre.

621.315.53. — Canalisations aériennes en aluminium. *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 389-390, 750 mots, 3 fig., 2 tab. Analyse d'un article de H. Henney, publié dans *E. T. Z.*, 3 mai 1917, p. 241-244, 3 500 mots, 5 fig., 4 tab. — Cette note donne quelques indications sur les constantes physiques de l'aluminium et du cuivre au point de vue de l'utilisation de ces métaux pour la construction des lignes ; puis quelques détails sur la pose des lignes en aluminium ; un tableau donne une comparaison des prix de revient de 1 km de ligne en cuivre et en aluminium d'après les cours de 1914 ; il résulte de ce tableau que l'économie n'est intéressante que pour les fortes sections.

621.316 (42). — L'interconnexion des réseaux du Lancashire et du Cheshire ; Comité de l'interconnexion of Lancashire and Cheshire electricity supply systems. *Electrician*, 13 octobre 1916, t. LXXVIII, p. 53-56, 2 800 mots, 3 tab., 1 carte, rapport du Comité ; *Electrical Review*, 13 octobre 1916, t. LXXIX, p. 399-401, 2 300 mots, 1 carte ; *Electrical Engineering*, 12 octobre 1916, t. XII, p. 386, 1 carte ; *Sciences Abst.* B, décembre 1916, t. XIX, p. 443, n° 923.

621.316. — Alimentation en électricité d'une ville de 2 000 habitants ; R. E. Carlson. *Electrical World*, 4 août 1917, t. LXX, p. 198, 2 500 mots, 3 fig.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

621.312.2.00.12. — Analyse des courbes de constantes relatives au calcul des machines synchrones ; Theo. Schou. *Electrical World*, 21 juillet 1917, t. LXX, p. 103, 1 800 mots, 2 fig. — Voici comment l'auteur préface son court article : le calcul des machines électriques est plus un art qu'une science ; les formules mathématiques ne donnent que des résultats approchés, ces résultats étant souvent adaptés selon le jugement de l'ingénieur qui veut tenir compte de ce qui a été fait avant lui, ou qui veut se plier à certaines nécessités de construction. Cependant, il est possible de modifier les formules de façon à y incorporer quelques-uns des facteurs pris en considération quand le jugement personnel s'attache à rendre le calcul applicable. Cette possibilité est suggérée par la détermination des constantes, qui dépendent de la vitesse et de la puissance apparente de la machine. Dans ce qui suit, on n'a pas l'intention d'essayer de faire du calcul des machines une routine, mais on montrera comment ces constantes varient pour les machines à courant alternatif de différentes vitesses. Suivent des observations pratiques.
P. V.

621.344. — Electrification de docks de minerais. *Electrical Review*, Chicago, 4 août 1917, t. LXXI, n° 5, p. 193, 300 mots, 1 fig. — La Northern Pacific Railway Company possède des docks de minerais au port de Duluth Superior qui reçoivent les minerais de fer de Cuyuna Range, distant de 100 miles pour leur transfert dans les bateaux faisant le service des lacs. L'installation actuelle a une longueur de 200 m sur 20 m de largeur et comprend 100 poches à minerais d'une capacité de 350 t chacune. Actuellement, on construit une extension qui doublera la longueur et la capacité des docks. Les deux parties sont en béton. Les poches à minerais sont disposées sur deux rangées et au-dessus de cha-

Digitized by Google

J. HOPKINSON & C° L^TD

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS — 94, Rue Saint-Lazare — PARIS

Usines à HUDDERSFIELD (Angleterre)

Adoptez les APPAREILS de SURETÉ et VALVES " HOPKINSON "

INDICATEUR DE NIVEAU D'EAU " **ABSOLUTE** " HOPKINSON
A CONTRE-ÉCROU DE SURETÉ ET FERMETURE AUTOMATIQUE

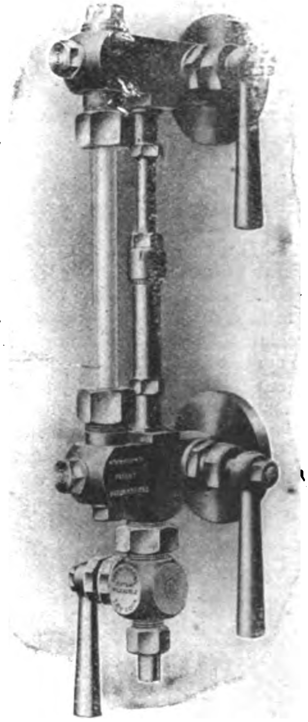
Aucune fausse indication possible avec ces indicateurs

Les Billes automatiques peuvent être retirées, examinées, nettoyées et replacées lorsque la chaudière est sous pression

Nos **SPÉCIALITÉS** sont le résultat de plus de 70 ans d'expériences dans la construction de premier ordre **D'APPAREILS POUR CHAUDIÈRES**

GRANDS PRIX : *BRUXELLES, 1910; ROUBAIX, 1911*

CATALOGUES ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE



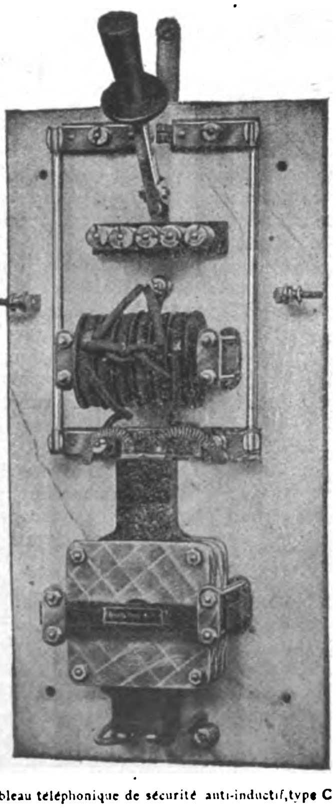


Tableau téléphonique de sécurité anti-inductif, type C 3.

Société A^me des Brevets Arthur PEREGO

MILAN, rue Salaino, N° 10

Adresse télégraphique : " ANTINDUCTIF ".

Marque internationale " ANTINDUCTIF ".

APPAREILS BREVETÉS EN TOUS LES ÉTATS

Spécialités des Brevets PEREGO

Téléphonie et Télégraphie simultanées sur fil simple et double.

Téléphonie et Télégraphie de sûreté anti-inductive pour lignes parallèles ou établies sur les mêmes poteaux des conducteurs de n'importe quelle tension.

Appareils pour éliminer les perturbations produites par la traction électrique à haute tension sur les circuits télégraphiques et téléphoniques.

Téléphones extra-puissants pour très grandes distances.

Appareils et accessoires pour la Téléphonie et pour la Télégraphie.

CATALOGUE FRANÇAIS ET DEVIS GRATUITS SUR DEMANDE

Digitized by Google

cune d'elles est une voie double. Les wagons déchargent directement dans les poches dont la capacité correspond à celle de sept wagons. Un vapeur transporteur de minerai peut être chargé simultanément de chaque côté des docks au moyen de glissières en acier pesant plusieurs tonnes. La manutention de ces glissières se fait au moyen de grues à commande par moteur électrique. Chaque glissière comporte une grue indépendante. Un moteur électrique de 25 ch entraîne un arbre commandant dix grues. Il y a cinquante grues et dix moteurs de chaque côté des docks et l'extension sera encore plus puissante. Les moteurs sont recouverts de caisses en bois qui les protègent. Le courant est fourni par la Northern Power Company. — P. G.

621.345(43). — Equipement électrique des charbonnages de Zanckerode, près de Dresde. *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. II, p. 344-348, 1500 mots, 4 fig. Analyse d'un article de W. Philippi publié dans *E. T. Z.*, 4 et 11 janvier 1917, p. 1-4 et 20-23, 4500 mots, 12 fig. — Ces charbonnages ont été des premiers à adopter l'électricité; une installation y fut faite dès 1882. Depuis, l'emploi de l'électricité y a été considérablement étendu à tous les services. L'article, après une description sommaire de l'installation primitive, donne une description détaillée des installations actuelles.

621.347. — Le battage électrique des céréales et l'économie des combustibles. *Elettricista*, 15 juillet 1917, t. VI, n° 14, p. 112. — En diverses régions préoccupées par la pénurie de combustible, il se fait actuellement une propagande active pour que, à la prochaine saison de battage des céréales, l'emploi de machines à vapeur soit interdit partout où il est possible d'obtenir de l'électricité d'origine hydraulique, sans frais exagérés de dérivation, ou lorsqu'il est possible de recourir à des appareils à main. Indubitablement le battage électrique sera avantageux aussi bien en considération de l'économie réalisée sur la dépense effective que dans l'emploi de la main-d'œuvre. Cette économie compensera les agriculteurs des inconvénients résultant du transport de leurs céréales dans la ferme la mieux établie pour le battage électrique, pour l'organisation du travail de la façon la plus simple, la plus commode et la plus économique. Il a été calculé que, par ce procédé, il sera possible, dans la moins favorable des hypothèses, de réaliser une économie minimum de 1 million de quintaux de combustibles. — P. G.

TRACTION ET LOCOMOTION

621. 344. — Installations électriques du Great Western Railway in Birmingham pour la manutention des marchandises. *Engineering*, 2 et 9 février 1917, t. CIII, p. 97-100, 2400 mots, 5 fig. p. 119-120, 1400 mots, 3 fig.

625.623. — Unification des types de dépôts de tramways à Détroit. *Electric Railway Journal*, 24 mars 1917, t. XLIX, p. 535-537, 2500 mots, 6 fig.

625.62.00,36. — Résultats de l'exploitation des voitures de tramways à un seul conducteur. *Electric Railway Journal*, 21 avril 1917, t. XLIX, p. 735-736, 1000 mots.

621.311 6 : 629.113.65. — Appareil de charge pour les omnibus électriques. *Electrician*, 1er juin 1917, t. LXXIX, p. 357-358, 250 mots, 2 fig. — Les véhicules électriques ont pris de l'extension depuis la guerre, les véhicules automobiles ou à chevaux ayant été en grande partie réquisitionnés par l'autorité militaire. La traction électrique par accumulateurs ne peut toutefois se développer qu'à la condition de faciliter l'opération de la charge. Tel est l'objet des stations de charge construites récemment par la B. T. — H. Co pour la cité de New-York et pourvues de tableaux de commande simples. — A. B.

531.58 : 629 12. — Les applications du gyroscope dans la marine; F. Marguet. *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1917, t. XXVIII, p. 230-242, 9900 mots, 20 fig.

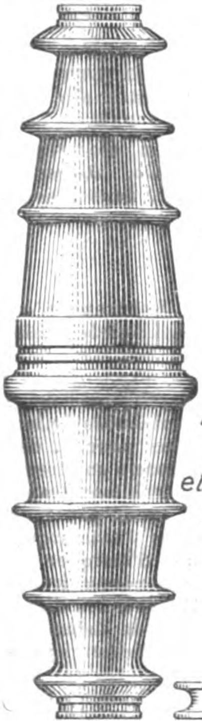
621.348. — Appareil de propulsion électrique pour navires; British Thomson-Houston Co. *Brevet anglais n° 105 660*, 5 juin 1916, 2 fig Bibliogr. dans *Engineering*, 20 juillet 1917, t. CIV, p. 79, 1 fig.

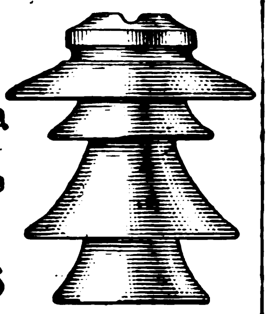
DIVERS

5 (072). — Le National Physical Laboratory en 1916-1917. *Engineering*, 22 juin 1917, t CIII, p. 598-599, 3600 mots, 1 fig. — L'assemblée générale de la Société a eu lieu le 19 juin sous la présidence de J.-J. Thomson et a reçu communication du rapport du comité exécutif pour l'année 1916-1917. Les travaux exécutés pour le ministère de la Guerre occupent la plus grande place, comme pour les deux dernières années et le laboratoire a été fermé entièrement aux visiteurs. Le personnel a été considérablement augmenté, le nombre de personnes employées ayant passé de 337 à 420 dont 99 dames. Parmi les sections d'essais qui ont dû être augmentées largement il est bon d'indiquer celle qui s'occupe de la vérification des calibres nécessaires pour la fabrication des munitions; en août 1915, les dispositions avaient été prises pour la vérification de 30 000 calibres; pendant l'année dernière on a pu vérifier 277 350 calibres; en novembre dernier, le nombre d'essais atteignait 5 000 par semaine, il est nécessaire de compter maintenant sur 10000 essais par semaine. Le revenu pour l'année 1916-1917 atteignit 1 750000 fr environ, le bénéfice réalisé fut égal à 100 000 fr environ. Les travaux exécutés étant pour la plupart secrets, le journal ne pourra donner que peu de résultats des recherches entreprises. *Essais des barreaux entaillés*. Le congrès de Copenhague de 1909 avait adopté, après discussion, la forme du barreau de Charpy; le trou percé dans le barreau est très petit, 1 mm 1/3 de diamètre, et difficile à percer dans la matière dure, des essais ont été entrepris pour remplacer cette forme de coupure par une autre plus facile à réaliser et consistant en diverses formes de V plus ou moins arrondis au fond; l'énergie absorbée par la rupture fut toujours trouvée proportionnelle au rayon de l'arrondi. Un rapport de MM. Stanton et Batson traite de la résistance des matériaux sous des efforts composés. Une série d'essais a été entreprise par M. Stanton et Mlle Marshall sur la transmission de la chaleur d'une surface chaude à un fluide mobile suivant le degré de rugosité de la surface, la conduction augmente avec cette rugosité. D'autres essais sont encore signalés et la publication en sera continuée. — B.

621.32 (062). — Compte rendu des travaux de l'Assemblée de la National Electric Light Association. *Electrical World*, t. LXIX, n° 19, 12 mai 1917, 20 000 mots, 14 fig. — Cette assemblée qui devait se tenir à Atlantic City n'a pu avoir lieu par suite de la guerre. L'« Electrical World » publie les travaux qui devaient être présentés à ce Congrès. Nous donnerons simplement le titre des divers sujets traités. — Section technique et hydro-électrique. — *Installations de Force motrice*. Turbines et condenseurs, matières réfractaires pour foyers, manutention mécanique du charbon, vapeur surchauffée, nettoyage des condenseurs, vitesses de vapeur, appareils de mesure, puissance hydraulique. *Matériel électrique, Transports de Force et distribution électrique*. Lignes aériennes et interférence inductive, canalisations souterraines et électrolyse, raccordement des câbles à 3 conducteurs à 13 200 v *Mesures et divers*. — Section commerciale. — *Eclairage électrique*. Lampes électriques, éclairage extérieur, éclairage industriel, aspect commercial du problème de l'éclairage public, publicité lumineuse électrique. *Installations domestiques*. Unification des types d'appareils, renseignements techniques. *Chauffage industriel. Fils et câbles*. — Section des véhicules électriques. — Section de comptabilité.

Digitized by Google



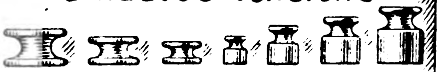


ANCIENS ETABLISSEMENTS PARVILLÉE FRÈRES & Cie

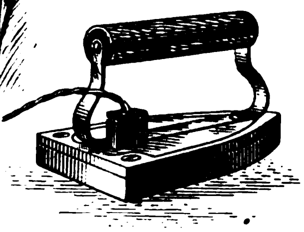
56, RUE DE LA VICTOIRE. PARIS

USINES A CRAMOISY (OISE)

FABRICATION DE TOUT LE MATERIEL en Isolateurs, consoles et Ferrures diverses pour Lignes Télégraphiques Téléphoniques ainsi que pour Transports d'énergie à hautes tensions



FABRICATION DE TOUS APPAREILS DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE



RADIATEURS
FERS A FRISER
FERS A SOUDER
BOUILLOIRES
RÉCHAUDS
DESSOUS DE PLAT
GRILS
TAPIS CHAUFFANTS
CUISINES
ETC-ETC

CH. PASQUIER

Cie des CHARBONS FABIUS HENRION

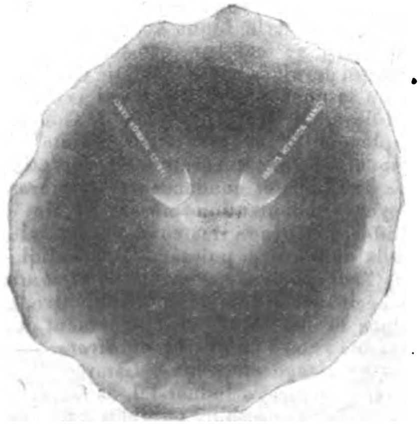
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.500.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 56, Rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS (VIIIe)

Téléphone : Élysées 42-93.

USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE

Adresse télégraphique : Carbenrion-Paris



CHARBONS

pour lampes à arc ;
pour lampes-flamme ;
pour projecteurs, phares, cinématographes.

UNIS FRANCE

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

ORGANISATION ET AMÉNAGEMENT

627.1. — L'utilisation des forces motrices du Rhône. *R. G. E.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 66, 500 mots. — Note donnant quelques renseignements sur les divers projets d'aménagement du Rhône qui ont été examinés à la réunion de Lyon du 16 juin 1917 de la Commission interdépartementale, constituée par les onze départements riverains du Rhône.

532.5. — Sur l'écoulement en déversoir par nappe libre avec contraction latérale; V.-H. Hégly. *R. G. E.*, 4 août 1917, t. II, p. 163-165, 2 000 mots, 2 fig. 1 tab. — Le jaugeage des cours d'eau par déversoir est un procédé souvent employé. Si l'on a besoin d'un peu de précision, il faut disposer le déversoir de façon à éviter la production de phénomènes qui modifient, dans de notables proportions, le coefficient de débit. Bazin a mis ces phénomènes en pleine lumière dans ses belles expériences sur l'écoulement en déversoir et il a recommandé d'employer, autant que possible, des dispositifs produisant la nappe libre sans contraction latérale. Mais cela oblige à ménager, en aval du déversoir, des élargissements du canal rectangulaire dans lequel se fait le jaugeage. Cette sujétion n'est évitée que si le canal débouche dans un réservoir ou bassin assez large et si l'on peut placer le déversoir à cette extrémité du canal. En acceptant la complication de la contraction latérale, c'est-à-dire en employant des déversoirs de largeur moindre que le canal de jaugeage, la sujétion dont il s'agit n'existe plus et la nappe libre se produit naturellement par le fait de l'arrivée facile de l'air extérieur sous la nappe déversante. Dans le but d'étudier ce genre de nappe, l'auteur du présent article, qui fut le collaborateur de Bazin pendant dix ans, de 1886 à 1895, a procédé à quelques expériences sur une rigole du canal de la Marne à la Saône, près de Langres. Il rend compte sommairement dans son article des premiers résultats obtenus et propose une formule pour calculer le coefficient de débit qui entre dans la formule classique de Dubuat.

532.58. — Note sur les coups de bélier dans une conduite formée de trois sections de diamètres différents pour lesquelles la durée de propagation est la même. *R. G. E.*, 30 juin 1917, t. I, p. 1016-1017, 1 000 mots. — Analyse d'une communication du comte de Sparre à la séance de l'Académie des Sciences du 10 avril 1917. La « Revue générale de l'Électricité » a donné le 31 mars 1917, une étude documentée du même auteur sur les conditions à remplir au point de vue des coups de bélier par les régulateurs des moteurs hydrauliques; la note qui nous occupe complète certains points de cette étude.

627.82. — Les vannes des conduites à haute pression du barrage-réservoir d'Elephant Butte (New Mexico. E.-U.); F. Teichman. *Engineering News*, 22 février 1917; *Génie civil*, 28 juillet 1917, t. LXXI, p. 63, 300 mots. — Ces vannes sont de deux types. Les vannes du premier type sont à mouvement vertical et à parois rectangulaires de 1,19 m × 1,52 m ou 2,28 m. Fermées, elles reposent sur un seuil en bronze encastré dans une rainure; les glissières latérales sont également en bronze et peuvent être enlevées facilement des rainures dans lesquelles elles sont logées. La manœuvre est hydraulique, deux verrous d'arrêt maintiennent la vanne dans sa position d'ouverture. Les vannes du second type dites vannes à aiguille sont une modification du système R.-D. Johnson. Elles se composent d'un piston cylindrique creux qui se meut horizontalement dans un renflement concentrique de la conduite, et est terminé à l'amont par une partie concave effilée qui guide les filets liquides. La commande se fait à l'aide d'un petit piston horizontal relié à l'arrière de la vanne et commandé lui-même par un distributeur à levier et à vanne de 0,20 m de diamètre. Une simple manœuvre de ce levier permet d'ouvrir, de fermer ou de placer dans une position intermédiaire la vanne principale.

621.187. — Le contrôle des générateurs de vapeur; H. Volta. *La Nature*, 4 août 1917, n° 2288, p. 73-78, 200 mots, 12 fig. — L'auteur étudie, d'après une série d'articles de M. Smallwood parus dans l'*Engineering Magazine*, les appareils employés dans l'industrie pour le contrôle du fonctionnement des générateurs de vapeur. Le contrôle doit porter sur le combustible, sur les cendres, sur l'eau d'alimentation, sur les gaz de combustion, sur la sortie de vapeur, sa température et sa pression. L'auteur examine d'abord les mesureurs de charbon, le mesureur Havard et le mesureur Merrick, ce dernier convenant particulièrement aux installations dans lesquelles le charbon est amené aux chaudières par un système de manutention mécanique. Il étudie ensuite les compteurs d'eau dont les uns, comme l'appareil Cochrane et le compteur enregistreur Hoppes, sont basés sur l'emploi du déversoir. D'autres appareils enregistreurs, moins sensibles que les précédents mais plus simples, emploient le tube de Pitot ou l'ajutage de Venturi pour évaluer la quantité de fluide qui a traversé l'appareil. Enfin, d'autres compteurs à eau, comme l'appareil Hammond, mesurent l'eau débitée en la recevant alternativement dans deux cuves de capacité connue qui se vident sitôt pleines. — L'auteur n'insiste pas sur les compteurs de vapeur qui ont généralement pour organe principal un tube Pitot ou un ajutage Venturi; il signale cependant le mesureur de vapeur Saint-John dans lequel circule toute la vapeur débitée. — L'auteur ne dit rien des indicateurs de température des gaz qu'il se propose d'étudier dans un autre article, mais il examine quelques appareils doseurs d'anhydride carbonique. Ces appareils peuvent se ranger en deux classes : les appareils à indications continues et les appareils à indications intermittentes. Parmi les premiers, l'auteur signale l'analyseur Uehling et parmi les seconds, l'analyseur Simmance Abady. — L'auteur termine en examinant les appareils destinés à mesurer le tirage, et en particulier l'appareil Blonck qui enregistre à la fois la différence de pression entre le foyer et l'atmosphère et entre le foyer et la région de la chaudière voisine du registre.

621.187.3. — Corrosion des tubes de condenseur; W. Ramsay. *Engineering*, 13 juillet 1917, t. CIV, p. 44-46, 5 000 mots, 7 fig. — Dans la profession de l'ingénieur, la recherche de la cause et du remède à la corrosion des tubes de condenseur est d'une importance extrême. De grosses sommes ont été affectées à ces recherches aussi bien par les particuliers que par l'État, les résultats en ont été peu importants. L'auteur s'est livré, de son côté, à des recherches sur ce sujet et nous donnerons les conclusions auxquelles il arrive. On croit communément que cette corrosion a pour cause première des dérivations des circuits électriques d'éclairage et de force; l'auteur est d'avis que cette croyance peut dans certains cas être fondée, mais il fait remarquer que les tubes de condenseur d'un navire sont soustraits à cette action et il estime que cette corrosion est due à d'autres causes. Une connaissance parfaite de ces phénomènes de corrosion est désirable, mais la difficulté n'est pas dans l'allure lente du phénomène, mais plutôt dans la destruction rapide de certaines parties. L'auteur ne pense pas que des observations sur des appareils en service donneraient des résultats plus rapides et plus certains que les expériences de laboratoire. — E. B.

MATIÈRES PREMIÈRES

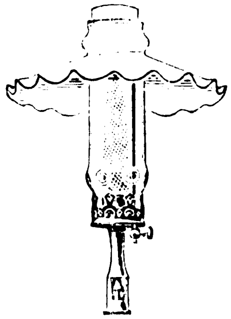
536.4 + 537.26. — Influence de la chaleur sur le coton et le papier: L. Schuler. *Electrician*, 20 juillet 1917, t. LXXIX, p. 617, 1 000 mots, 4 fig. Extrait d'un travail paru dans *E. T. Z.*, n° 40, 1916. — Les règles en vigueur en Allemagne établissent que.

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

Magasins et Bureaux : 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

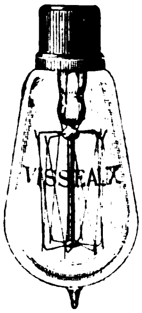
Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D. G.

Fabrique de Manchons.

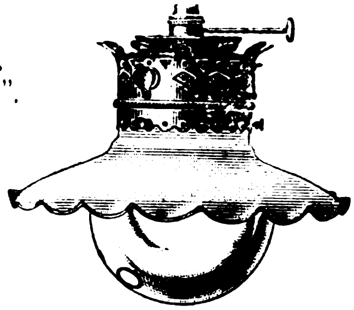
Soie et Ramie.



Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré.

Verrerie "Baccarat".

Cristallerie.



Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

***LYON 1914* : Membre du Jury. Hors concours. — *SAN FRANCISCO 1915* : Hors concours.**

TÉLÉGR. : VISSEAUX-LYON

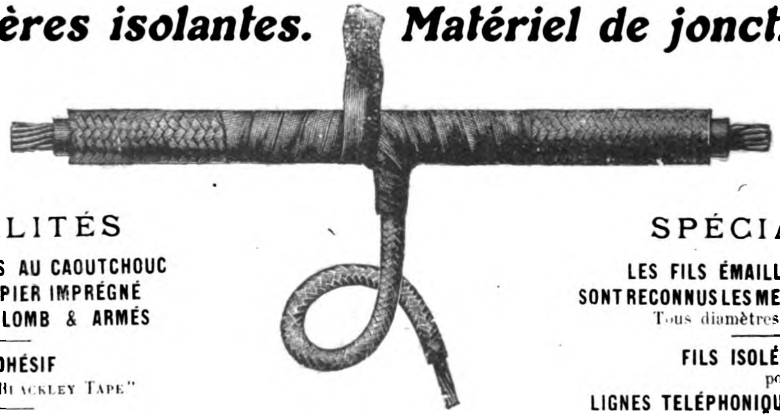
CATALOGUES SUR DEMANDE
EXPORTATION

UNIS FRANCE

CONNOLLY BROTHERS LTD

FABRICANTS DE FILS ISOLÉS ET DE CABLES

Matières isolantes. Matériel de jonction.



SPÉCIALITÉS

FILS & CABLES ISOLÉS AU CAOUTCHOUC VULCANISÉ, AU PAPIER IMPRÉGNÉ RECOUVERTS DE PLOMB & ARMÉS

RUBAN ADHÉSIF
Marque déposée : " BLACKLEY TAPE "

SOLUTION DE CAOUTCHOUC NON INFLAMMABLE
Marque déposée : " PEAR DROP BRAND ".

FILS AÉRIENS RECOUVERTS DE TRESSE IMPRÉGNÉE POUR ATMOSPHÈRES CORROSIVES
Marque déposée : " CLIMIC ".

Adresser toutes demandes de renseignements au Bureau central et aux Ateliers

VALE MILLS

SPÉCIALITÉS

LES FILS ÉMAILLÉS "CONNOLLY" SONT RECONNUS LES MEILLEURS SUR LE MARCHÉ
Tous diamètres depuis 4/100mm.

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS
pour
LIGNES TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIQUES OU SONNERIES ÉLECTRIQUES

CONDUCTEURS SIMPLES OU MULTIPLES

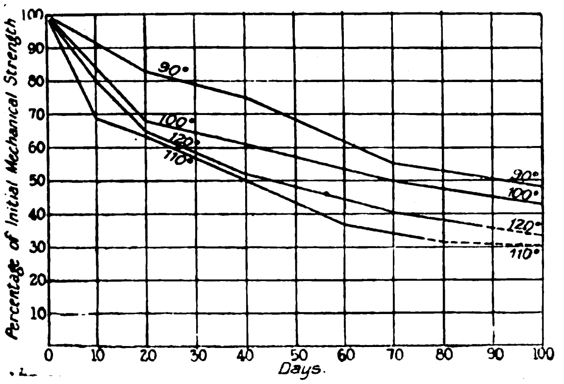
FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR LIGNES AÉRIENNES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR STATIONS DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

BLACKLEY-MANCHESTER (Angleterre).

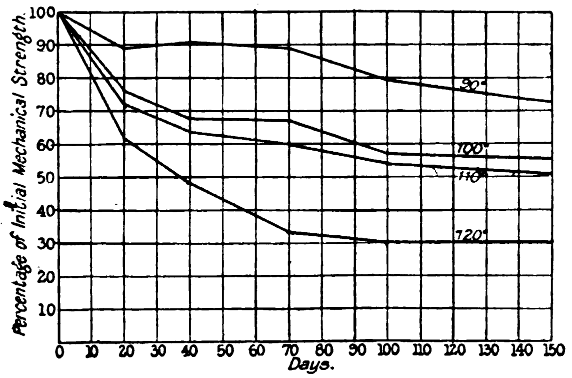
Digitized by Google

le coton utilisé comme isolant doit pouvoir supporter une température de 100° C. sans devenir trop fragile ; pour le papier, la température d'épreuve s'élève à 110° C. Hors d'Allemagne certains techniciens ont trouvé ces températures trop élevées ; en particulier, la valeur de 105° C pour le papier immergé dans l'huile a été jugée excessive. C'est dans un but de vérification et de contrôle que l'auteur a exécuté ses expériences dont nous donnons ci-dessous les résultats. La manière dont se comporte le coton chauffé à l'air est



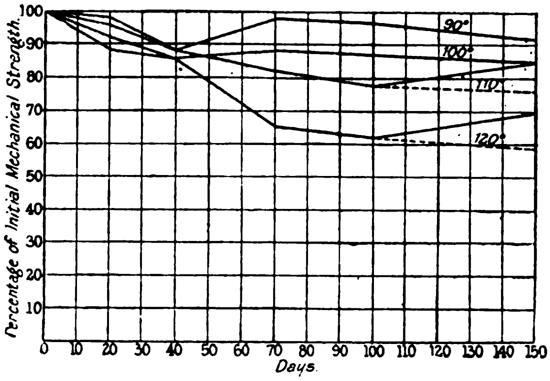
536.4 + 537.26. — Fig. 1. Manière dont se comporte le coton chauffé à l'air.

indiquée sur la figure 1 : les résultats sont suffisamment nets et probants. — Pour les essais dans l'huile, il faut opérer de manière à protéger l'huile contre l'influence de l'air ; par oxydation il semble se former des produits acides qui compliquent l'interprétation des résultats. Le coton est pris sous forme de cordonnet de 50 m de longueur et le papier en bandes de 9 mm de largeur et 20 cm de longueur ; pour se rapprocher des conditions réalisées dans la pratique on a ajouté du fil de fer et du fil de cuivre en évitant d'ailleurs



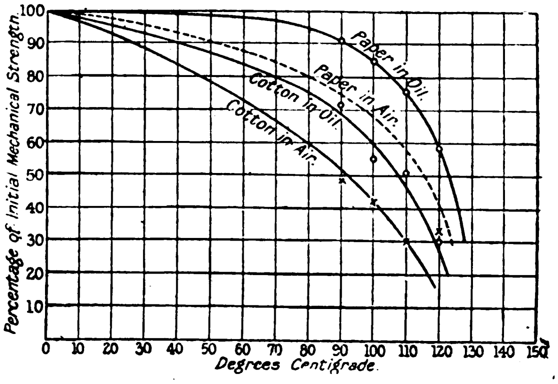
536.4 + 537.26. — Fig. 2. Manière dont se comporte le coton chauffé dans l'huile.

le contact avec le papier ou le coton. Les variations de leur résistance mécanique dans l'huile et à différentes températures en pour 100 de leur valeur initiale sont indiquées sur les courbes des figures 2 et 3. Ces courbes montrent que la résistance mécanique du papier et celle du coton tendent vers une valeur fixe après immersion prolongée dans l'huile. Il est donc légitime d'admettre qu'une machine ayant fonctionné pendant 10 jours à pleine charge et qui n'a pas claqué la première année, a peu de chances de brûler son isolant dans la suite. La garantie habituelle qui s'étend sur toute la première année de fonctionnement est suffisante, pour couvrir la période dangereuse. Afin de déterminer la température maximum permise il faut savoir jusqu'à quelle limite on peut réduire raisonnablement la résistance mécanique. C'est au moment de l'enroulement que la plus grande résistance mécanique est nécessaire. Une fois l'enroulement terminé, on peut tolérer une diminution considérable de la résistance mécanique : la moitié ou le quart de la valeur originelle suffiraient peut-être. Admettons, comme suffisante, à



536.4 + 537.26. — Fig. 3. Manière dont se comporte le papier chauffé dans l'huile.

titre d'hypothèse, une valeur de 40 pour 100. La figure 4 donne, en pourcentage de sa valeur initiale, la résistance mécanique de l'isolement en fonction de la température. On voit qu'un abaissement à 40 pour 100 de la résistance mécanique initiale se produit, pour le coton chauffé dans l'air à 102° (ceci, après que le coton a atteint un état stable au point de vue de la résistance mécanique). Le coton chauffé dans l'huile peut supporter, dans des conditions analogues, une température de 114°. Le papier chauffé dans l'huile peut



536.4 + 537.26. — Fig. 4. Résistance mécanique du papier et du coton en fonction de la température, en pour 100 de leur valeur initiale.

aller jusqu'à 125°. Ces températures sont plus élevées que celles habituellement prescrites, même quand on tient compte du fait que la température maximum réelle est probablement de 10 à 15° plus élevée que celle mesurée électriquement. La manière dont se comporte le papier chauffé dans l'air n'a pas été examinée, mais elle doit se rapprocher sans doute de celle relative au coton : c'est dans cette hypothèse qu'a été tracée sur la figure 4 la courbe ponctuée. — A. B.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant* J.-B. NOUET.

Digitized by Google

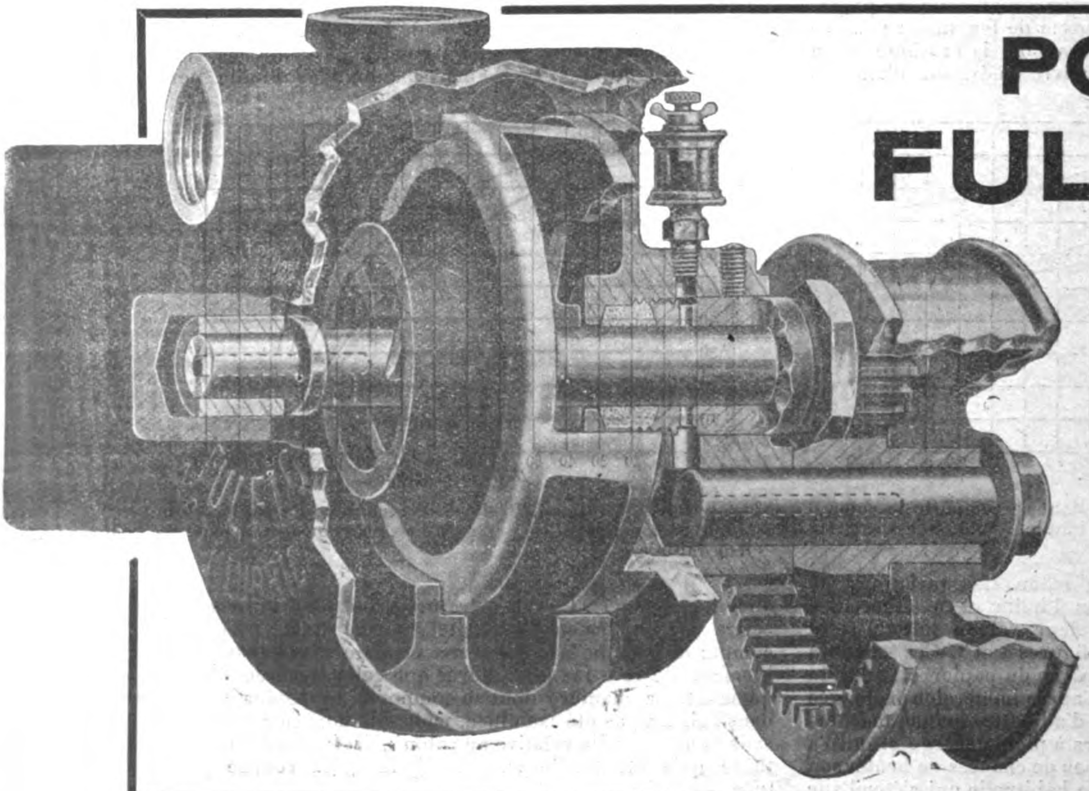
EMPLACEMENT RÉSERVÉ

AUX

Ateliers H. ERNAULT

MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIVe)



POMPE FULFLO

FULFLO, malgré sa petitesse, débite cinq fois plus que n'importe quelle autre pompe de même dimension. Elle ne peut ni s'encrasser ni se boucher. Cette pompe ne comporte aucun organe délicat ni soupape.

PARIS, 47, boulev. Magenta. | **Soc. Ano. ALFRED HERBERT** | Tél. : NORD 37-64, 67.39, 70-14
LYON, 39, cours de la Liberté. | | Telég. : HEXAGON-PARIS

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.355 : 31. — L'industrie des accumulateurs électriques dans son état actuel; L. Jumau. *R. G. E.*, 4 août 1917, t. II, p. 165-168, 2 200 mots. — Une revue d'ensemble sur l'état actuel de l'industrie des accumulateurs ne pouvait être entreprise par un technicien plus qualifié que M. Jumau, dont la compétence en cette matière reste incontestée. Nous sommes heureux de saluer le retour de notre éminent collaborateur que des missions importantes avaient retenu loin de nous. L'auteur consacre cette première partie à la discussion critique de la théorie émise tout récemment par M. Ch. Féry sur le fonctionnement de l'électrode positive et qui consiste, en gros, à admettre que cette électrode chargée est constituée par un oxyde Pb^2O^5 et redevient PbO^2 à la décharge. Il oppose, à ces conclusions, les résultats qu'il a personnellement obtenus dans un grand nombre d'analyses et d'essais qui tendent à confirmer que la positive se sulfate bien suivant la théorie de la double sulfatation.

621.352.6. — Perfectionnements dans les piles sèches; G.-L. Tarver. *Brevet français n° 482 782*, demandé le 5 septembre 1916, délivré le 30 janvier 1917, publié le 26 avril 1917, 3 fig. — Dans les piles sèches ordinaires, la fermeture est faite par une couche de cire d'une épaisseur de 1 à 2,5 cm. Masquant une certaine hauteur de charbon, cette couche augmente la résistance intérieure de la pile. De plus, elle fond dans les pays chauds ou alors s'écaille en permettant ainsi à l'électrolyte de sécher. La pile brevetée possède une fermeture en zinc. Le vase en zinc formant l'électrode négative est recouvert d'un chapeau également en zinc et qui constitue une partie active de la pile. Ce chapeau est perforé d'un trou central pour le passage du charbon positif, une faible quantité de cire suffisant à sceller celui-ci et à l'isoler du chapeau. — L. J.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

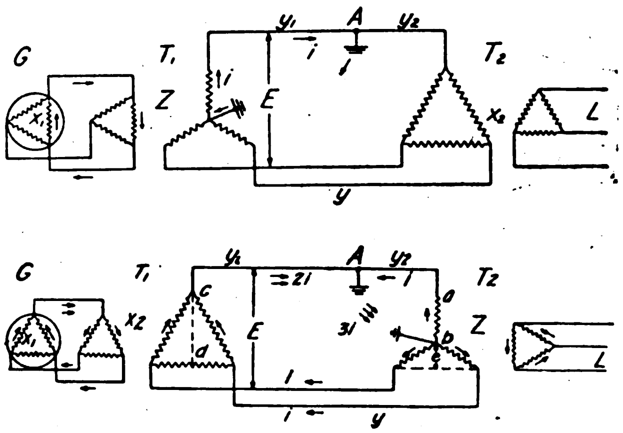
621.315.00.12. — Note sur le calcul des lignes de transmission d'énergie; P. de Bancarel. *R. G. E.*, 14 juillet 1917, t. II, p. 43-46, 1 200 mots, 3 fig. — L'auteur donne dans cet article la théorie et discute la construction graphique qui permet de déterminer rapidement la différence de potentiel au point d'utilisation, connaissant la puissance réelle à transporter, la résistance et la réactance de la ligne, ainsi que la différence de potentiel à l'origine de cette ligne.

621.311.5.00.64. — Construction et disposition des installations à haute tension. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. I, p. 907-910, 2 000 mots, 6 fig., 1 tab. Analyse d'un article de Samuels publié dans *Electrician*, 9 février 1917, p. 570. — L'auteur examine l'état actuel du développement des installations à haute tension et passe rapidement en revue les dispositions principales qu'on peut envisager pour exécuter ces installations dans les meilleures conditions.

621.315. — Ligne de transmission pour petites agglomérations. *R. G. E.*, 19 mai 1917, t. I, p. 790-791, 900 mots, 1 tab. Analyse d'un article de M.-D. Leslie, publié dans *Electrical World*, 10 février 1917, t. LXIX, p. 265-267, 2 400 mots. — Cette ligne, de 48 km de longueur, à 2 200 v, a été établie dans des conditions très économiques qui sont indiquées dans l'article.

621.315.1. — Action d'un poids agissant au milieu d'une portée de lignes aériennes; A. Tumerelle, ingénieur des Ponts et Chaussées. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. I, p. 883-887, 3 100 mots, 3 fig. — Beaucoup d'installations de traction électrique sur route font usage de chariots automoteurs pour la captation aérienne du courant; ce chariot introduit une surcharge supplémentaire qui exclut l'emploi direct des abaques de M. Blondel. Dans cet article, l'auteur calcule les effets de ce poids isolé en le supposant localisé au milieu de la portée et arrive à des formules qui constituent, en quelque sorte, le prolongement des calculs classiques de M. Blondel; par conséquent, avec de légères modifications, les abaques de ce dernier redeviennent applicables. L'étude s'adresse aussi bien aux projets de transports par câbles aériens.

621.316.4. — Courants de court-circuit dans les réseaux dont le neutre est à la terre; W.-W. Lewis. *General Electric Review*, juin 1917, t. XX, p. 524-527, 2400 mots, 7 fig. — La tendance actuelle est d'exploiter les réseaux à l'aide de transformateurs connectés en étoile dont le neutre est



621.316.4. — Schémas illustrant le cas d'un court-circuit et permettant de calculer l'intensité du courant de court-circuit sur un réseau dont le neutre est à la terre.

mis à la terre; dans le cas d'un contact accidentel d'un fil de ligne à la terre, il en résulte une charge monophasée. Considérons la figure 1; G est un générateur, T_1 un transformateur dont l'enroulement haute tension est en étoile, le

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E.*, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

EMPLACEMENT RÉSERVÉ

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

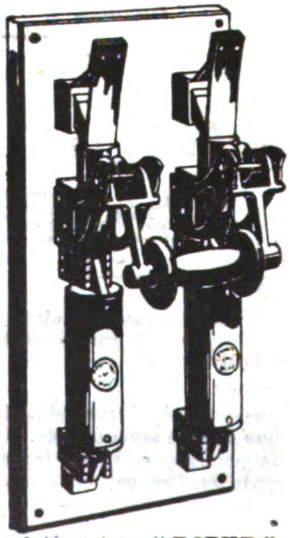
MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIV^e^)

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS

VEDOVELLI & PRIESTLEY

Capital Social 2.500.000 francs.



Interrupteur " ROBUR " à coupe-circuit.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE

HAUTE ET BASSE TENSION

INTERRUPTEUR & DISJONCTEUR

" ROBUR "

DISJONCTEUR

" CARTER "

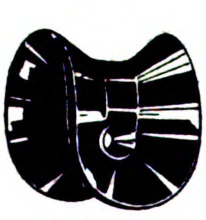
SIÈGE SOCIAL

14, Rue Taitbout, Paris (9^e^)

Tél. : BERGÈRE 37-64

TÉLÉGR. : **VEDOPRI, Paris**

UNIS FRANCE



Le Maillon
VPE

MATÉRIEL DE TRACTION

TRANSPORT DE FORCE

FONDERIE
BRONZE, LAITON, ALLIAGE

USINES

IVRY-S.-SEINE, 130, av. Jean-Jaurès
Télép. : GOBELINS 11 13 et 11-42

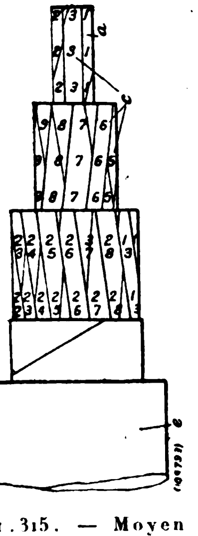
PARIS, 160 et 161, Rue St-Charles (15^e^).
Télép. : SAXE 08 96 et 61-70

neutre étant mis à la terre, T_2 est un transformateur abaisseur **alimentant la charge L.** La résistance du générateur **est** x_1, **celle du transformateur** abaisseur est x_2, celle **du transformateur élévateur est** z ; **les** résistances des portions **de ligne du transformateur au point** A étant y_1 et y_2, la **résistance totale de la ligne est** y, E est **la** tension normale. — Si une **terre** existe en A, les courants **seront indiqués** par les flèches, la valeur du courant est $i = \frac{0,577\,E}{x_1 + z + y_1}$ (1). Soit maintenant la **figure** 2, **ou a dans** ce **cas** : $0,866\,E = i\,(x_1 + x_2 + y + 2y_1) + e$ et $2\,(e - iz) = i\,(y_2 + z)$ expression dont on tire

$$i = \frac{0,866\,E}{(x_1 + x_2) + \frac{3}{2}y + \frac{3}{2}y_1 + \frac{3}{2}z}.$$

Cette méthode peut être appliquée pour un **réseau** quelconque, **mais les équations** deviennent très compliquées **et** d'un **emploi peu pratique** ; **on peut diminuer** le travail **en** remplaçant le réseau par un circuit équivalent, cependant le problème est toujours assez compliqué : l'auteur donne un **exemple de calcul.** — E. B.

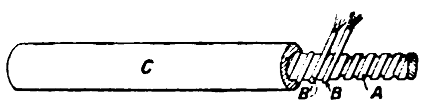
621.315.14 : 691.151. — La conservation des poteaux en cèdre ; Herbert W. Meyer. *Electrical World*, 29 septembre 1917, t. lxx, p. 610-611, 1 250 mots, 2 fig. — Résultat de l'inspection de 20 000 **poteaux. L'auteur estime qu'à cause** du **grand** nombre de facteurs intervenant dans la question il est **difficile** de prédire quelle sera la durée d'un poteau ; **néanmoins,** ses observations lui **ont permis de dresser un** tableau approximatif donnant ces durées **en** fonction du traitement subi par le poteau au moment de sa pose et de son **état de pourriture actuelle.**



621.315. — Moyen d'identifier les différents conducteurs d'un câble.

621.315. — Câbles électriques ; J.-O. Callender, Woking and Callender's Cable and Constructions Cy. *Brevet anglais n° 104 793*, 23 mai 1916. Bibliographié dans *Engineering*, 20 juillet 1917, t. civ, p. 79, 1 fig. — Cette invention est **relative aux câbles électriques** dans **lesquels un nombre** quelconque de conducteurs individuels, isolés les uns des autres sont enfermés dans un même tube. L'objet de l'invention est de procurer **un** moyen d'identifier l'un quelconque des conducteurs, quand le câble est ouvert en un point quelconque **de sa** longueur. Le moyen **consiste à** imprimer sur l'isolement **de chaque** conducteur, à intervalles **assez** rapprochés, des nombres ou des lettres, avant que ces conducteurs **ne soient** assemblés et torsadés. **Sur la figure** 1, on a représenté **un des** conducteurs du câble **multiple** c ; la lettre c désigne **les marques** imprimées sur chaque **conducteur** isolé. — E. B.

621.315+677.731. — Câbles électriques, British Insulated and Helsby Cables, Limited et E. A. Bayles, Helsby. *Brevet anglais n° 104 401*, 17 mars 1916. Bibliographié dans *Engineering*, 6 juillet 1917, t. civ, p. 2. — Un noyau de caoutchouc vulcanisé A est employé, sur **lequel le câble est exécuté en** enroulant le ou les conducteurs, isolés ou non isolés, **B B_1 autour** du noyau A qui peut être plein ou creux ; on couvre ensuite le câble ainsi constitué d'une couche de caoutchouc vulcanisé C d'épaisseur convenable et on vulcanise l'ensemble ainsi formé ; on a ainsi un câble continu formé de la réunion de A et de C **dans lequel les conducteurs B B_1 enroulés en spi**rales sont solidement enrobés entre le noyau et la couverture et isolés d'une manière efficace. — Un tel câble peut supporter une forte traction et, étant élastique, s'allonge proportionnellement à la charge sans soumettre le conducteur **à la moindre fatigue. Ce** modèle de câble peut donc être employé avantageusement comme câble mobile, pour



621.315. — **Câbles pour installations temporaires.**

les **installations temporaires**, etc., **toutes applications actuelles des** câbles dits flexibles, auxquels il est **nettement** supérieur.

621.315.2.00.26. — Utilisation des fragments de câbles ; K.-C. Campbell. *Electrical World*, 10 **mars** 1917, t. lxix, p. 466, 100 **mots**, 1 fig. — Le fragment est d'abord passé dans une **coupeuse qui** en **fait des** bouts d'une longueur convenable : ce **sectionnement** se **fait** sans que le câble soit écrasé. Les bouts **passent** ensuite **dans** une machine qui les dépouille, **séparant le plomb** de **l'isolant.** Le plomb peut être **immédiatement** revendu. **Les** bouts **passent** ensuite dans un **fourneau** qui brule **ce** qui **reste de l'isolant** ; la température est **réglée** de **façon** que **le** cuivre **ne puisse** fondre et **se** souder. A **la** sortie du four, le **cuivre est** emballé, prêt à retourner **sur** le **marché**. Ce procédé **est** employé par la Detroit **Edison Company.** — P. V.

621.315.4. — Caractéristiques de l'isolation des câbles haute tension ; W.-S. Clark et G.-B. Shanklin. *Electrical World*, 30 juin 1917, t. lxix, p. 1 256. — **Pratiquement,** toutes **les avaries des câbles souterrains à haute tension proviennent** de l'échauffement de **certains points. Or on sait que les** pertes **diélectriques augmentent rapidement avec la température** et qu'elles ont tendance, à leur tour, à augmenter encore la température ; elles constituent donc un facteur important dans la construction des câbles. Le câble isolé au papier — le plus employé — est susceptible des variations les **plus** étendues **dans** ses caractéristiques d'isolation. Des essais **furent entrepris, montrant** les **variations** des pertes **en** watts, du **facteur de puissance pour** 100, de la perméabilité relative et de la **résistivité spécifique avec** la température. — Les auteurs prétendent n'avoir jamais rencontré un câble avarié du fait d'une humidité initiale. Quelquefois l'humidité peut s'introduire aux joints, mais elle ne se propage pas loin le long du câble. — Des câbles isolés au caoutchouc protégé de plomb subissent un changement dans leur composition chimique du fait de la température ; c'est un point important à considérer. Une similitude remarquable existe entre les courbes de pertes en watts et de perméabilité, pour le caoutchouc, le cambric verni et quelques autres matières. On peut dire que l'isolant possédant la plus haute résistance électrique à température **élevée serait** le moins sujet à se détériorer aux points chauds, et serait par conséquent le meilleur. — C'est l'isolation au papier qui a les plus mauvaises caractéristiques de température, comparée au cambric verni et au caoutchouc. Le cambric verni est très stable et possède de bonnes qualités mécaniques. Le caoutchouc a les meilleures caractéristiques de température, mais les changements physiques qu'il subit empêchent son emploi aux températures élevées. — P. V.

621.315.52. — Caractéristiques des fils de fer au point de vue de leur utilisation comme conducteurs ; L.-W.-W. Morrow. *Electrical World*, 14 juillet 1917, t. lxx, p. 70, 900 **mots**, 3 fig. — Trois qualités furent essayées : acier Siemens-Martin (fils de 6,4 mm), acier Bessemer (7,9 mm) et acier E. B. B. (6,4 mm). On employa des conducteurs toronnés à 7 brins. On établit une ligne monophasée de 1,6 km de longueur, à 2 200 v, au moyen de **poteaux en bois,** les conducteurs étant espacés de 61 cm. — La résistance offerte au passage d'un courant à 60 p : sec n'est pas constante, à cause de l'effet Kelvin et des pro-

Digitized by Google

DYNAMOS & MOTEURS ÉLECTRIQUES

d'Occasion, garantis

LOCATION

de Machines ÉLECTRIQUES

de toutes puissances

Vente — Achat

Échange

ALEXANDRE MESSMER

RÉPARATIONS

REBOBINAGES

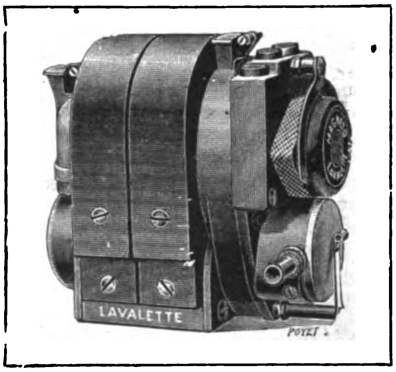
de Dynamos de tous Systèmes.

Location de Machines pendant les Réparations.

Ateliers
Magasins
Bureaux } 93, B^d^ Diderot, PARIS (12^e^)
Anciennement 15, B^d^ Davout.

TÉL. : Roquette 47-47
MÉTRO { Nation. Reuilly.

Magnéto Lavalette



TÉLÉGRAMMES :
ALLUMAUTO-PARIS

TÉLÉPHONE :
GOBELINS : 15-99

175, Avenue de Choisy, PARIS (XIII^e^)

priétés magnétiques du fer. Elle augmente rapidement jusqu'à la saturation, elle est ensuite presque constante ; toutefois le câble en acier Siemens-Martin ne présente pas d'effets de saturation. Sa résistance augmente moins rapidement avec le courant que celle des autres conducteurs essayés. Pour l'échelle de courant employé (de 0 à 50 A sous 2 200 V), on n'observe qu'une très petite différence dans le rendement de transmission entre Siemens-Martin et E. B. B., les pertes étant de plus de 35 pour 100 à 33 A. A la même charge, la régulation est de 50 pour 100. — Les essais mécaniques montrent que la ténacité du fil de fer permet l'emploi de plus grandes portées, ce qui nécessite moins de pylônes. Néanmoins, cet avantage est contre-balancé par le mauvais rendement de la ligne. — L'acier Siemens-Martin a le plus faible coefficient d'allongement et la plus grande ténacité. Sa résistance et sa réactance augmentent moins rapidement avec le courant que dans le cas des autres aciers, et avec des courants élevés, la résistance, la réactance et l'impédance sont respectivement moindres que les mêmes valeurs pour les autres types d'acier. — Ajoutons qu'il est douteux qu'on obtienne de meilleurs résultats par l'emploi d'alliages d'aciers. L'article s'accompagne de courbes et de tableaux donnant les résultats des essais. — P. V.

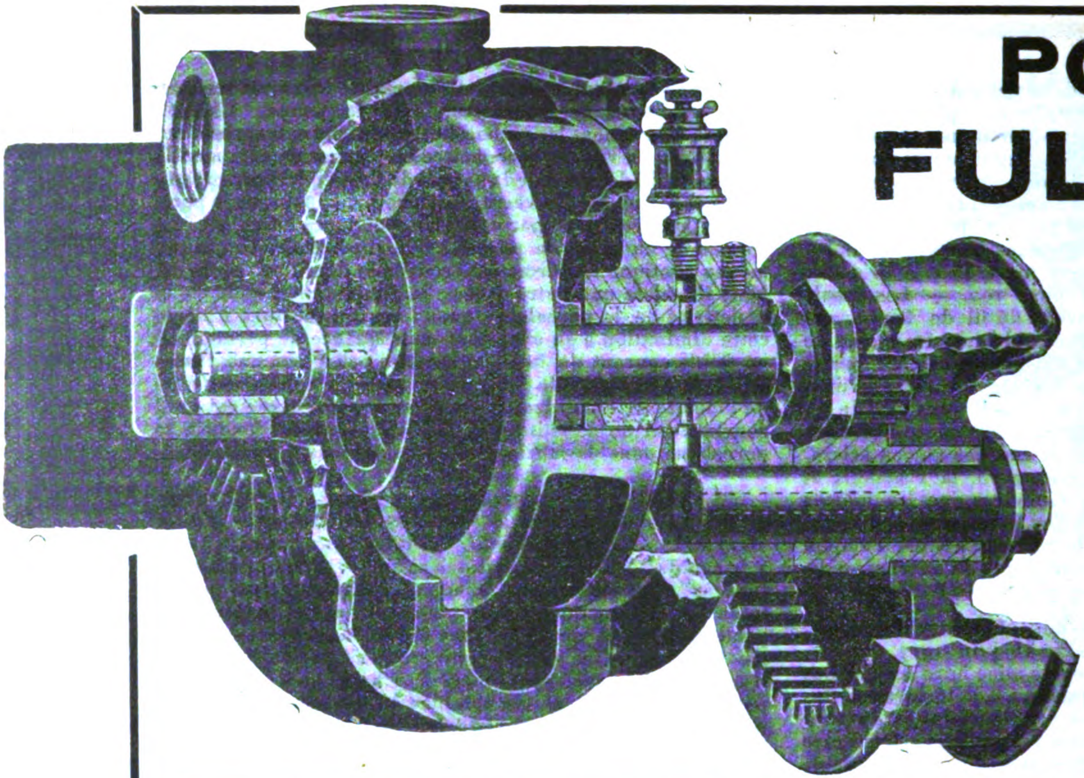
621.315.2.00.45. — Entretien des câbles souterrains ; John-L. Harper. *Electrical World*, 30 juin 1917, t. LXIX, p. 1256. — Les principales causes de mise hors service des câbles souterrains sont dues aux joints, à la détérioration des feuillards et surtout à l'échauffement. Si un joint est entouré d'un composé isolant n'ayant pas les mêmes caractéristiques que l'isolant du câble, il peut s'ensuivre des inconvénients car le mélange de deux isolants peut avoir des caractéristiques très différentes des isolants primitifs. Si un câble est coupé et suspendu pour être égoutté, une bulle d'air peut s'y introduire ; plus tard, quand il sera en service et entièrement chauffé, la bulle peut provoquer une élévation de température préjudiciable non seulement aux caractéristiques de l'isolant mais encore au câble lui-même. Le problème consiste à amener une rapide dissipation de la chaleur produite ; la qualité et la condition de la terre entourant le câble pourront jouer un grand rôle. L'auteur recommande d'humidifier la terre environnante en faisant circuler de l'eau à travers des tuiles poreuses, ou en inondant les conduits contenant les câbles. — P. V.

621.315.2.00.12--Méthode de calcul du courant à admettre dans un câble, basée sur la considération des pertes diélectriques et de la chaleur dissipée ; A.-F. Bang et H.-L. Louis. *Electrical World*, 30 juin, t. LXIX, p. 1257, 1 fig. — Déterminer la courbe des pertes diélectriques du câble ; soit A cette courbe ; soit B la courbe de la chaleur dissipée par le conduit et le câble. La température du sol à une distance suffisamment grande du conduit, où elle ne puisse être affectée par la chaleur dissipée par le câble, déterminera l'abscisse de la partie inférieure de la courbe B. Les watts indiqués par B sont égaux aux pertes totales (pertes diélectriques et pertes dans le cuivre). Par conséquent la perte qui peut être consentie dans le cuivre peut être déterminée graphiquement en soustrayant les pertes de A de celles de B, ce qui donne la courbe C. Le courant correspondant sera calculé par la formule $I = \sqrt{W : 3R}$ où W représente les watts indiqués par la courbe C, et où R est la résistance d'un conducteur (si le câble est à 3 conducteurs) à la température correspondante au point pris sur la courbe B. Un changement dans la température du sol causera un changement parallèle de la courbe de dissipation, provoquant une courbe de pertes dans le cuivre tout à fait différente. — P. V.

621.315.62.00.46. — Recherches effectuées sur les isolateurs à suspension en porcelaine en vue de déterminer leurs causes de détérioration par l'âge. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 943-945, 3000 mots, 3 fig., 1 tab. — Beaucoup d'isolateurs à haute tension en porcelaine perdent plus ou moins rapidement en service les qualités constatées aux essais de réception. Il conviendrait donc que ceux-ci fussent complétés par un essai permettant de prévoir comment les qualités primitives se modifieront avec le temps. L'article indique brièvement les recherches qui ont été entreprises aux Etats-Unis en vue de reconnaître les causes de ces modifications et de déterminer la nature de l'essai faisant prévoir celles-ci. Comme on le verra, la cause principale est la porosité de la porcelaine ; par suite, les isolateurs devraient être soumis à un essai de porosité : malheureusement, aucun moyen pratique ne permet de trouver le degré de porosité. Mais il existe une autre cause : la diminution rapide de la résistivité de la porcelaine quand sa température s'élève : cette diminution a en effet pour conséquence de permettre à un faible courant de fuite de prendre peu à peu une intensité considérable et de supprimer ainsi le rôle primordial de l'isolateur. L'une des conclusions de cette étude est qu'il conviendrait de substituer le quartz transparent fondu à la porcelaine dans la fabrication des isolateurs à suspension.

621.315.031.7. — Suppression des shunts et utilisation de la chute de tension le long des conducteurs ; Albert Martineau. *Electrical World*, 21 juillet 1917, t. LXX, p. 111, 1 100 mots. — Dans les stations ayant un grand nombre de feeders à courant continu, chacun transmettant une grosse intensité, la question de leur emplacement est importante, particulièrement quand ils sont logés dans des soubassements ; puisque les shunts pour grosses intensités occupent beaucoup de place, sont chers à acheter et à installer et peuvent causer des pertes notables et une mauvaise régulation de la tension, on a songé à leur remplacement eu égard à la place qu'on pourrait économiser de ce fait et aussi pour les autres raisons données. La première chose est de déterminer le courant absorbé par l'ampèremètre — qui est, réellement, un millivoltmètre — pour que l'aiguille soit déviée jusqu'au bout de l'échelle. De cette détermination résultent la résistance et la chute de tension à travers la bobine de l'appareil. Ensuite, il faut déterminer la distance de l'appareil au conducteur qui sera utilisé comme shunt. Connaissant la longueur des cordons de l'appareil et le courant total qu'il absorbe, la dimension de ces cordons et la chute de tension à leurs extrémités pour le courant déterminé sont connues. Si on a beaucoup d'ampèremètres, il est judicieux d'unifier la dimension des cordons, de choisir deux types, par exemple. Il faut ensuite choisir une longueur sur le conducteur, telle que la chute de tension dans cette longueur excède la somme des chutes dans la bobine et dans les cordons à pleine déviation de 30 à 50 pour 100. La partie du conducteur choisie pour « shunt » sera en ligne droite, de préférence, et très accessible. On peut y connecter les cordons de différentes façons. Si le conducteur est une barre, on y fera des trous et on fixera les cordons au moyen d'écrous ; s'il est formé de plusieurs barres, on peut n'en employer qu'une ; cependant, il est préférable de les employer toutes. La chute de tension est proportionnelle au courant, mais elle n'a pas une valeur constante pour un courant donné ; cela dépend de la température du conducteur. L'erreur serait idéalement compensée si la résistance du circuit de l'appareil variait comme la résistance du conducteur. On a vu que la chute de tension le long du shunt improvisé est prise plus grande que la somme des chutes dues à la bobine et aux cordons de l'appareil. Si maintenant on pouvait construire une bobine de résistance telle que la chute soit suffisante pour absorber la tension en excès aux bornes du shunt et si, de plus, cette bobine était constituée de même métal que le conducteur-shunt et portée à la même température, la résistance augmenterait avec la température dans la même proportion que celle du shunt et l'ampèremètre ne serait plus affecté par les variations de température. Dans la pratique, on se sert de bobines de compensation, qui ont de plus l'avantage d'être facilement changées si on désire modifier la résistance du circuit de l'appareil. Prenons un exemple. L'intensité à mesurer est de l'ordre de 2 000 A. La section de la partie du conducteur choisie comme shunt mesure 7,6 cm × 12,7 mm ; la tension et le courant nécessaires pour produire

Digitized by Google



POMPE FULFLO

FULFLO, malgré sa petitesse, débite cinq fois plus que n'importe quelle autre pompe de même dimension. Elle ne peut ni s'encrasser ni se boucher. Cette pompe ne comporte aucun organe délicat ni soupape.

PARIS, 47, boulev. Magenta. LYON, 39, cours de la Liberté. | Soc. Ano. ALFRED HERBERT | Tél. : NORD 37-64, 67.39, 70-1 Télég. : HEXAGON-PARIS

Adr. télégr. : Leclique-Paris.

"L'Éclairage Électrique"

Société Anonyme au capital de 25.000.000 francs

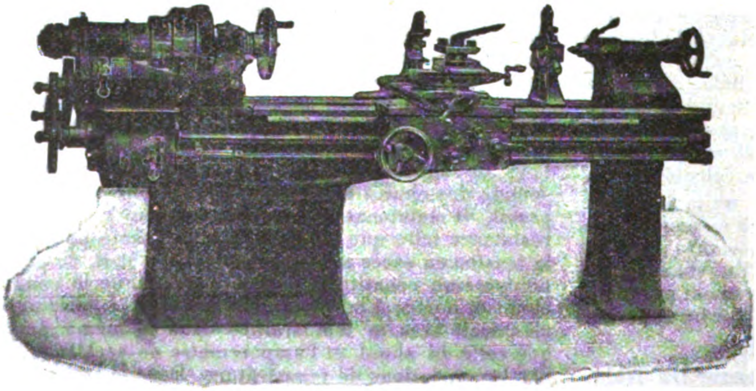
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS (8e)

Téléphone : Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS DE PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES

Perceuses Radiales

etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

Digitized by Google

une déviation complète de l'ampèremètre sont 0,02472128 v et 0,0304 A, les cordons ont une résistance de 0,0126 ohm. La chute de tension dans ces derniers sera, pour un courant maximum, 0,00038304 v. Supposons que 50 pour 100 de la chute totale soient absorbés par la bobine de compensation; la chute dans le shunt devrait être de 2 × (0,02472128 + 0,00038304), ou environ 0,05 v. Pour le courant maximum (2 000 A) la résistance entre les points de branchement des cordons doit donc être 0,05 : 2 000 = 0,000025 ohm et la longueur à choisir 1,67 m. Comme la chute dans le shunt, après que les cordons furent branchés, atteignit 0,0518 v, on ajusta la bobine de compensation pour qu'elle absorbe 0,0518 — (0,02472128 + 0,00038304) = 0,02662 v; sa résistance devait donc être de 0,02662 : 0,0304 = 0,8756 ohm. — P. V.

537 311. — Sur la résistance des conducteurs au courant alternatif. — I. Recherches expérimentales sur l'effet pelliculaire dans les rails d'acier. *R. G. E.* 14 juillet 1917, t. II, p. 46-54, 2700 mots, 10 fig. 3 tab. — Toutes les théories qui ont été imaginées pour expliquer l'accroissement de résistance des conducteurs magnétiques en courant alternatif ont le défaut commun de partir de conceptions trop générales ; aussi, dès que l'on cherche à appliquer leurs formules au fer et à l'acier, on constate des différences considérables entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées. Cette faillite de la théorie provient, sans aucun doute, du manque de données expérimentales capables de projeter un peu de lumière sur les causes de l'effet pelliculaire. On lira donc avec intérêt les résultats rapportés et extraits d'un mémoire de M. Kennelly sur la résistance des rails en courant alternatif; cette étude complète les essais de M. Villiers (S. I. E. décembre 1911) et donne une certaine confirmation à la théorie de M. Brylinski sur la résistance du fer en courant alternatif (S. I. E. mars 1912, voir aussi juin 1906).

537.311. — Sur la résistance des conducteurs au courant alternatif. — II. Recherches expérimentales sur l'effet pelliculaire dans les conducteurs de forme quelconque aux fréquences comprises entre 10000 et 100000 p : sec. *R. G. E.* 21 juillet 1917, t. II, p. 90-97, 5 400 mots, 11 fig. — Dans cette deuxième partie sont résumés les résultats de mesures sur l'effet pelliculaire dans des conducteurs en cuivre de forme quelconque : fils massifs, fils toronnés, câbles, rubans, tresses et tubes, pour des fréquences comprises entre 10000 et 100000 p : sec. Ce sont les câbles tressés qui occasionnent le moins de pertes, c'est-à-dire qui présentent la plus faible résistance au courant alternatif; cette conclusion se trouve d'accord avec l'étude de H. Rikli (*R. G. E.*, 12 mai 1917, p. 727), qui signale le grand avantage de la substitution de câbles tressés et pressés aux barres massives, pour constituer les enroulements. Pour ces conducteurs non magnétiques, il y a une concordance remarquable entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées.

621.315.52. — L'emploi du fer pour les petites lignes à haute tension ; W.-T. Ryan. *Electrical Review*, 12 septembre 1917, t. LXXI, p. 496-500, 5 500 mots, 16 fig. — Caractéristiques des fils de fer sous charge alternative.

621.315.15. — Caractéristiques des électrolytes destinés aux parafoudres ; G.-C. Dill. *Electrical World*, 16 juin 1917, n° 24, t. LXIX, p. 1168, 450 mots, 1 fig. D'après *Electric Journal*, juin 1917. La plus grande partie des perturbations qui se produisent dans le fonctionnement des parafoudres est due à l'impureté de l'aluminium ou de l'électrolyte ou à la malpropreté des vases électrolytiques. Il y a quelques années, les fabricants fournissaient l'électrolyte sous forme solide, laissant aux consommateurs le soin de faire la dissolution. Ce procédé dut être bientôt abandonné, fournissant de mauvais résultats par suite de l'impureté de l'eau généralement employée. Le nombre d'éléments employés pour un parafoudre électrolytique à une certaine tension dépend du voltage critique de l'électrolyte employé. C'est pourquoi, avec des parafoudres de différentes fabrications ou à des stages différents de leur développement, on ne peut pas employer indifféremment n'importe quel électrolyte. Leurs propriétés caractéristiques doivent être connues. Les électrolytes employés au début avaient une température de sécurité ne dépassant pas 100° et qui était due à leur composition chimique. Actuellement, les électrolytes peuvent supporter une température de 135°. Leur température de congélation est de 18 à 25° F. La congélation réduit la conductibilité, mais celle-ci reprend sa valeur normale lorsque l'électrolyte revient à l'état liquide.

APPLICATIONS MÉCANIQUES

621.313.21.031.5 — Sur le diagramme de fonctionnement des moteurs à répulsion ; L.-C. Barbillion. *R. G. E.*, 23 juin 1917, t. I, p. 963-971, 6000 mots, 16 fig. — L'auteur donne, dans cet article, un nouveau diagramme de fonctionnement des moteurs à répulsion. La méthode qu'il expose pour arriver à l'établissement du diagramme pourrait s'appliquer également à tous les moteurs à courants alternatifs à collecteur, et permettrait d'obtenir les diagrammes des nombreux types de ces moteurs.

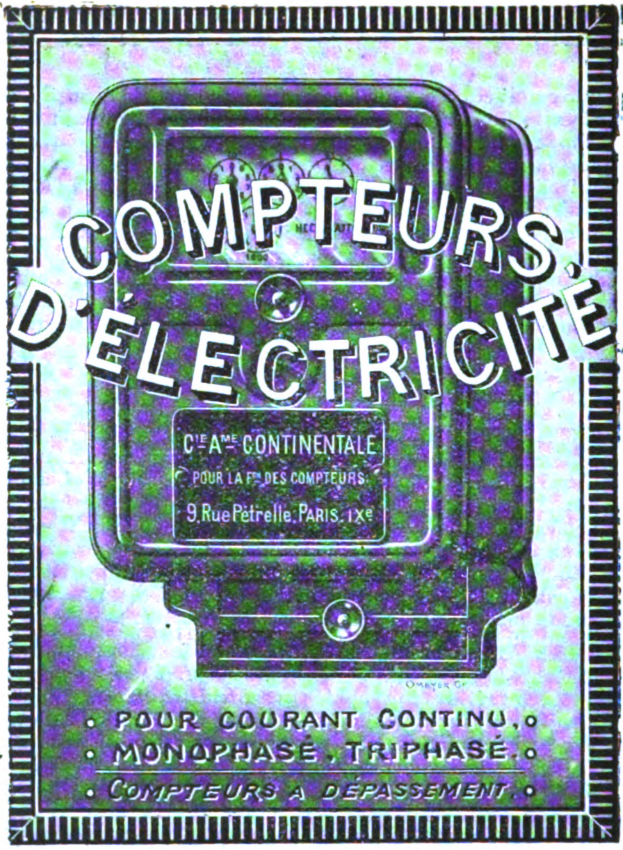
621.313.23.00.41. — Amélioration du fonctionnement des moteurs synchrones ; A.-R. Bullock. *Brevet américain n° 1 223 472*. Bibliographié dans *Electrical World*, 14 juillet 1917, t. LXX, p. 60, 100 mots. — Lorsqu'on emploi un moteur synchrone en liaison avec certains appareils à courant alternatif, il est nécessaire que le moteur soit toujours en parfait synchronisme avec la génératrice fournissant le courant, c'est-à-dire qu'il doit pouvoir suivre de très près toutes les variations de vitesse angulaire de la génératrice. L'auteur montre qu'on peut arriver à cela en excitant le moteur avec un champ de beaucoup inférieur à son champ d'excitation normal. La régulation est si précise, qu'on a trouvé qu'un certain point du rotor d'un moteur de 1/2 cheval ne variait même pas de 0,8 mm pour un rayon de 17,8 cm, relativement au point homologue du rotor de l'alternateur. — P. V.

621.313 25 031.5. — La modification des caractéristiques du moteur d'induction sous l'influence des changements qui peuvent se produire dans l'alimentation ; J.-T. Appleton. *General Electric Review*, t. XX, p. 475-478, 2 400 mots, 3 fig. — Les caractéristiques du moteur d'induction sont intimement liées entre elles, et dépendantes l'une de l'autre. L'échauffement du moteur dépend de la charge, de la durée de fonctionnement, des conditions particulières de construction, notamment si le moteur est fermé. Les pertes d'énergie dans le fer sont pratiquement indépendantes de la charge, celles dans le cuivre varient comme le carré du courant. Le rendement dépend de la charge, de la perte fixe dans le fer et de la résistance des enroulements. Le facteur de puissance dépend du courant magnétisant du moteur et de la réactance de la machine ; on a

$$(1) \qquad P.F = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{IM}{I} + \frac{IX}{C}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}}$$

si les valeurs entrant dans la formule viennent à être modifiées, le facteur de puissance *PF* s'en trouvera également affecté. Le couple de démarrage varie comme le carré de la tension, il est inversement proportionnel à la fréquence et à la troisième puissance de la fréquence. Le couple en marche normale dépend de la tension aux bornes, de la fréquence et des résistances du stator et du rotor. Le couple maximum est proportionnel au carré de la tension aux bornes, inversement proportionnel à la fréquence et inversement proportionnel à la résistance du stator et à la réactance totale. La puissance maximum disponible est proportionnelle au carré de la tension aux bornes et est inversement proportionnelle à la résistance totale et à l'impédance du moteur. — E. B.

Digitized by Google

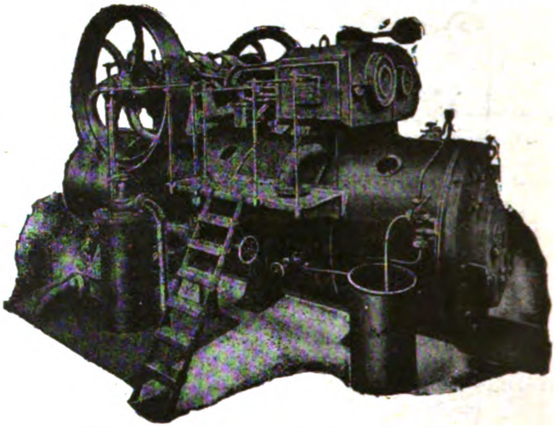


Société des Anciens Établissements

WEYHER & RICHEMOND

Société Anonyme. Capital 4.400.000 francs.

52, Route d'Aubervilliers, PANTIN (Seine).

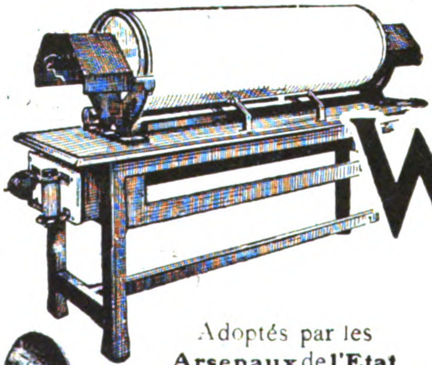


Mi-fixe Compound à surchauffe.

La **force motrice** la plus **économique**, la plus **pratique**, jusqu'à 350 chevaux.

MI-FIXES toutes puissances.

Tous travaux MÉCANIQUE GÉNÉRALE.



Avec

Les Appareils WESTINGHOUSE Cooper Hewitt

n'importe qui

tire des **BLEUS IMPECCABLES**

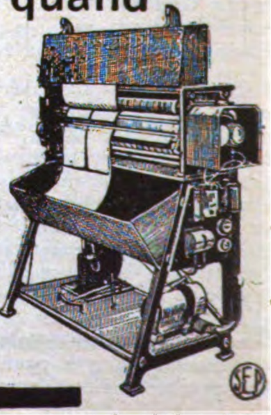
n'importe où

n'importe quand

Adoptés par les **Arsenaux de l'Etat** et la plupart des **Grandes Usines** déjà éclairées par le même système

Avec la plus grande
RAPIDITÉ
la plus grande
FACILITÉ
ÉCONOMIQUEMENT

Demander notre Tarif 249.



THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT Co Ltd

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewitlight-Suresnes.* — USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE **SURESNES, près PARIS** **11, Rue du Pont.** — TÉLÉPHONE WAGRAM 86.10

Digitized by Google

621.313.1.00.12. -- **Courbes de freinage des moteurs série**; A. Jackson. *General Electric Review*, juin 1917, t. xx, p. 462-467, 3 200 mots, 9 fig. — L'emploi du freinage électrique augmente continuellement à cause de sa flexibilité et de la facilité avec laquelle on peut dissiper l'énergie libérée; dans certains cas le freinage mécanique donne d'excellents résultats; cependant, on peut affirmer que le freinage électrique lui est nettement supérieur. Dans quelques applica-

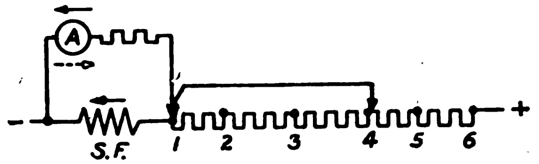


Fig. 1

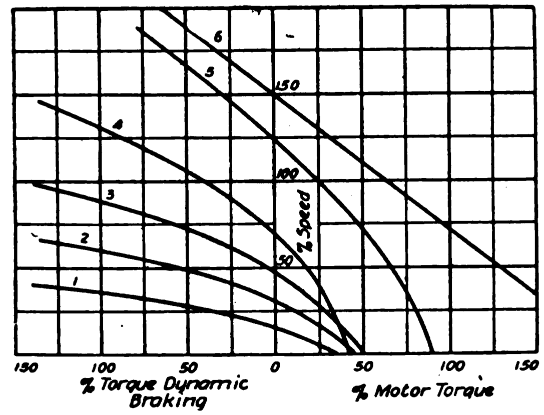


Fig. 1a

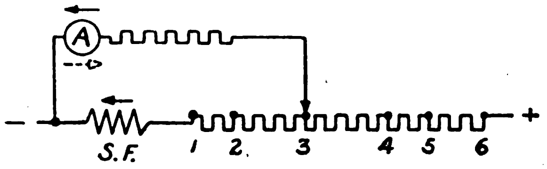


Fig. 2

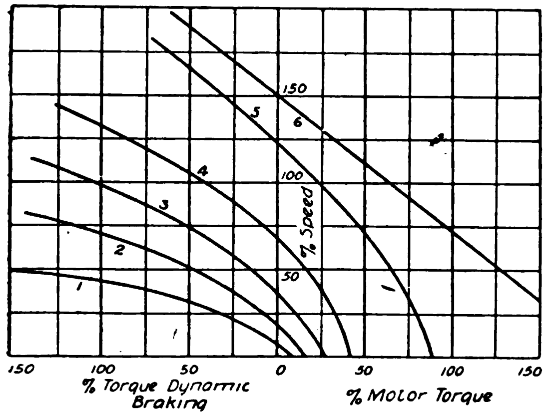


Fig. 2a

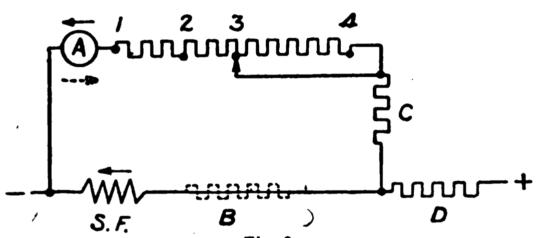


Fig. 3

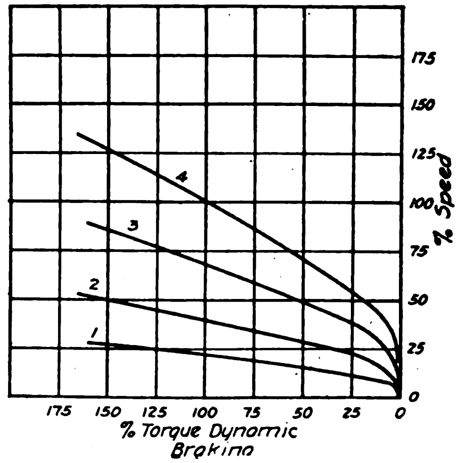


Fig. 3a

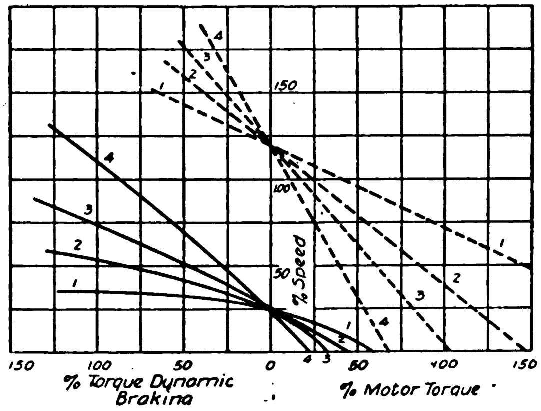


Fig. 3b

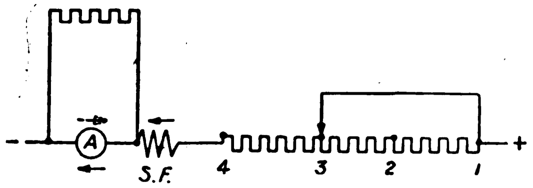


Fig. 4

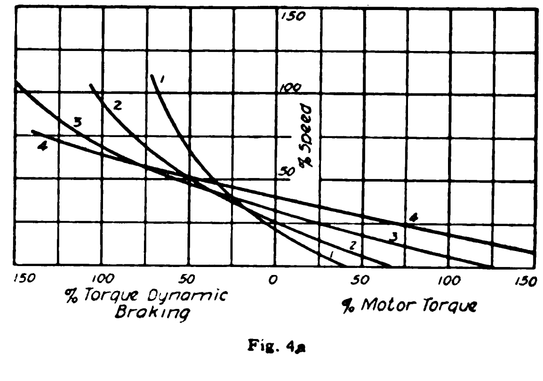
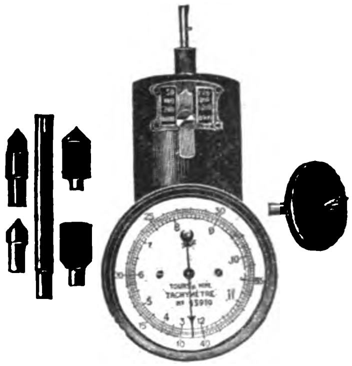


Fig. 4a

Digitized by Google

ATELIERS DE CONSTRUCTION
D'INSTRUMENTS DE PRÉCISION

Otto Biland



S^T-IMIER (Suisse)

Maison exclusivement Suisse fondée en 1906.

MONTRES

pour

LES USAGES TECHNIQUES

TACHOSCOPES

et

COMPTEURS DE TOURS

Marque de Fabrique

APPAREILS GRAPHIQUES

POUR

LES RECHERCHES MÉDICALES

ET

PHYSIOLOGIQUES

TACHYMÈTRES

BILAND

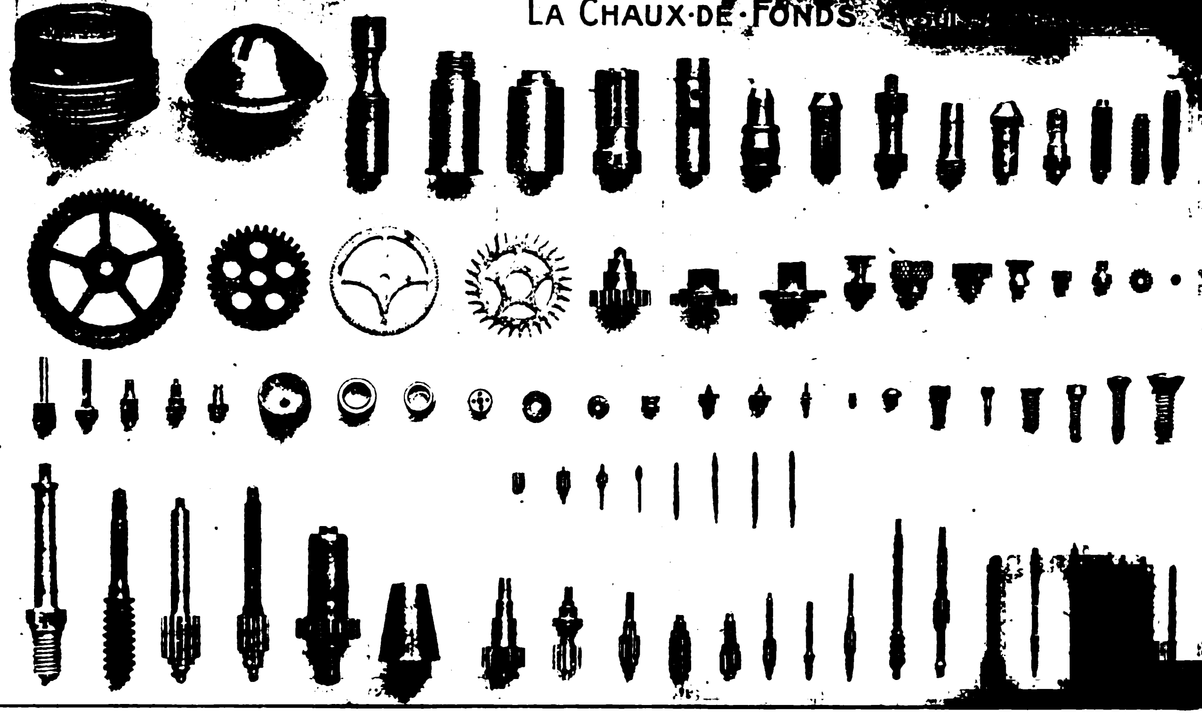
MÉDAILLE D'OR

Exposition nationale suisse à Berne 1914.

FABRICATION DE COMPTEURS SPÉCIAUX SUR DEMANDE

MANUFACTURE ISOMETRIC · ZISSET

LA CHAUX-DE-FONDS



DÉCOLLETAGE & TAILLAGE EN TOUS GENRES

TÉLÉPHONE 5 19

Digitized by Google

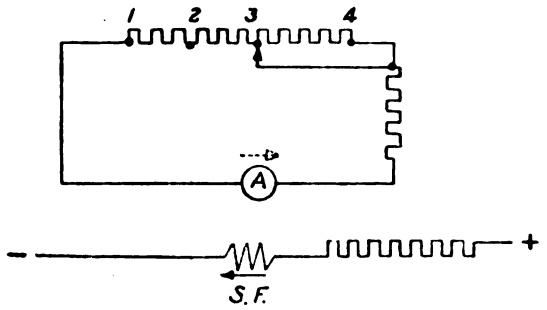


Fig. 6.

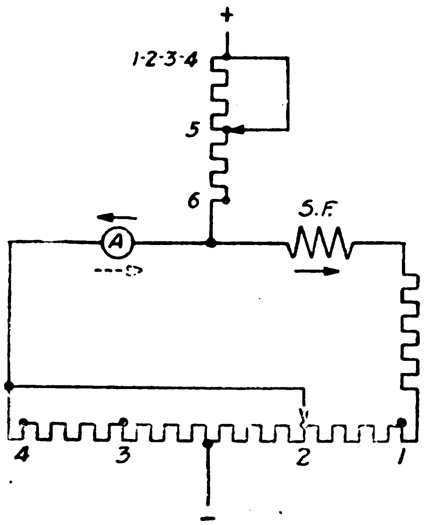


Fig. 8.

621.313.1.00.12. — Montages divers pour le freinage électrique des moteurs série et courbes correspondantes des couples de freinage et des vitesses.

tions, les moteurs sont à excitation shunt et il est alors facile de déterminer les courbes caractéristiques de freinage, si l'excitation demeure constante pendant ce freinage, car alors les variables sont uniquement dans le circuit de l'induit. Avec un moteur à excitation série, le courant peut varier dans le circuit d'excitation et le circuit de l'induit simultanément ou indépendamment. L'objet de cet article est de montrer et d'expliquer les relations les plus employées entre le couple et la vitesse en même temps que les diagrammes schématiques au moyen desquels ces résultats sont obtenus. La figure 1 montre le dispositif utilisé le plus fréquemment dans le cas d'une commande à main du contrôleur et s'applique aux appareils de levage pour lesquels il est essentiel de disposer d'un couple de freinage énergique ainsi qu'une régulation facile de la vitesse à la descente à vide ou en charge. La figure 1*a* montre qu'avec les valeurs particulières de la résistance, le couple au démarrage n'est jamais moindre que 35 pour 100 du couple normal, ce qui est largement suffisant dans tous les cas ; si on suppose maintenant que, après le démarrage, le couple résistant diminue à 20 pour 100 du couple normal, la courbe montre que la vitesse, au plot 6, atteindra 134 pour 100 de la vitesse normale. Cette grande vitesse est avantageuse pour le levage du crochet à vide ou pour le levage de petites charges. Au passage des courbes au couple nul, le courant dans l'armature est nul ; la force électromotrice de l'induit tournant dans le champ excité séparément, est égale à la chute ohmique dans l'inducteur ; le point de couple nul existe pour toutes les courbes. La figure 2 montre une variante du schéma précédent, la figure 2*a* fait cependant voir que les courbes couple-vitesse obtenues aux points 1, 2 et 3 sont tout à fait différentes de celles de la figure 1*a*. Pour les points 4, 5 et 6 les résultats sont tout à fait identiques. Les couples de démarrage sont ici 10, 18 et 27 pour 100 alors qu'ils étaient 35, 45 et 50 pour 100 dans la figure 1*a*. La courbe de régulation de la vitesse n'est pas aussi bonne dans le dernier cas que dans le premier, la raison en est que l'excitation du moteur est plus faible par suite de l'emploi de résistances plus grandes dans ce circuit. La figure 3 montre une autre disposition des résistances, les courbes de la figure 3*a* donnent les vitesses correspondantes en fonction du couple de freinage. La figure 3*b* donne les mêmes courbes lorsque la résistance B est intercalée, les caractéristiques en lignes pointuées correspondent au cas où la résistance D est supprimée. La figure 4 montre une disposition différente ; l'inducteur SF est ici en série avec l'induit ; dans ce cas, le courant de freinage diminue le courant d'excitation, le réglage de la vitesse est alors assez défectueux ; la figure 4*a* donne les caractéristiques de freinage obtenues avec ce dispositif, les courbes varieraient d'ailleurs en même temps que la résistance en parallèle avec l'induit. D'autres courbes sont données et correspondent à des dispositifs identiques dans lesquels un réglage de la résistance en parallèle avec l'armature est prévu. La figure 6 montre une disposition plus rarement employée, le couple moteur est nul ; les caractéristiques sont alors des lignes droites, la consommation est importante et constante pour l'excitation. La figure 7 montre le fonctionnement en génératrice série, les courbes sont identiques à celles de la figure 3*a*. Si le sens de rotation est inversé, la machine se désamorce et le couple de freinage est nul. Un nombre presque illimité de combinaisons peut être imaginé, celle représentée par la figure 8 est particulièrement recommandable. Nous avons conservé aux figures le numéro d'ordre du texte original. — E. B.

621.313.00.3. — Tendances actuelles pour l'emploi des moteurs; L. Merril. *General Electric Review*, juin 1917, t. xx, p. 445-449, 1 600 mots, 16 fig. — Cet article passe en revue le développement actuel des méthodes d'application des moteurs électriques. En premier lieu, le moteur électrique était employé au lieu et place de la machine à vapeur commandant l'usine et, dans bien des cas, cette machine à vapeur était maintenue en place pour, au besoin, remplacer sans délai, le moteur électrique, dans le cas d'une défaillance de sa part. La deuxième étape consista essentiellement en la séparation des ateliers, jusqu'alors dépendants d'un même arbre de transmission général, et par l'application à la commande de chacun de ces ateliers, d'un moteur électrique ; de cette manière se trouvèrent éliminées les pertes importantes provenant de l'arbre général de commande, pertes considérables dans certains cas. Plus tard encore, on trouve avantageux d'aller plus loin dans cette séparation de la commande qui devint commande par groupes et même commande individuelle des machines utilisant la force motrice, ces diverses combinaisons assurent un bénéfice non négligeable dans la plupart des cas. — Il restait cependant encore un pas à faire ; la commande individuelle d'un appareil nécessite, en dehors de cet appareil même, un certain nombre d'éléments accessoires tels que poulies, courroies, tendeurs, relais d'engrenages et même plaques de fondation spéciales ; l'espace occupé est plus considérable qu'il ne serait nécessaire si le moteur était monté directement sur l'appareil ou machine-outil. — Ce pas a été franchi et actuellement un grand nombre de machines sont étudiées pour recevoir la commande électrique directe, sans intermédiaire, l'ensemble est alors compact et tout à fait satisfaisant, aussi bien au point de vue de l'apparence qu'au point de vue de l'exploitation ; l'espace épargné par cette solution permet d'augmenter la production d'un atelier déterminé, la suppression des poulies et des courroies procure une sécurité plus grande pour le personnel ; l'auteur insiste sur ces avantages et un certain nombre

Digitized by Google

Contacts électriques en Tungstène

PLUS EFFICACES ET BEAUCOUP MEILLEUR MARCHÉ QUE LE PLATINE

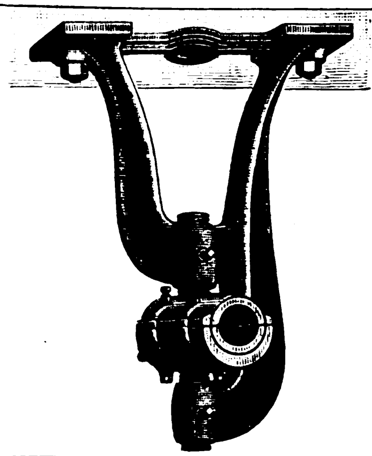
Recommandés pour l'emploi dans les appareils à Rayons X, les Bobines d'Induction, les Manipulateurs de Télégraphie et toutes constructions analogues demandant une fréquente création et interruption de courant électrique.

Indiqués également dans les Moteurs à Gaz, Contrôles de circuit et tout autre emploi similaire.

DEMANDER RENSEIGNEMENTS

L. P. S. ELECTRICAL COMPANY, 14, Howick Place, Westminster, LONDRES

Adresse télégraphique : *Engineyor, Sorest, London.*



TRANSMISSIONS

MODERNES

PALIERS à ROTULE — PALIERS à Roulements à Billes

EMBRAYAGES à friction, système BENN, invention anglaise B. S. G. D. G.

ENROULEURS automatiques de courroies, B. S. G. D. G.

et tous autres organes de transmission.

WYSS & Cie, SELONCOURT (DOUBS)

COMPTOIR INDUSTRIEL D'ÉTIRAGE & PROFILAGE DE MÉTAUX

107, 109, 111, 113, Avenue Philippe-Auguste, **PARIS** (xie).

Téléphone : Roq. 24.71 — 73.91 *Métro* : Philippe-Auguste.

Aciers, Laitons, Cuivres et Alliages, Zinc, Aluminium, etc.

PROFILS DE HAUTE PRÉCISION

pour Armes de toutes natures, Constructions Mécaniques et Électriques.

AUTOMOBILES, AÉRONAUTIQUE, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

Instruments de Précision, Appareils pour Sciences et Mathématiques,

ACIERS COMPRIMÉS — ESSAIS A LA TRACTION

RECUIT ET ÉTIRAGE A FAÇON — RONDS, CARRÉS ET SIX PANS POUR DÉCOLLETAGE

Digitized by Google

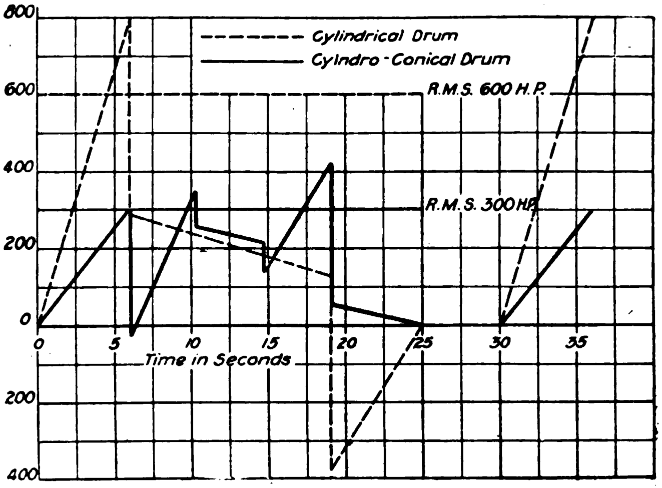
de photographies de machines et appareils à commande individuelle spéciale illustrent l'article. — E. B.

621.313.00.12. — Etudes sur la durée des démarrages des moteurs à courant continu et d'induction : J. Saint-Germain. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 37, 3000 mots, 3 fig. — L'auteur, comme suite à un article paru dans l'« Industrie électrique » du 10 août 1913, donne deux méthodes, l'une graphique et l'autre algébrique pour calculer la durée des démarrages des moteurs à courant continu et des moteurs d'induction munis de rhéostats de démarrage. Il applique ensuite les méthodes dont il fait d'abord l'exposé, à quelques cas particuliers.

621.313 + 621.349. — Emploi d'un moteur horizontal comme moteur vertical. *Electrical World*, 8 septembre 1917, t. LXX, p. 481, 800 mots, 2 fig. — Il s'agit d'un moteur de 200 ch, 1800 t : min que, dans une installation de fortune, on employa à la conduite de pompes à arbre vertical. On y fit quelques modifications que l'article décrit avec 2 figures à l'appui.

621.43 + 621.413.1. — Perfectionnement dans les systèmes de démarrage de moteurs à explosion. Ch. Franklin Kettering et W.-A. Chryst. *Brevet français n° 483.379*, demandé le 24 mai 1915, délivré le 6 avril 1917, publié le 29 juin 1917, 4700 mots, 8 fig. — Le système comprend une machine dynamo pouvant fonctionner comme moteur ou comme générateur; l'invention consiste à régler plus efficacement le débit de la machine électrique lorsqu'elle fonctionne comme générateur et de maintenir ainsi ce débit dans des limites déterminées à l'avance.

621.345 : 622.67. — Machines d'extraction électriques : L. Sage. *General Electric Review*, juin 1917, t. XX, p. 433-444, 6000 mots, 16 fig. — L'auteur examine les facteurs qui déterminent l'adoption de l'électricité pour la commande des machines d'extraction : la sécurité et la facilité du service obtenues avec ce mode de commande viennent en premier lieu, une sécurité supplémentaire existe du fait que, dans le cas où le frein mécanique vient à manquer, le freinage électrique peut être immédiatement appliqué, ce qui, dans bien des cas, peut sauver des vies humaines. — Les frais d'exploitation ont également une grande importance, et dans bien des cas cette partie du problème suffit à déterminer le mode de force motrice à employer. Les machines d'extraction à vapeur sont, en général, peu économiques, et leur consommation de vapeur est souvent considérable, et, étant donné que les frais de premier établissement sont approximativement les mêmes, la commande électrique est de plus en plus en faveur. Trois systèmes principaux de commande électrique sont employés : le moteur asynchrone avec réglage par résistance, le moteur à courant continu avec système Ward-Leonard et le moteur à système à courant continu avec système Ward-Leonard et volant égalisateur. — Le diagramme de la figure 1 représente la charge d'une machine d'extraction actionnée par un moteur d'induction, le tambour d'enroulement du câble est cylindrique, les surfaces hachurées représentent les pertes dans les résistances et le moteur. Les dimensions du moteur sont déterminées en calculant la racine carrée de la moyenne des carrés des puissances absorbées, c'est-à-dire à l'aide de la valeur « chauffante » du cycle. Dans le cas de machines à cages équilibrées, il est souvent nécessaire que le moteur soit capable de démarrer le système entièrement déséquilibré et ses dimensions sont alors déterminées par le couple maximum à fournir dans ce cas. Il est possible, en outre, d'obtenir une amélioration sensible du diagramme de puissance en utilisant un tambour de câble spécialement étudié et de forme cylindro-conique telle que le couple au démarrage soit notablement réduit ; l'auteur donne les deux diagrammes obtenus avec un tambour cylindrique et un tambour cylindro-conique, le bénéfice peut être considérable, la puissance en pointe passe de 800 ch à 300 ch, le moteur peut être choisi de dimensions beaucoup plus petites, la charge moyenne efficace passant de 600 à 300 ch ; le rendement total dans ce premier cas ne dépassait pas 25 pour 100, il atteint, avec le deuxième système, la valeur de 50 pour 100. — La mise en marche et l'arrêt sont effectués à l'aide de contrôleurs automatiques à commande électrique, l'article en montre un certain nombre de figures ainsi que des diagrammes de démarrage ; ces appareils sont établis pour 2200 v ou 500 v. — Dans certains cas, des rhéostats à liquide, avec commande par pompe, sont utilisés, la difficulté principale à surmonter est alors la réalisation de l'isolement des plaques qui doivent être très nombreuses et très rapprochées pour obtenir une perte de charge très faible en marche normale ; au démarrage ou au freinage avec contre-courant, la tension entre plaques peut être très élevée et il en résulte des difficultés sérieuses ; l'article contient la description sommaire d'un dispositif évitant cet inconvénient. — Dans le système Ward-Leonard, la tension appliquée aux bornes du moteur d'extraction est variable à volonté ; l'excitation nécessaire pour le moteur et le générateur est fournie par un petit groupe indépendant. En général, la vitesse de la machine d'extraction est réglée automatiquement ; pour éviter les pointes sur le réseau, lorsque la capacité de ce dernier est petite, on peut encore employer un dispositif de réglage de la vitesse au groupe générateur ; il est encore préférable d'utiliser le système Ilnger-Ward-Leonard qui permet de supprimer ou de diminuer l'importance des pointes à l'aide du glissement du groupe générateur, glissement réglé de manière à profiter de la force vive d'un volant calé sur l'arbre du groupe générateur. Le glissement est réglé automatiquement à l'aide d'un rhéostat commandé par le courant alimentant le moteur asynchrone du groupe ; l'article donne un certain nombre de descriptions de ces appareils ainsi que des photographies de groupes convertisseurs et de moteurs d'extraction. — E. B.

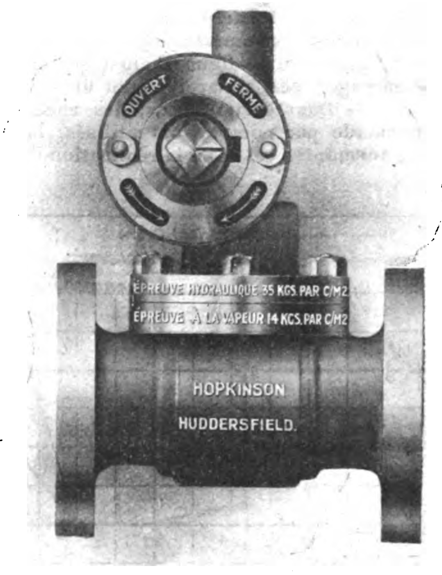


621.345 : 622.67. — Comparaison des diagrammes de puissance obtenus avec tambours cylindriques et tambours cylindro-coniques.

J. HOPKINSON & C^o L^TD

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

94, Rue Saint-Lazare, PARIS



VALVES et APPAREILS pour CHAUDIÈRES

VALVE DE VIDANGE "HOPKINSON"

N'EST PAS UN ESSAI, MAIS UN SUCCÈS BIEN ÉTABLI
PLUS DE : **100000** EN SERVICE

AVANTAGES SUR TOUS LES AUTRES APPAREILS

Facile à manœuvrer sous toutes pressions
Toutes dilatations et contractions entièrement prévues sous toutes températures
Passage direct et parfaitement libre
Sièges et disques démontables et renouvelables,
en métal "PLATNAM" Hopkinson, spécial pour les mauvaises eaux
Munie du pignon "OPLOK"
supprimant tout effort sur les dents du pignon et de la crémaillère

Catalogues illustrés — Renseignements et Références sur demande.

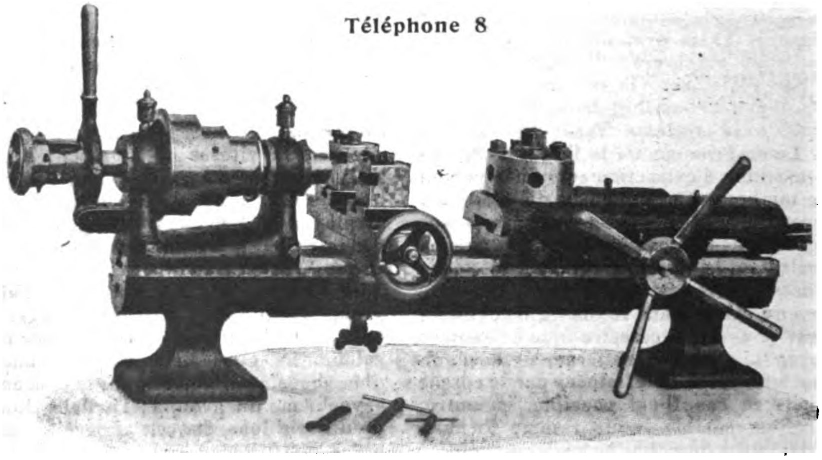
Albert Voumard

Ingénieur-Constructeur

Tramelan (Suisse)

Téléphone 8

CONSTRUCTION SOIGNÉE



CONSTRUCTION SOIGNÉE

Tour revolver à 5 outils.

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

656(063). — Première réunion de la section des transports du Comité scientifico-tecnico pour le développement de l'industrie nationale. *Rivista tecnica delle Ferrovie italiane*, juin 1917, t. XI, p. 293-299, 3600 mots.

621.31 : 31. — Le bilan de l'industrie électrique en 1916. *L'Industrie électrique*, 10 mai 1917, p. 166-171 ; 25 avril 1917, p. 146.

621.31(43). — L'industrie électrique en Allemagne ; F. Loppé. *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. II, p. 348-350, 2 000 mots. — Dans cet article l'auteur signale une série de notes publiées dans les récents numéros de l'*E. T. Z.* et relatives à la crise du cuivre, à la situation économique après-guerre, à la réglementation du titre d'ingénieur en Autriche, etc.

338(73). — Coup d'œil sur l'industrie et les affaires en Amérique. *Electrical Review* (Chicago), 1er septembre 1917, t. LXXI, p. 367-372, 6500 mots. — Interviews de grands industriels et hommes d'affaires sur le présent et l'avenir.

621.3(43.1). — L'électricité en Prusse. *Engineering*, 20 avril 1917, t. CIII, p. 381, 1 400 mots.

621 311 : 381.86. — L'organisation commerciale des entreprises de production d'électricité; Ralph-T. Schuettge. *Electrical Review and West El.*, 20 janvier 1917, t. LXX, p. 112-113, 800 mots, 2 tab.

338. (67). — Commerce dans le Sud-Africain. *Electrical Review*, 10 août 1917, t. LXXXI, p. 141, 1 400 mots. — On peut presque dire sans exagération qu'il n'y a pas d'industrie technique dans le Sud-Africain. — La fourniture en appareillage électrique, antérieurement assurée par l'Allemagne, l'est aujourd'hui par les Etats-Unis et le Japon.

FINANCES

657.37(965)2. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917 de la Compagnie des Tramways de l'Est-Parisien. *R. G. E.*, 22 septembre 1917, t. II, p. 473.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917 de la Société parisienne pour l'Industrie des Chemins de fer et des Tramways électriques. *R. G. E.*, 22 septembre 1917, t. II, p. 472-473.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917 de la Compagnie électrique des Tramways de la Rive gauche de Paris. *R. G. E*, 22 septembre 1917, t. II, p. 474.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 23 juin 1917 de la Société des Forces motrices d'Auvergne. *R. G. E.*, 22 septembre 1917, t. II, p. 474.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 14 juin 1917 de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est de Lyon. *R. G. E.*, 29 septembre 1917, t. II, p. 516.

657 37(065)2. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 28 juin 1917 de la Société anonyme électro-métallurgique « procédés Paul Girod ». *R. G. E.*, 29 septembre 1917, t. II, p. 515-516.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917 de la Compagnie des Chemins de fer départementaux du Tarn. *R. G. E.*, 29 septembre 1917, t. II, p. 515.

332.76. — Chèques et comptes courants postaux. *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 392-394, 2 800 mots. Reproduction d'un rapport de M. Méré présenté à la Chambre de Commerce d'Orléans. — Sur la proposition de M. Amiard, député, la Chambre des députés a adopté un texte de loi. Ce projet de loi a été ensuite l'objet d'un rapport de M. E. Dupont, sénateur de l'Oise, au nom de la Commission des Finances du Sénat. Ce sont ce projet de loi et ce dernier rapport qui sont discutés dans l'étude de M. Méré ; celui-ci conclut à un vœu favorable en faveur du projet, les principales objections faites en 1916 par la Chambre de Commerce à la proposition primitive de M. Amiard, ayant reçu satisfaction dans le projet voté par la Chambre.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917 de la Compagnie Centrale des chemins de fer de tramways et d'électricité. *R. G. E.*, 6 octobre 1917, t. II, p. 555.

657.37 (065) 2 — Assemblée générale ordinaire du 26 juin 1917 de l'Electricité du Nord-Est Parisien. *R. G. E.*, 6 octobre 1917, t. II, p. 555.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 28 juin 1917 de la Compagnie d'Electricité de l'Ouest Parisien (Ouest-Lumière). *R. G. E.*, 6 octobre 1917, t. II, p. 555.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 27 juin 1917 de la Compagnie des Tramways de l'Ouest-Parisien. *R. G. E.*, t. II, p. 556.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917. *R. G. E.*, 13 octobre 1917, t. II, p. 591. Compagnie des Chemins de fer du Beaujolais.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 11 juillet 1917 ; Société d'éclairage, chauffage et force motrice. *R. G. E.*, 13 octobre 1917, t. II, p. 592.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917 ; Le Triphasé (Nord-Lumière). *R. G. E.*, 13 octobre 1917, t. II, p. 591.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917 de la Société anonyme d'Éclairage électrique du secteur de la place Clichy. *R. G. E.*, 13 octobre 1917, t. II, p. 591.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire de la Société Biterroise de Force et Lumière du 30 juin 1917. *R. G. E.*, 20 octobre 1917, t. II, p. 636.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 30 juillet 1917 ; Compagnie pour la fabrication des Compteurs de Matériel d'Usines à Gaz. *R. G. E.*, 20 août 1917, t. II, p. 635-636.

657.37(065)2. — Assemblées générales ordinaire et extraordinaire du 4 août 1917; Société anonyme Westinghouse. *R. G. E.*, 27 octobre 1917, t. II, p. 679.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 23 juillet 1917; Compagnie Centrale d'Energie électrique *R. G. E.*, 20 octobre 1917, t. II, p. 636.

657.37(065)2. Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917 ; Société Pyrénéenne d'Energie électrique. *R. G. E.*, 27 octobre 1917, t. II, p. 679.

657.37(065)2 — Assemblée générale ordinaire du 6 août 1917 ; Electricité de Reims. *R. G. E.*, t. II, p. 679.

657 37(065)2. — Assemblée générale extraordinaire du 17 août 1917 ; Compagnie électrique de la Loire et du Centre. *R. G. E.*, 27 octobre 1917, t. II, p. 680.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 22 août 1917 ; Compagnie des Chemins de fer du Sud-Ouest. *R. G. E.*, 27 octobre 1917, t. II, p. 680.

Digitized by Google

Cie Fse

138 Bd RICHARD LENOIR
PARIS

NATIONAL

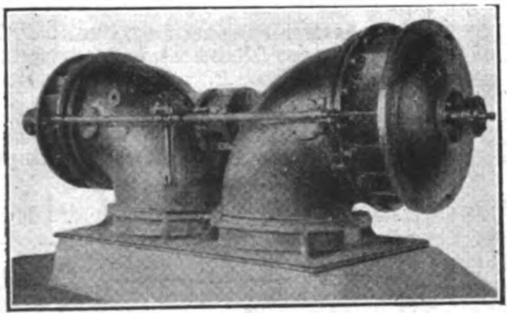
SCIES à MÉTAUX

MÈCHES AMÉRICAINES . FILIÈRES . ALÉSOIRS
FRAISES . TARAUDS . MANDRINS
PETIT OUTILLAGE DIVERS

LABÉGUERIE Frères

CONSTRUCTEURS - MÉCANICIENS

DAX (Landes).



SPÉCIALITÉ
DE
TURBINES HYDRAULIQUES

Mécanique Générale.

CH.-M. STEIN & Cie

Ingénieurs-Constructeurs A. et M. et Civils de Mines

3, rue d'Edimbourg, Paris – 47, Victoria Street, Londres (Ang.)

16-3, Via Milano, Gênes (*Italie*)

Tél. : **Wagram 99 31** — *Ad Télégraph.* **Foursten, PARIS**

FOURS CHAUFFÉS AU GAZ
GAZOGÈNES

Fours à Huiles lourdes "Ferguson"

FOURS MARTIN SIEMENS

fixes et oscillants, mélangeurs

Concessionnaires exclusifs des **Procédés Ansaldo** pour la cémentation

CATALOGUES SUR DEMANDE

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.41. — Origine de la charge électrique terrestre; W.-F.-G. SWANN. *Physical Review*, juin 1917, 2e série, t. IX, p. 555-557, 700 mots. — L'étude des variations de la radiation pénétrante avec l'altitude conduit à envisager l'atmosphère supérieure comme l'origine d'une partie de cette radiation. L'ensemble de la radiation pénétrante est probablement du type des rayons γ, mais la partie provenant de l'atmosphère supérieure, qui parvient à la surface terrestre, est naturellement la plus pénétrante. Elle est même si pénétrante qu'elle traverse une épaisseur d'air qui serait équivalente, au point de vue de l'absorption, à une colonne de mercure de 76 cm de hauteur, en admettant que les coefficients d'absorption soient simplement proportionnels à la densité et indépendants de la nature de la substance. Le rayonnement γ des couches supérieures de l'atmosphère doit être par suite très dur et, conformément aux résultats des expériences de laboratoire, il faut admettre que les corpuscules négatifs dont ils provoquent l'émission à partir des molécules d'air sont presque entièrement émis dans la direction du rayonnement et que leur parcours dans l'air est au moins égal à celui des rayons β, les plus rapides émis par les produits du radium, par exemple, 8 m. L'émission de corpuscules par ces rayons γ entrainera donc, en chaque point de l'atmosphère, un courant d'électricité négative dirigé vers le bas qu'on peut appeler courant corpusculaire. Ce courant corpusculaire électrise la terre jusqu'à ce que le courant de conduction inverse le neutralise en chaque point de l'atmosphère. — En se bornant au cas simple où la radiation pénétrante considérée est toute dirigée verticalement vers le bas, si l'on désigne : par q, le nombre de corpuscules que la radiation met en liberté par centimètre cube et par seconde; par h, la distance moyenne qu'un corpuscule parcourt à partir de son origine; par e, la charge électrique — la densité du courant corpusculaire sera

$$i = qeh.$$

— En prenant $q = 2$, ce qui est probablement le nombre de paires d'ions produits par centimètre cube et par seconde dans un récipient clos, et $h = 3$ m, on obtient

$$i = 2 \times 4{,}8 \times 10^{-10} \times 800 = \text{env. } 8 . 10^{-7} \text{ U. E. S. par cm}^2,$$

ce qui est l'ordre de grandeur du courant atmosphère-terre, en sorte que la radiation pénétrante des couches supérieures de l'atmosphère fournit une base suffisante pour expliquer le maintien de la charge de la terre. — La densité du courant corpusculaire et, par suite, la densité du courant de conduction ne seront pas forcément indépendantes de l'altitude car les facteurs dont dépend i, à savoir, l'intensité et la qualité de la radiation pénétrante, le nombre de molécules par centimètre cube à envisager pour l'ionisation possible par la radiation ainsi que le parcours des corpuscules libérés varient avec l'altitude. — A. B.

539.11. — Le mouvement des ions et des électrons à travers les gaz; E.-M. WELLISCH. *Philosophical Magazine*, juillet 1917, 6e série, t. XXXIV, p. 43-66, 12 800 mots, 8 fig. — Certains expérimentateurs ont constaté que la mobilité k des ions et la pression p du gaz qu'ils traversent ne satisfont pas toujours à la relation $pk = C^{te}$. Quand la pression est faible, le produit pk subit un accroissement anormal, qui leur semble être la conséquence d'une diminution de volume et de masse de l'ion. Pour l'ion négatif cette contraction se manifesterait à partir des pressions inférieures à 10 cm de Hg; tandis que, pour l'ion négatif, il faudrait abaisser la pression au moins à 1 mm de Hg. Cette interprétation ne se concilie aucunement avec les recherches théoriques et expérimentales de l'auteur. Pour les ions positifs dans l'air, la loi $pk = C^{te}$ est confirmée jusqu'aux plus basses pressions utilisées, soit 0,05 mm de Hg. Quant aux porteurs négatifs, ils sont en réalité constitués par deux éléments distincts, des ions et des électrons, ceux-ci se manifestant de plus en plus à mesure que la pression diminue ; dès que la séparation est complète, on trouve que les ions négatifs dans l'air satisfont encore à la loi $pk = C^{te}$, depuis la pression atmosphérique jusqu'à celle correspondant à 0,15 mm de mercure ; ce qui démontre que les ions restent inaltérés dans tout cet intervalle de pression ; quant aux électrons, ils se déplacent librement dans le gaz sans se fixer aux molécules; la démarcation entre les ions et les électrons est toujours très nette. Ces conclusions ne sont pas seulement vraies pour l'air, mais encore pour tous les gaz sur lesquels l'auteur a expérimenté, en particulier H et CO^2. Or, pour ces deux gaz, le nombre des électrons présents est beaucoup plus élevé que pour l'air, à la même pression. Une trace d'impureté suffit pour réduire le nombre des électrons libres, surtout si le gaz est à une pression élevée ; mais aux basses pressions, l'effet des impuretés est presque insensible. Les vapeurs d'éther de pétrole, dont les molécules ne contiennent que des atomes de C et de H, sont caractérisées par des porteurs négatifs constitués presque exclusivement par des électrons libres; une trace d'impureté, cependant, suffit pour faire éclore un essaim considérable d'ions négatifs. — Une rapide investigation sur la mobilité des électrons libres dans CO^2 ne permet pas de conclure qu'il y a proportionnalité entre la vitesse de l'électron et le champ appliqué ; il semble plutôt que l'électron franchit un espace assez considérable en mouvement accéléré avant d'atteindre une vitesse limite. — La mesure des mobilités dans les vapeurs ont donné des nombres très concordants avec ceux d'autres expériences pour les ions positifs ; quant aux ions négatifs, principalement dans les vapeurs d'alcool et d'éther de pétrole, ils présentent des divergences telles qu'on ne peut les attribuer à des erreurs expérimentales ; il faut plutôt en chercher une interprétation dans l'existence d'impuretés. Quoi qu'il en soit, d'autres expériences sont encore nécessaires sur la mobilité des ions dans les vapeurs avant de pouvoir fixer le caractère des porteurs négatifs. — B. C.

537.531.4. — Le pouvoir pénétrant des rayons X émis par un tube Coolidge; E. RUTHERFORD. *Philosophical Magazine*,

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E.*, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

CONDENSEURS & ÉJECTAIR BREGUET

(BREVETS DELAPORTE)

CONDENSEURS PAR **MÉLANGE**

UNIS FRANCE

ET PAR **SURFACE**

STATIONS CENTRALES

APPLICATIONS GÉNÉRALES DU **VIDE**

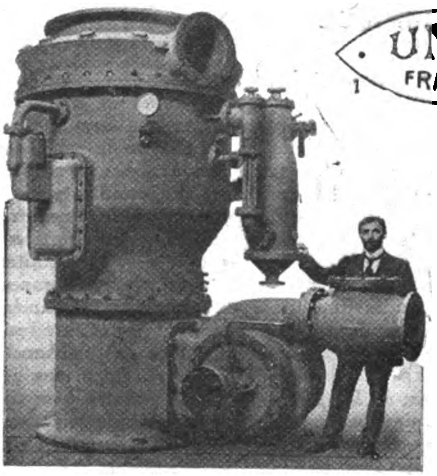
Notices et Références sur demande.

MAISON BREGUET

SOCIÉTÉ ANONYME : CAPITAL 4.000.000 de fr.

SIÈGE SOCIAL : 19, rue Didot, PARIS (14e)

SERVICE COMMERCIAL : 34, rue de Châteaudun, PARIS (9e)



CONDENSEUR PAR MÉLANGE : 26.000 KIL. VAPEUR PAR HEURE

UNIS FRANCE

JAPY

Frères & Cie

Service CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

BEAUCOURT

(Haut-Rhin Français).

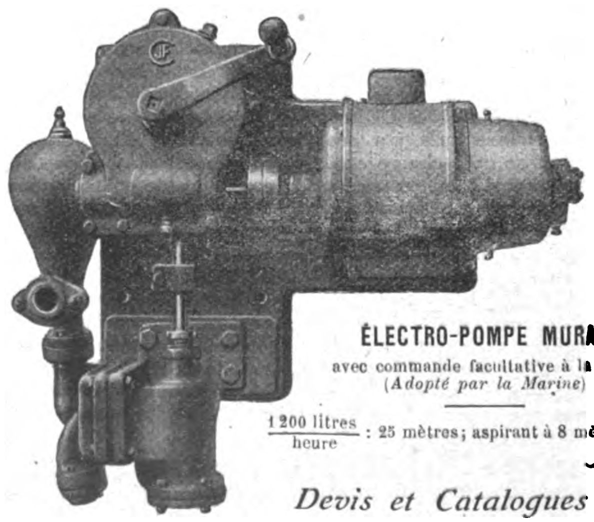
Succursale à PARIS (xe) { 7, rue du Château-d'Eau / 3, boulevard Magenta

MOTEURS

DYNAMOS

APPLICATIONS

APPAREILLAGE



ÉLECTRO-POMPE MURAL

avec commande facultative à la main

(Adopté par la Marine)

$\frac{\text{1 200 litres}}{\text{heure}}$: 25 mètres; aspirant à 8 mètres.

Devis et Catalogues sur demande. ◈ **Nouvelles Séries**

Nos ateliers restent ouverts pendant la durée des hostilités.

Digitized by Google

septembre 1917, 6e série, t. xxxiv, p. 153-162, 3400 mots, 1 fig., 3 tab. — Les rayons X sont produits par une bobine de 20 cm d étincelle pouvant fournir des tensions comprises entre 80 000 et 196 000 v ; le milieu absorbant est le plomb en planches d'épaisseur variant de 0,7 à 10 mm. Du tableau publié par l'auteur on tire d'abord cette conclusion que les épaisseurs de plomb traversées sont d'autant plus grandes que la tension appliquée est elle-même plus élevée ; cela ne tient pas seulement à la plus grande pénétration des rayons produits, mais encore à l'intensité du rayonnement qui croit avec la tension appliquée. Avec 196 000 v aux bornes de l'ampoule, on peut encore déceler et mesurer la radiation émergente qui a traversé 10 mm de plomb. On constate encore que le coefficient d'absorption μ est à peu près constant entre 79 000 et 144 000 v, mais que l'absorption suit une loi rigoureusement exponentielle entre 105 000 et 144 000 v. Au-dessus de cette dernière tension, μ décroît progressivement à mesure qu'on augmente l'épaisseur du milieu absorbant ; par exemple, à 183 000 v, μ décroît de 26 à 12 quand l épaisseur des feuilles de plomb croît de 0,7 à 7 mm. — L'auteur compare ensuite les résultats qu'il a obtenus avec ceux indiqués par Hull et Miss Rice ; de leur concordance, il conclut que la radiation de fréquence maximum émise par un tube Coolidge satisfait à la relation des quanta : $E = h\nu$, dans les limites des tensions essayées. Les particularités que présente l'absorption par le plomb des rayons X de différentes fréquences expliquent aussi ce fait constaté par Rutherford, Barnes et Richardson, que ceux des rayons produits entre 142 000 et 175 000 v qui ont traversé une épaisseur de plomb de 2,49 mm ne sont plus absorbés par l'aluminium, car ils sont pratiquement constitués par les rayons caractéristiques du plomb ; comme conséquence l'auteur donne les valeurs de μ pour l'aluminium traversé par des rayons X préalablement filtrés à travers une plaque de fer. — La comparaison de quelques-uns des résultats obtenus dans les experiences actuelles avec ceux d'autres auteurs conduit à admettre que les rayons γ du radium C ont des longueurs d'onde comprises entre 0,02 et 0,007 unités Angstroms, tandis que les longueurs d'onde sont 100 fois plus grandes pour les rayons γ du radium B. — B. C.

MESURES ET ESSAIS

532.13. — Substance étalon pour la graduation des viscomètres ; E.-C. Bingham et R.-F. Jackson. *Journal of Washington Ac. of Sciences*, 4 février 1917, t. vii, p. 53-55, 800 mots; *Journal of Franklin Institute*, février 1917, t. clxxxiii, p. 229, 800 mots ; *Scientific paper*, n° 298.

535.242. — Un photomètre à scintillement et à polarisation et quelques données des résultats obtenus avec lui ; Ives-E. Herbert. *Philosophical Magazine*, avril 1917, t. xxxiii, 6e série, p. 360-380, 6 800 mots, 8 fig.

535.24. — Mesures de très faibles intensités lumineuses à l'aide des variations de courant dans les tubes à vide ; Elster et Geitel. *Physikalische Zeitschrift*, t. xvii, p. 268. Signalé dans *E. T. Z.*, 19 avril 1917, t. xxxvi i, p. 224.

535.24. — Le calcul de la constante C_2 de Planck ; J.-H. Dellinger. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 6 mars 1917, t. xiii, p. 535-545, 4 000 mots, 1 fig.

537.71. — Système international des unités électriques et magnétiques ; J.-H. Dellinger. *Bulletin of the Bureau of Standards*, 6 mars 1917, t. xiii, p. 599-631, 12 000 mots, 6 tab.

537.7 (072). — Equipement d'un laboratoire d'étalonnage moderne ; E.-P. Peck. *Electrical World*, 25 août 1917, t. lxx, p. 340-342, 3 000 mots, 7 fig. — Ce laboratoire appartient à la Georgia Ry and Power Cy. Il a été installé d'après des vues tout à fait modernes quant à la disposition respective de l'appareillage et des instruments de mesure.

536.521. — Pyromètre optique de Leeds et Northrup Co. *Electrical Review*, 6 juillet 1917, t. lxxxi, p. 201, 750 mots.

537.25. — Note sur l'emploi de l'électromètre pour la mesure des conductibilités gazeuses ; J.-A. Gilbreath, *Physical Review*, juin 1917, 2e série, t. ix, p. 578-579, 400 mots. — Dans les expériences relatives à l'étude des conductibilités gazeuses, on utilise parfois un tube contenant deux plateaux formant électrodes et distants de quelques millimètres. L'un des plateaux est relié à un électromètre et l'autre à l'un des pôles d'une batterie d'accumulateurs. H.-S. Anderson a utilisé un tel tube pour étudier l'effet photo-électrique et indique qu'il a constaté dans le tube l'existence d'un courant dirigé en sens inverse de la force électromotrice de la batterie (*Phys. Rev.*, t. xxxv, octobre 1912). Cet effet peut être expliqué à partir des phénomènes d'induction. Les deux plateaux parallèles constituent un condensateur. Si la force électromotrice de la batterie diminue, le potentiel du plateau en communication avec elle diminue, ce qui libère une partie de la charge fixée sur le second plateau. Ainsi, si l'un des plateaux communique avec le pôle positif de la batterie, il prendra une charge positive tandis que le second plateau s'électrise négativement. Si le potentiel du plateau positif vient à diminuer, il ne peut plus maintenir sur l autre plateau une charge aussi élevée. Une partie de la charge négative du second plateau traverse alors l'électromètre, donnant l'apparence d'un courant de sens inverse à celui de la force électromotrice de la batterie. — Si une batterie fournit un courant, sa force électromotrice a tendance à décroître. Dans l'article auquel il est fait allusion, les cellules débitaient le courant à travers une résistance liquide constituant un potentiomètre au moyen duquel on pouvait appliquer au tube telle force électromotrice voulue. Dans ces conditions il n'est pas étonnant de trouver un galvanomètre sensible qui décèle l'existence d'un courant négatif lorsqu'on applique un potentiel positif. — En utilisant un tube de ce genre avec un électromètre dont la sensibilité est 4000 divisions par volt, l'auteur a constaté qu'un dispositif potentiométrique ne convient pas pour faire varier la tension. Les cellules baissent continuellement et présentent l'effet négatif. Il vaut mieux faire varier la tension en modifiant le nombre des cellules utilisées. Avant de relier la batterie au tube on fait passer un faible courant à travers une résistance élevée pendant deux à trois minutes ; on laisse ensuite reposer la batterie pendant deux à trois minutes, puis on la relie au tube. L'effet négatif disparait ainsi totalement et l'électromètre ne présente plus aucune déviation. — A. B.

621.313.25 : 537.7. — Méthode précise de mesure du glissement; Milton M. Flanders. *Electrical World*, 25 août 1917, t. lxx, p. 350-351, 1 250 mots, 3 fig.

621.31.17. — Instruments de mesure, relais et autres ; Marconi's Wireless Telegraph Company (Angleterre). *Brevet français n° 482 948*, demandé le 22 septembre 1916, délivré le 20 février 1917, publié le 11 mai 1917, 750 mots, 6 fig. — Le principe de l'invention consiste à monter un bras ou un index A sur un axe de façon qu'il ne puisse se mouvoir que par rotation dans un plan (fig. 1). Cet index est relié à l'une des extrémités d'un filament tendu E, dont l'autre extrémité est fixée à un support F. Le filament est en principe parallèle à l'axe portant l'index, de telle sorte qu'une extension ou une contraction du filament provoque une rotation dudit index. L'ensemble est équilibré par un ressort D dont l'une des extrémités est attachée au cadre C, l'autre extrémité à l'index A. La tension du fil tend constamment à amener l'index dans une position telle que le point d'attache du filament à l'index soit aussi près que possible du support F, tandis que le ressort tend à écarter l'index de cette position. Si un courant électrique traverse le filament, celui-ci s'allongera par suite de l'élévation de sa température et permettra ainsi au ressort de tourner l'index d'un angle

Digitized by Google

SOCIÉTÉ des ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

Anciens Établissements Alfred DININ

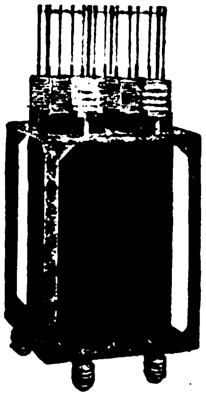
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.500.000 FRANCS

ACCUMULATEURS POUR TOUTES APPLICATIONS

SIÈGE SOCIAL ET USINES :
18, Route de Cherbourg
NANTERRE (Seine).
Téléphone : WAGRAM 93-53.
31 à NANTERRE.

DÉPOT :
49, Rue Saint-Ferdinand
PARIS (XVII^e^).
Métro : MAILLOT.
Téléphone : WAGRAM 29-14.

Adr. télég. : ACCUDININ-NANTERRE.



Société Générale des CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES
FRIBOURG (Suisse).

G. CONTI, Ingénieur E. C. P.

73, rue Notre-Dame-des-Champs, PARIS (6^e^)
CONDENSATOR-PARIS — TÉL. Fleurus 11-45

PROTECTION DES RÉSEAUX
Contre les Décharges atmosphériques et les Surtensions.
10.000 APPAREILS EN SERVICE.

LES USINES les plus récentes sont munies de notre système de protection. — De nombreuses USINES existantes remplacent chaque jour, par nos Appareils ceux de l'ancien système et réalisent de ce fait une **ECONOMIE CONSIDÉRABLE** sur leurs frais d'entretien.

J. HOPKINSON & C^O^ L^TD^

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS — 94, Rue Saint-Lazare — PARIS

Usines à HUDDERSFIELD (Angleterre)

Adoptez les APPAREILS de SURETÉ et VALVES " HOPKINSON "

INDICATEUR DE NIVEAU D'EAU " **ABSOLUTE** " HOPKINSON
A CONTRE-ÉCROU DE SURETÉ ET FERMETURE AUTOMATIQUE

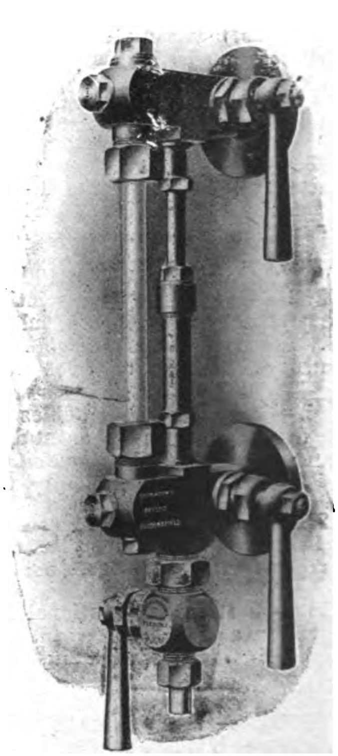
Aucune fausse indication possible avec ces indicateurs

Les Billes automatiques peuvent être retirées, examinées, nettoyées et replacées lorsque la chaudière est sous pression

Nos **SPÉCIALITÉS** sont le résultat de plus de 70 ans d'expériences dans la construction de premier ordre **D'APPAREILS POUR CHAUDIÈRES**

GRANDS PRIX : *BRUXELLES, 1910; ROUBAIX, 1911*

CATALOGUES ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE



qu'on pourra lire sur une échelle graduée a. Un tel instrument pourra être utilisé pour indiquer la contraction, l'extension ou la température du ou des filaments, ou encore l'intensité d'un courant électrique traversant le ou les filaments. On emploiera de préférence deux ou plusieurs filaments tous reliés à l'index et également distribués tout autour de l'axe et parallèlement à celui-ci. La figure 2 montre un instrument pouvant fonctionner à la manière d'un relais. Dans ce cas, les deux filaments E se croisent et

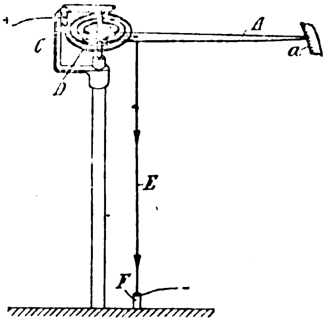


Fig. 1.

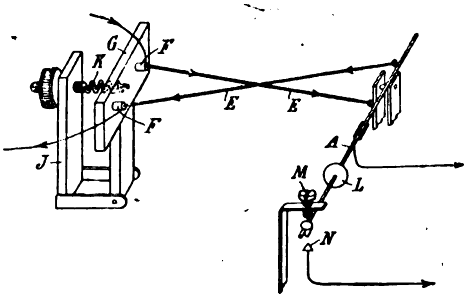


Fig. 2.

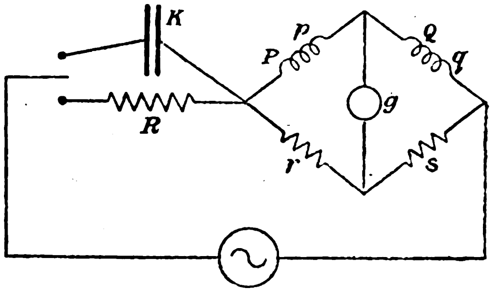
621.317. — Appareil de mesure et relais, basés sur la dilatation et la contraction d'un filament métallique.

se touchent presque, ce qui représente la position de sensibilité maximum. La plaque G est articulée sur un bâti J vers lequel elle est attirée par un ressort K. La force d'équilibre est donnée, non pas par un ressort comme précédemment, mais par un contrepoids réglable L. L'index repose normalement contre une butée M, mais lorsque les fils sont suffisamment échauffés par le passage d'un courant, l'index tourne sous l'effet de la masse L et établit le contact avec la pastille N, de manière à fermer un circuit. — E. P.

621.317.2. — Méthode du pont à courant alternatif pour la comparaison des self-inductions; T. Parnell. *Electrical Review*. 15 juin 1917, t. LXXX, p. 664. 800 mots, 1 fig. Extrait d'un travail présenté à la *Physical Society*. — La méthode simple de Maxwell ne peut pas être commodément utilisée pour la comparaison des self-inductions malgré sa simplicité et sa symétrie, par suite de l'ennui du double équilibre nécessaire. En faisant usage d'un détecteur de courant dont les déviations dépendent de la composante du courant à 90° de la force électromotrice appliquée au pont, il est possible de s'arranger pour que l'absence de déviation dépende principalement soit des selfs, soit des résistances. La disposition du pont est indiquée sur la figure 1. En série avec le pont, on dispose soit une résistance non inductive R, soit un condensateur de capacité K. Si R, r et s sont tous considérables par rapport à p, q, g, $P\omega$ et $Q\omega$, on peut montrer que, R étant en circuit, l'équilibre dépend principalement des inductances P et Q, et qu'avec K en circuit l'équilibre dépend principalement des résistances. R étant en circuit, on règle s de manière à avoir une déviation nulle ; cela fournit un équilibre approximatif pour les selfs. Ensuite, avec K en circuit, on règle q de manière à annuler la déviation ; cela fournit un équilibre approché pour les résistances. On répète la mesure et après un petit nombre de lectures, on obtient les valeurs de s et q qui donnent l'équilibre quand on a dans le circuit soit R soit K, auquel cas le pont est complètement équilibré et on a

$$\frac{P}{Q} = \frac{p}{q} = \frac{r}{s}$$

Les premiers équilibres peuvent être approximatifs et l'opération tout entière peut être menée rapidement; quand l'appareil est réglé, une self inconnue peut être équilibrée à une fraction de millième près dans quelques minutes. Comme détecteur, on peut utiliser un galvanomètre sensible à cadre mobile et un commutateur rotatif. Dans ce cas, le commutateur est monté sur l'axe du petit alternateur ou du convertisseur rotatif qui entretient le courant du pont, et les balais du commutateur sont réglés de manière qu'aucune déviation ne se produise quand la force électromotrice utilisée sur le pont est appliquée par l'intermédiaire du commutateur à une résistance élevée non inductive en série avec le galvanomètre shunté, d'où il résulte que le commutateur est en quadrature avec la force électromotrice. Quand le commutateur est ainsi réglé, la déviation du galvanomètre est sensiblement proportionnelle à la



621.317.2. — Disposition du pont à courant alternatif.

composante du courant à 90° de la force électromotrice appliquée au pont. Un détecteur plus efficace est l'électrodynamomètre à réflexion de Sumpner, construit par Paul. La bobine mobile se meut dans le champ d'un électro-aimant lamellaire en fer, excité par le champ d'un enroulement comprenant un grand nombre de tours ; la résistance de cet enroulement est faible vis-à-vis de sa réactance et par suite le flux total à travers les bobines de champ est sensiblement en quadrature avec la force électromotrice. La densité du flux est sensiblement constante dans l'entrefer et proportionnelle au flux total; par suite, quand le cadre mobile est branché sur le pont et qu'on applique aux bobines de champ une force électromotrice en phase avec la force électromotrice utilisée pour le pont, le couple moyen qui agit sur la bobine mobile est approximativement proportionnel à la composante du courant en quadrature avec la force électromotrice du pont. Si les inductions mutuelles entre les divers conducteurs ainsi que leurs capacités et les selfs de R, r, et s sont négligeables, l'équilibre final est indépendant de la forme de l'onde et de la fréquence. Les équilibres préliminaires dépendent de la forme de l'onde et de la fréquence. Pour ces équilibres, préliminaires, il suffit d'une connaissance approchée des conditions. Les mesures relatives à un grand nombre de bobines avec des valeurs différentes de la tension, de R, de K et de r ont donné des résultats concordants à $\frac{1}{10\,000}$

Digitized by Google

A. W. PIDWELL

PARIS — 23, Boulevard Malesherbes — PARIS (8e)

Téléphone : *LOUVRE 03-31*

TOLES — FERS — FONTES

Feuillards laminés à froid et à chaud
Fil Machine — Billettes — Pointes — Tubes
Fils de fer et d'acier recuits, clairs, galvanisés, étamés

PLOMB — ZINC — CUIVRE

Matériel de Chemin de fer

Locomotives, Wagons, Ponts, Grues
Rails et Accessoires — Outillage pour Usines

Agences à LONDRES, NEW-YORK, CLEVELAND

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES

Armand D. RIVIÈRE et Cie

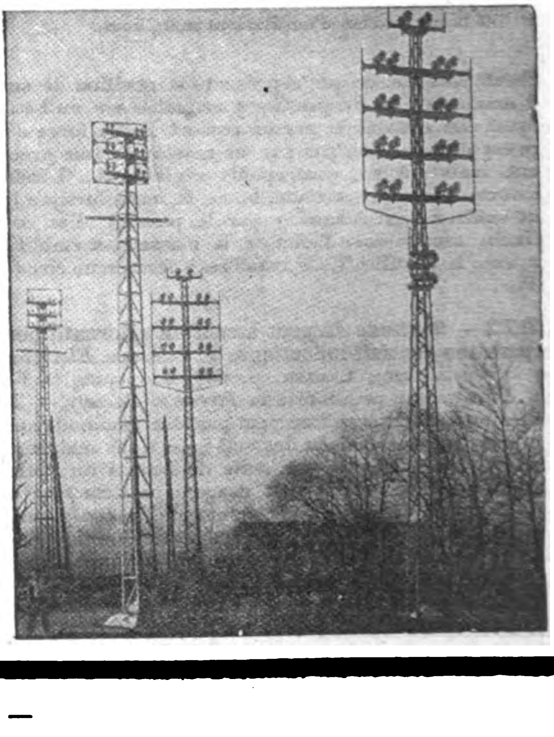
Société en Commandite par Actions au Capital de 2.000 000 de francs

11 et 13, rue de Belzunce, PARIS (Xe)

Entreprises Générales d'Électricité

TRANSPORT DE FORCE A HAUTE TENSION
STATIONS CENTRALES
RÉSEAUX COMPLETS DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE
TRACTION ÉLECTRIQUE
CATENAIRE SYSTÈME Bté S.G.D.G.

Téléphone : Nord 48.48, Nord 53.61
Télégramme : Carpenrive, Paris



Digitized by Google

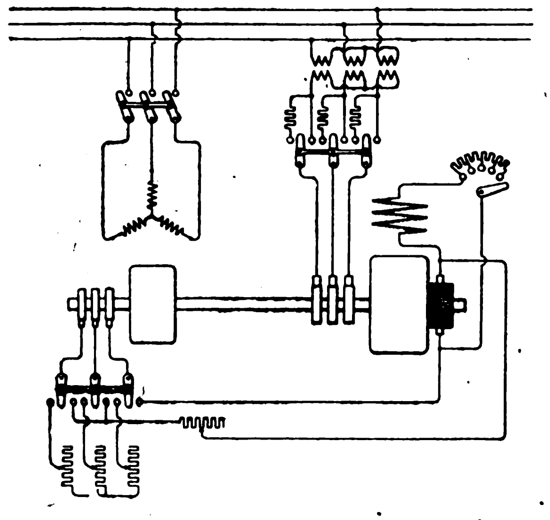
près. Par suite de la présence de *R* ou de *K*, il est nécessaire d'utiliser des tensions assez élevées afin de maintenir la sensibilité. — A. Bc.

621.317.5. — Les erreurs d'enregistrement des compteurs électriques fonctionnant à charge variable; G.-W. Stubbings *Electrical Review*, 6 juillet 1917, t. LXXXI, p. 4, 1 125 mots.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

621.311.75. — Amortisseur pour rhéostat de mise en route. *R. G. E.*, 5 mai 1917, t. I, p. 712, 200 mots, 2 fig. — Courte note donnant, d'après *American Machinist*, 10 février 1917, la description d'un amortisseur à air de construction très simple et pouvant être adapté sans difficulté à tout rhéostat existant.

621.316.24. — Démarrage des commutatrices; L. Fleischmann. *Brevet n° 1 224 729*; *Electrical World*, 9 juin 1917, t. LXIX, p. 1 110, 150 mots, 1 fig. — La méthode décrite s'applique à une commutatrice mécaniquement reliée à un moteur d'induction. Pour démarrer, on connecte le moteur à l'alimentation de courant alternatif, comme un moteur d'induction. Les bagues de la commutatrice sont aussi con-

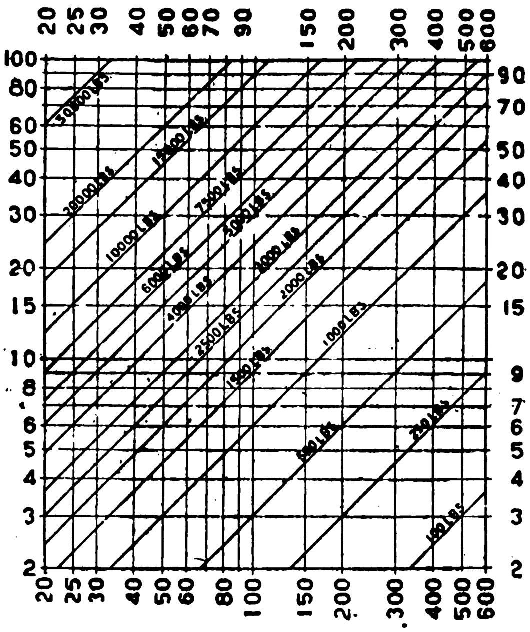


621.316.24. — Démarrage d'une commutatrice.

nectées aux barres mais à travers des résistances de façon à n'appliquer qu'une portion de la tension normale. Le côté continu de la commutatrice est alors connecté au secondaire du moteur d'induction. Un couple puissant se développe dans le moteur, qui entraîne la commutatrice au synchronisme. La commutatrice peut alors être directement connectée aux barres car elle est en phase, et son côté continu peut également être connecté car la polarité est bonne. — P. V.

621.345. — L'électricité dans les mines métalliques; E.-S. Sickmann. *Electrical World*, 30 juin 1917, t. LXIX, p. 1 265, 450 mots. — L'auteur énumère ainsi les avantages de l'électricité dans l'exploitation des mines métalliques : 1° l'énergie électrique ne réclame aucune manutention pour être mise en œuvre ; elle est disponible instantanément ; une source inépuisable d'énergie est prête quand on le désire ; 2° le moteur électrique se place facilement dans les endroits difficilement accessibles, à cause de son faible poids ; un moteur de taille ordinaire pèse environ 47 kg : ch contre 90 kg dans le cas du moteur à explosion ; 3° la question de l'espace est importante ; un moteur électrique nécessite seulement 40 pour 100 de la place exigée par les autres producteurs d'énergie ; 4° les frais de première installation sont souvent essentiels pour beaucoup d'exploitants ; la différence en faveur de la commande électrique est d'environ 25 pour 100 ; 5° possibilité d'obtenir toutes variations de vitesse désirables ; 6° la vitesse de démarrage et d'arrêt ne peut passer inaperçue pour un exploitant. Le moteur électrique est le nec plus ultra de la simplicité à ce sujet. Il suffit d'un petit contrôleur ou d'un démarreur ; la mise en route de ces appareils est extrêmement facile. Enfin on peut surveiller la puissance absorbée par une machine, à distance. — P. V.

621.344.00.12. — Calcul de la puissance des moteurs d'appareils de levage. *Electrical World*, 30 juin 1917, t. LXIX, p. 1 262, 100 mots, 1 fig. — Trois facteurs déterminent la puissance des moteurs d'appareils de levage ; ce sont le poids à enlever, la vitesse et le rendement de l'appareil. Le graphique donné ici a été établi sur les valeurs moyennes de ces facteurs. On a supposé le rendement égal à 50 pour 100. Pour déterminer la puissance convenable à



621.344.00 12. — Graphique donnant la puissance d'un moteur pour appareil de levage, connaissant la charge au crochet et la vitesse ; 1 000 lbs = 453,5 kg ; les nombres correspondant aux lignes verticales expriment des pouces par seconde 1 pouce = 2,54 cm.

donner au moteur, suivre la diagonale correspondant au poids non équilibré jusqu'au point où elle croise la ligne correspondant à la vitesse désirée. Le chiffre correspondant à la ligne horizontale indique la puissance en chevaux à donner au moteur. Si le rendement est différent de 50 pour 100, diviser la puissance déduite du tableau ci-dessus, par deux fois le rendement considéré évalué en centièmes. — P. V.

622.33 : 621.1 + 621.31. — Sur l'application de l'électricité dans les mines de houille; Cornelius Weber. *Electrical World*, 24 mars 1917, t. LXIX, p. 559, 3 000 mots. — L'auteur montre quelle fut la répercussion de l'électrification d'une mine sur les dépenses d'exploitation et sur le rendement en matière extraite. Il compare aussi l'air comprimé et l'électricité au point de vue de leur application aux outils spéciaux du mineur. — La centrale primitive comprenait quatre compresseurs d'air et deux machines d'extraction actionnés par des machines à vapeur ; dans chacun des deux chantiers d'exploitation se trouvait encore une installation à vapeur de 35 ch pour la conduite des ventila-

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

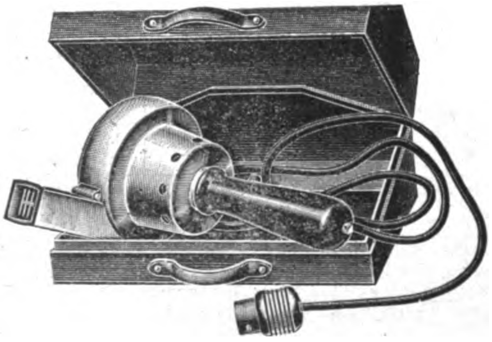
A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

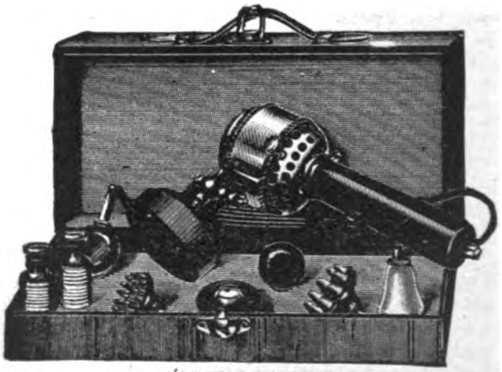
Dynamos, Phares, etc. --- Installations électriques sur voitures et canots automobiles.



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE

SÈCHE-CHEVEUX



ÉLECTRO-MASSEUR

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS (9e)

Téléph. Gutenberg 47-80. *Télég.* Cespir-Paris.

Digitized by Google

teurs. — L'électrification fut adoptée sous condition que la compagnie électrique bâtirait et entretiendrait une installation de compression d'air à ses frais, et fournirait le courant au prix de 0,05 fr le kilowatt-heure. Une sous-station de 3600 kv-A, 44000 v, fut installée ainsi que les compresseurs. Contrairement aux projets originaux, l'ancien système de halage des berlines à la vapeur fut maintenu. L'auteur donne des chiffres; on réalisa d'abord une économie de 1100 dollars par mois, provenant principalement d'une élimination partielle de personnel et de la réduction de la consommation de charbon. De plus, il y avait l'élimination des frais d'assurance, amortissement, etc., d'une nouvelle installation que les exploitants de la mine eussent eu à bâtir s'ils n'avaient accepté la proposition de la compagnie électrique. — Le halage à la vapeur coûtait cher et présentait quelques inconvénients. L'auteur établit un projet d'électrification de ce service; il montra que les frais en seraient couverts au bout de deux ans par les bénéfices réalisés. — Les exploitants ouvrirent un troisième chantier d'extraction qui fut complètement électrique; les outils furent même à commande électrique. Du courant alternatif à haute tension fut abaissé à 2300 v pour l'alimentation d'un moteur d'induction accouplé à une génératrice de courant continu à 250 v alimentant les locomotives des trains de charbon. Les pics, les forets, les broyeurs, les motopompes et la machine d'extraction furent à commande électrique. Un tableau dressé par l'auteur témoigne des résultats avantageux de cette électrification complète. Il convient, cependant, de noter que les pics électriques actuels sont moins pratiques et rendent moins que les pics à air comprimé; en voici les raisons : les pics électriques sont trop légers; en outre, dans les pics à air comprimé le coup s'ajuste de lui-même en quelque sorte, l'ouvrier pouvant alimenter sa machine avec une grande souplesse; dans le cas du pic électrique, une alimentation trop considérable peut faire cogner la pièce mobile d'une façon exagérée à son retour et diminuer la sécurité de l'ouvrier. Quant au foret électrique on peut lui reprocher d'être trop lourd, trop complexe et trop volumineux. L'auteur croit qu'un grand succès accueillerait un foret qui consisterait principalement en un plongeur oscillant entre deux solénoïdes; un tel foret aurait à peu près toutes les caractéristiques d'un foret à air. Le rendement ne serait pas à considérer dans l'établissement d'un nouveau foret électrique, tellement le foret à air a un mauvais rendement. L'auteur termine en disant que, vu les remarquables résultats obtenus et avec le tarif de 0,05 fr le kilowatt-heure, il est fort probable qu'une centrale électrique, accolée à une mine et l'alimentant, serait une bonne « payeuse de dividendes ». — P. V.

622.913. — Les pompes de mines ; J. Schwartz. *General Electric Review*, juin 1917, t. xx, p. 456-462, 4 000 mots, 7 fig. — La quantité d'eau qu'il est nécessaire d'enlever des mines est quelquefois considérable, et, en moyenne, pour chaque tonne de charbon extraite, il faut compter 15 à 20 t d'eau à enlever; dans certains cas particulièrement défavorables, on atteint même 35 t. Il existe plusieurs moyens d'évacuer cette eau, mais les deux principaux consistent à employer des appareils de levage ou des pompes. La première méthode est appliquée surtout si les eaux à enlever sont acides, deux réservoirs de grande capacité sont suspendus aux extrémités d'un même câble et la manœuvre du système est faite de la même manière que celle des cages d'extraction du charbon, elle nécessite un moteur de grande puissance, un tambour ou poulie et un chevalement, l'auteur cite une de ces installations comportant un moteur de 800 ch. L'autre méthode consiste en l'emploi de pompes qui peuvent être de différents modèles, pompes stationnaires, pompes mobiles et pompes noyées. Les pompes fixes sont généralement placées au pied du puits principal et extraient l'eau d'un puisard général drainant toutes les eaux de la mine; ces pompes peuvent être établies d'une manière parfaitement définie pour un certain volume et une certaine hauteur d'élévation. Les pompes mobiles sont généralement plus petites et réparties dans diverses parties de la mine, elles servent à épuiser l'eau des puits éloignés du puits principal et à transporter cette eau au puisard de la pompe fixe qui a pour mission de la remonter au sol. Les pompes mobiles doivent pouvoir fonctionner à des régimes variables comme volume et hauteur d'élévateur. Les pompes noyées peuvent être de deux sortes, des pompes à pistons ou des pompes centrifuges; le choix est déterminé par les conditions locales et il est impossible d'attribuer à l'une des avantages marqués sur l'autre. L'article donne un certain nombre d'exemples d'application de pompes d'épuisement à commande électrique ainsi que des photographies. — E. B.

622.338. — L'équipement électrique des puits à pétrole; W.-G. Taylor. *General Electric Review*, juin 1917, t. xx, p. 468-475, 4 500 mots, 10 fig., 1 bibliographie. — Pour les opérations de fonçage et d'exploitation des puits à pétrole, le moteur électrique, comme dans la plupart des autres industries, offre de nombreux avantages de flexibilité et d'économie sur les machines à vapeur ou les moteurs à gaz. Le moteur d'induction à deux vitesses ou à vitesse variable est devenu le type « standard » pour ce genre d'application; la grande capacité de surcharge de ce type de moteur le rend particulièrement apte à remplir les dures conditions de travail propres à ce genre d'exploitation. L'auteur passe en revue un certain nombre d'applications dans les principaux centres d'extraction de pétrole en Amérique et montre combien le moteur électrique a donné satisfaction dans tous les cas où il a été employé. Il signale également les applications faites à l'étranger. — E. B.

621.344. — Les pelles mécaniques à commande électrique; W. Rogers. *General Electric Review*, juin 1917, t. xx, p. 450-455, 2 400 mots, 7 fig., 3 tab. — Le moteur à courant continu aussi bien que le moteur à courant alternatif sont applicables à cette commande. Le premier genre peut se subdiviser en plusieurs catégories suivant la nature de l'excitation du ou des moteurs; cette excitation peut en effet être shunt, compoud ou série; dans le second cas, il ne peut être question que du moteur d'induction à rotor bobiné et bagues. Pour pouvoir analyser convenablement les particularités du problème, il est nécessaire de se rapporter au mode de fonctionnement de la pelle à vapeur avec moteur sans régulateur, et de chercher par un réglage convenable de se rapprocher de cette marche; le genre de moteur le plus avantageux, permettant de se rapprocher le plus de la caractéristique de fonctionnement du moteur à vapeur, est le moteur à courant continu, excitation-série; l'emploi de ce genre de machine permet de diminuer la puissance de l'équipement et d'obtenir un meilleur rendement; des tableaux comparatifs de résultats d'essais exécutés sur la même pelle avec des moteurs à courant continu et à courants alternatifs ne laissent aucun doute à cet égard. — Dans les conditions de couple maximum et à la vitesse la plus réduite, le rendement de l'équipement alternatif descend à 25 pour 100, dans les mêmes conditions, le rendement de l'équipement continu dépasse 46 pour 100. En moyenne, les rendements des deux types d'équipements sont respectivement 46 et 77 pour 100. La différence de rendement est telle que dans le cas où il est seulement possible de recevoir du courant alternatif, il est avantageux de passer par l'intermédiaire d'un groupe moteur générateur et d'alimenter à courant continu les moteurs actionnant la pelle. — E. B.

621.974.7. — Marteau-pilon électropneumatique. *Electrical World*, 23 juin 1917, t. LXIX, p. 1209, 400 mots, 2 fig. — Il s'agit d'un marteau de 545 kg actionné primitivement à la vapeur, dans un important atelier de constructions navales. Comme plusieurs appareils étaient déjà équipés électriquement, on se proposa de remplacer l'opération à la vapeur par une installation à air comprimé. On fit l'acquisition d'un moteur triphasé à cage d'écureuil de 50 ch, 220 v, 900 t : m, qu'on accoupla à un compresseur d'air de 30,5 × 17,8 × 30,5 cm comprimant l'air à 6,3 kg : cm². Le réservoir d'air a 2,4 m de hauteur

Digitized by Google

Adr. télégr. :
Leolique-Paris.

" L'Éclairage Électrique "

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

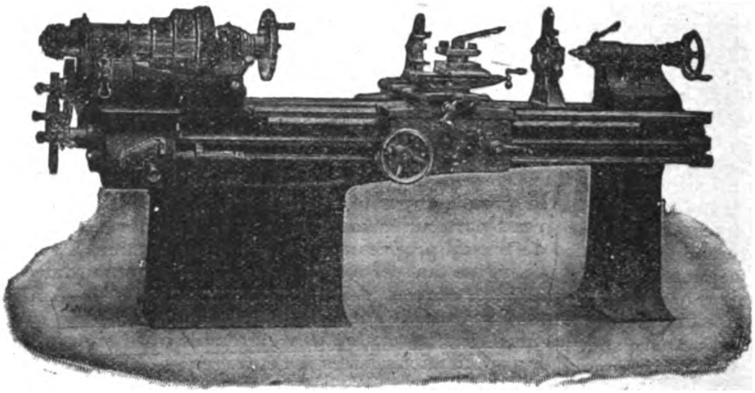
***Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS** (8e)*

Téléphone :
Elysées { 42-90 42-91 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS
FRANCE

LANDIS & GYR

BUREAUX ET LABORATOIRE :

12, RUE LAPEYRÈRE, PARIS

ATELIERS : 4, rue des Cloys.

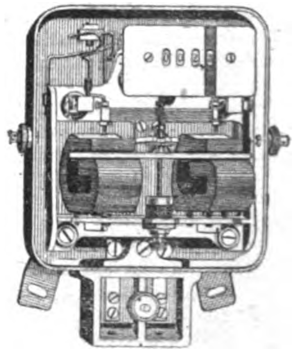
Téléph. : MARCADET 11-03. — Adr. télégr. : DIVISOR-PARIS.

Compteurs d'Electricité

Wattmètres Ferraris

Interrupteurs horaires

Limiteurs de courant



Compteur courant continu.

sur 1,2 m de diamètre, Il fut remarqué que les coups de marteau sont plus rapides et plus intenses qu'avec la marche à la vapeur. Le marteau est commandé par une valve au pied et un levier. Le succès de cette installation vient de décider les exploitants à l'étendre à 4 autres marteaux de 454 kg, 544 kg et 2 de 910 kg. — P. V.

63.171.24. — Le labourage électrique ; Ach. Delamarre. *R. G. E.*, 5 mai 1917, t. 1, p. 691-700, 7300 mots, 14 fig. — Après avoir calculé la puissance nécessaire à l'avancement de la charrue dans les conditions imposées par la pratique, l'auteur examine successivement les moyens d'avancement : par charrue automobile, par traction sur une chaine fixée à une extrémité et s'enroulant sur un treuil porté par la charrue, par traction à l'aide d'un treuil fixe d'une chaine fixée à la charrue ; ce dernier moyen, qui parait à l'auteur le plus recommandable dans l'état actuel de la question, est étudié plus en détail (treuil Siemens, treuil Fillet, treuil de Jeumont). L'évaluation du prix de revient du labourage au moyen des treuils commandés électriquement conduit à 63 fr par hectare, dont 43 fr pour l'intérêt et l'amortissement du capital, 15 fr pour l'énergie électrique et 5 fr pour la main-d'œuvre ; ce prix pourrait d'ailleurs être abaissé à 49 fr dans une ferme de 500 hectares ; il est notablement inférieur (d'environ 50 pour 100) à celui du labourage par treuil à vapeur et inférieur aussi à celui du labourage par tracteur qui d'ailleurs ne convient que pour des labours légers. — En terminant, l'auteur cite la fondation récente, dans la région de Meaux, sous les auspices de l'Omnium français d'électricité, d'une coopérative de labourage électrique.

621.347. — Nouvelles applications de l'électricité à l'agriculture ; F. Ringwald. *Bulletin de l'Association suisse des Electriciens*, mai 1917, t. viii, n° 5, p. 135-137, 1300 mots, 3 fig. — Le sol de pays situés au nord des Alpes est peut-être moins fertile que celui de régions plus méridionales, mais ces pays sont, en revanche, plus riches en ressources hydrauliques qui, grâce à l'électricité, peuvent remplacer, dans une certaine mesure, l'énergie solaire insuffisante. En réalité, le paysan utilise encore très mal

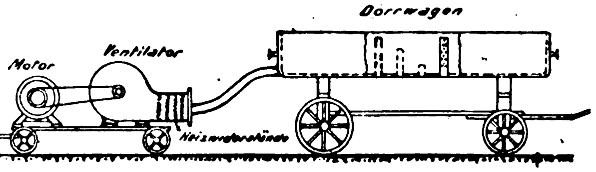


Fig. 1.

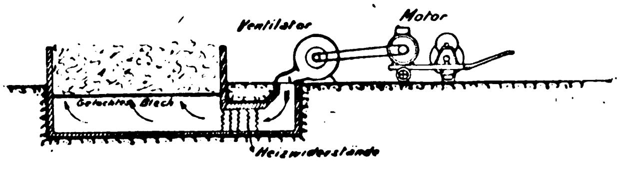


Fig. 2.

621.347. — Types de fourragères pour le séchage électrique des foins.

les sources d'énergie mises à sa disposition. Ce qui l'arrête surtout, en ce qui concerne l'électricité, c'est le prix élevé des installations et celui de l'énergie pour un usage restreint. — Il faut donc chercher de nouvelles applications pratiques et directes de cette énergie : la première serait l'application des moteurs actuels au travail du sol. — Le tracteur électrique peut d'ailleurs, dès maintenant, concurrencer sérieusement le tracteur à pétrole pour le transport des lourdes charges à vitesse lente. — En dehors de la préparation des engrais chimiques, on peut également envisager l'emploi du moteur électrique pour l'alimentation des canalisations d'eau nécessaires pendant les périodes de sécheresse. — L'auteur insiste surtout sur le séchage artificiel des foins qui permet de faire la fenaison au moment le plus propice sans se soucier de la température et d'éviter des pertes considérables. — On obtient ce séchage, soit par chauffage direct, soit par aspiration dans une enceinte légèrement chauffée, soit, enfin, par insufflation d'air chaud à l'aide d'un ventilateur actionné électriquement. — A cet effet, la fourragère est munie de tuyaux d'aération verticaux percés latéralement et réunis à un ventilateur dont la chambre de refoulement contient des résistances de chauffage (fig. 1). Pour de grandes quantités, on fait aussi usage de planchers à claire-voie en bois, en béton ou en éternite (fig. 2). — On a reconnu que le foin ainsi séché artificiellement possède une valeur nutritive supérieure au foin séché au soleil, et surtout au foin mal séché. — L'installation du séchoir est peu coûteuse ; quant à l'énergie nécessaire elle est d'environ 270 kw-h par 100 kg de foin sec et diminuera à mesure de l'amélioration du rendement des appareils. — Les mêmes procédés peuvent également s'appliquer au séchage des fruits et des légumes, ainsi qu'à la préparation de la tourbe. — Les applications sont susceptibles d'un développement intéressant, dans tous les cas où le prix du kilowatt heure ne dépasse pas 4 centimes environ. — J. C.

621.34 : 676.2.05. — L'équipement électrique des machines à papier. *R. G. E.*, 23 juin 1917, t. 1, p. 995-996, 700 mots. Analyse d'un article publié dans *Electrical World*, 24 février 1917, t. lxix, p. 364-366. — L'article donne des renseignements sur la puissance des moteurs utilisés aux différentes opérations de la fabrication.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

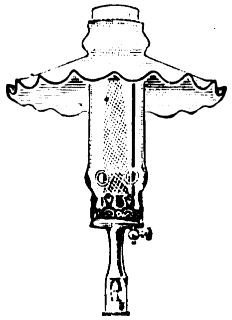
654.25.00.14. — Essais comparatifs sur les « audions » (tubes à vide ou valves ioniques à trois électrodes) ; G. Vallauri. *Elettrotecnica*, 25 juin et 5 juillet 1917, t. iv, p. 335-342 et 350-355, 7 500 mots, 9 fig. — Les administrations techniques et l'industrie privée de divers pays ayant commencé à employer plusieurs types d'audions, il est devenu nécessaire de fixer la technique des mesures comparatives de ces nouveaux appareils. Les résultats de ces mesures sont utiles, pour indiquer la direction à suivre dans les perfectionnements des tubes à vide pour télégraphie sans fil. L'auteur présente un premier essai de mesures comparatives méthodiques, exécutées sur cinq types d'audions différents entre eux soit comme structure, soit comme provenance. Des raisons majeures ont contraint de considérer comme confidentiels plusieurs résultats particuliers. Le mémoire publié contient néanmoins des résultats généraux, qui présentent de l'intérêt et qui comprennent : 1° l'examen des moyens de rendre comparables les conditions de fonctionnement de différents audions ; surtout au point de vue du degré d'incandescence du filament ; 2° l'exposition des méthodes d'exécution des expériences quantitatives ; 3° la constatation d'un accord assez satisfaisant entre les prévisions théoriques et les résultats d'expérience ; 4° l'observation des phénomènes particuliers qui se présentent d'une manière marquée seulement dans certains types et ressemblent à une forme d'hystérésis visqueuse ; 5° la distinction entre les appareils spécialement aptes au fonctionnement comme amplificateurs et générateurs et les autres appareils particulièrement sensibles comme révélateurs (redresseurs) ; 6° la constatation, dans certains appareils, de phénomènes de vieillissement, qui modifient défavorablement les propriétés du tube, et qui peuvent probablement être évités par des soins convenables au moment de la construction. Une analyse de cet article sera donné dans la « R. G. E. ».

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

Magasins et Bureaux : 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

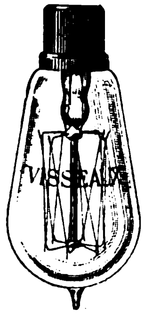
Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D G.

Fabrique de Manchons.

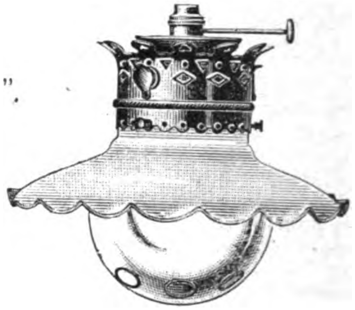
Soie et Ramie.



Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré

Verrerie "Baccarat".

Cristallerie.



Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G

LYON 1914 : Membre du Jury. Hors concours. — SAN FRANCISCO 1915 : Hors concours.

TÉLÉGR. : VISSEAUX-LYON

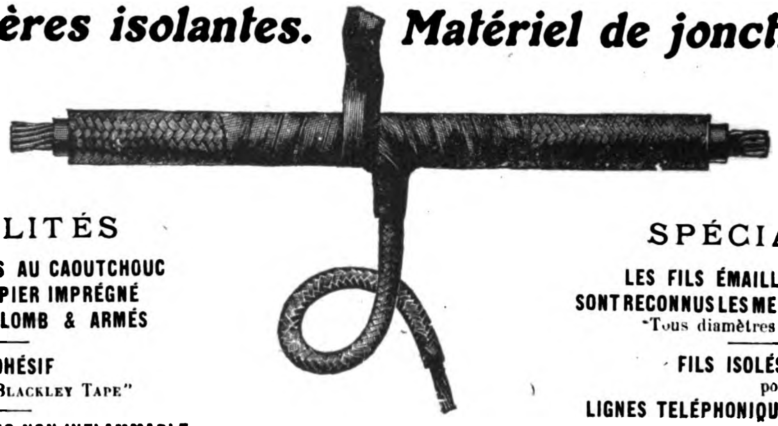
CATALOGUES SUR DEMANDE
EXPORTATION

UNIS
FRANCE

CONNOLLY BROTHERS LTD

FABRICANTS DE FILS ISOLÉS ET DE CABLES

Matières isolantes. Matériel de jonction.



SPÉCIALITÉS

FILS & CABLES ISOLÉS AU CAOUTCHOUC VULCANISÉ, AU PAPIER IMPRÉGNÉ RECOUVERTS DE PLOMB & ARMÉS

RUBAN ADHÉSIF
Marque déposée : " BLACKLEY TAPE"

SOLUTION DE CAOUTCHOUC NON INFLAMMABLE
Marque déposée : " PEAR DROP BRAND".

FILS AÉRIENS RECOUVERTS DE TRESSE IMPRÉGNÉE POUR ATMOSPHÈRES CORROSIVES
Marque déposée : " CLIMIC".

Adresser toutes demandes de renseignements au Bureau central et aux Ateliers

VALE MILLS

SPÉCIALITÉS

LES FILS ÉMAILLÉS "CONNOLLY" SONT RECONNUS LES MEILLEURS SUR LE MARCHÉ
Tous diamètres depuis 4/100mm.

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS
pour
LIGNES TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIQUES OU SONNERIES ÉLECTRIQUES

CONDUCTEURS SIMPLES OU MULTIPLES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR LIGNES AÉRIENNES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR STATIONS DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

BLACKLEY-MANCHESTER (Angleterre).

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

ORGANISATION ET AMÉNAGEMENT

331.87. — L'école du bon sens. *R. G. E.*, 5 mai 1917, t. I, p. 710-712, 1 800 mots. — L'auteur donne dans cette note quelques conseils pratiques, découlant du simple bon sens et concernant l'organisation méthodique du travail des ouvriers, l'installation rationnelle des ateliers et les dispositions hygiéniques indispensables pour assurer la santé et la propreté du personnel des usines.

621.7 (006). — La disposition des ateliers. Quinzième article; J. Horner. *Engineering*, 13 juillet 1917, t. CIV, p. 29-32, 2 000 mots, 2 fig. — L'auteur décrit dans cet article les ateliers de la Compagnie des chemins de fer de Chicago à Burlington et Quincy; ces ateliers ont été établis très largement de manière à permettre l'installation des machines-outils nouvelles au fur et à mesure de nouveaux besoins, sans qu'il soit nécessaire d'augmenter la surface couverte. La vue en plan des bâtiments avec la disposition des machines est jointe à l'article; on peut remarquer combien ces dernières sont espacées. La plupart des machines-outils sont de grande puissance et sont actionnées individuellement par des moteurs électriques; un des tours est actionné par un moteur électrique à courant continu de 50 ch; la puissance moyenne des moteurs est de 20 ch environ; les machines-outils de petites dimensions sont réunies par groupes commandés chacun par un moteur de puissance convenable. — E. B.

621.892. — Récupération de l'huile de graissage des machines; G.-H. Ayres. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, janvier-avril 1917, p. 260. D'après une communication à la Graduates Association de l'Institution of Mechanical Engineers. — L'auteur traite des moyens de récupérer d'une façon avantageuse l'huile restant dans les chiffons servant à nettoyer les machines. Les chiffons sont placés dans une turbine centrifuge munie d'une cage à parois perforées tournant avec une vitesse de 1 800 à 2 000 t : min au moyen d'une turbine à vapeur. La vapeur d'échappement sert à chauffer la matière afin de liquéfier les huiles et les graisses. L'huile obtenue est filtrée; les chiffons peuvent resservir soit tels, soit après lavage. — De même on peut recueillir l'huile des tournures et limailles provenant du taraudage en les passant dans un appareil à force centrifuge. — L'auteur cite des sociétés utilisant ces procédés.

EXPLOITATION

621.311.7. — Des cas de surtensions qui ne devraient pas se présenter; Paul J.-A. Torche. ***R. G. E.***, 23 juin 1917, t. I, p. 984-985, 900 mots. — Dans cette note, suggérée par la publication dans la *R. G. E.*, 28 avril 1917, p. 645, d'un rapport sur les surtensions élaboré par l'Association suisse des Electriciens, l'auteur signale des claquages de transformateurs à 10 000 v qui étaient dus soit à la fusion des coupe-circuits, soit à la manœuvre des interrupteurs, soit au fonctionnement d'un disjoncteur bipolaire. Il a suffi de quelques légères modifications aux installations pour en empêcher le retour.

621.311.7. — La protection contre les surintensités dans la centrale de Golpa. *R. G. E.*, 30 juin 1917, t. I, p. 1 033-1 034, 800 mots, 2 fig. Analyse d'un article de G. Klingenberg, publié dans *E. T. Z.*, 14 décembre 1916, t. L, p. 681-682, 2 fig. — La puissance de cette usine étant considérable (60 000 kw), certaines précautions ont été prises pour protéger le matériel contre les courts-circuits; l'article indique sommairement ces précautions.

621.311.7. — Le problème des surtensions. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 950-952, 4 500 mots. Analyse d'un rapport de Karl Kuhlmann à l'Elektrotechnischer Verein publié dans *E. T. Z.*, 7 décembre 1916, p. 661. — Pour permettre la discussion de ce problème, l'auteur l'a divisé en un grand nombre de points; cette division est reproduite dans l'article. Elle est suivie de quelques exemples montrant les difficultés que l'on rencontre dans le choix des moyens de protection contre les surtensions et d'un résumé de la discussion qui a eu lieu à l'Elektrotechnischer Verein.

621.311.7. — Etude des effets de protection contre les surtensions produits par les bobines de réactance *R. G. E.*, 4 août 1917, t. II, p. 179-187, 4 500 mots, 19 fig. Analyse d'un mémoire de Karl-Willy Wagner, du Physikalisch-Technischen Anstalt, publié dans *E. T. Z.*, 10, 17 et 24 août 1916, t. XXXVII, p. 245, 440 et 442. — Après quelques considérations sur la forme des ondes après réflexion, l'auteur étudie la bobine de réactance considérée comme une canalisation, puis l'influence de la capacité propre de la bobine. De nombreuses courbes théoriques et oscillographiques illustrent cette étude.

351.82 : 621.317.8. — Relèvement des tarifs des Compagnies de distribution en raison de la hausse des charbons. Conditions d'homologation; S. de Rigney. *R. G. E.*, 5 mai 1917, t. I, p. 717-718, 1 400 mots. — Dans cet article, l'auteur indique les différents moyens que les Compagnies de distribution ont cherché à appliquer pour faire face à l'augmentation considérable du prix du charbon. Il expose ensuite les principes directeurs dont le ministère des Travaux publics entend faire état pour statuer dans les cas de demande de relèvement des tarifs.

621.317.5. — Nivellement des courbes de charge des consommateurs d'électricité. *R. G. E.*, 30 juin 1917, t. I, p. 1 030-1 032, 1 000 mots, 2 fig. Analyse d'un article de J.-E. Brulard, publié dans *Electrical World*, 23 décembre 1916, t. LXVIII, p. 1 241-1 242. — L'auteur préconise dans ce but le chauffage électrique des habitations par l'intermédiaire d'un réservoir d'eau.

621.317.8. — Développement de la clientèle des stations centrales et réduction des tarifs. *R. G. E*, 21 juillet 1917, t. II, p. 105-106, 550 mots Analyse d'un article publié dans *Electrical World*, 27 janvier et 3 février 1917, t. LXIX, p. 173-174 et 217-219. — L'article indique les procédés employés dans ce but par deux Compagnies américaines, la Milwaukee Electric Railway and Light C° et la Union Electric Light and Power C° of Saint-Louis.

621.317.5. — Le relief de charge du Sud-Electrique; Max Du Bois. ***R. G. E.***, 23 juin 1917, t. I, p. 981-984, 1 500 mots, 2 reliefs. — L'exploitant d'une distribution d'énergie électrique doit connaître parfaitement la marche de son exploitation qui se traduit notamment par la production de courant. Il dispose, à cet effet, de tableaux et de graphiques journaliers qui lui donnent, jour par jour, la courbe de l'énergie produite à l'usine; en feuilletant ces graphiques placés dans leur ordre chronologique, il obtient un aperçu pour ainsi dire cinématographique de son exploitation, mais ce ne sera qu'un aperçu vague, approximatif et ne présentant aucune précision. Le procédé du « relief de charge », décrit dans cet article, consiste à ramener l'aperçu cinématographique à un exposé graphique qui donne d'emblée la marche de l'exploitation pendant plusieurs mois ou plusieurs années.

331 2. — Formules des divers tarifs de salaires. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. I, p. 897-900, 900 mots, 3 fig. — L'auteur de cette note montre que toutes les formules de tarifs de salaires, soit déjà utilisées, soit récemment proposées, peuvent être condensées en une expression générale. La représentation graphique appliquée à ces formules fait nettement ressortir leurs avantages respectifs.

Digitized by Google

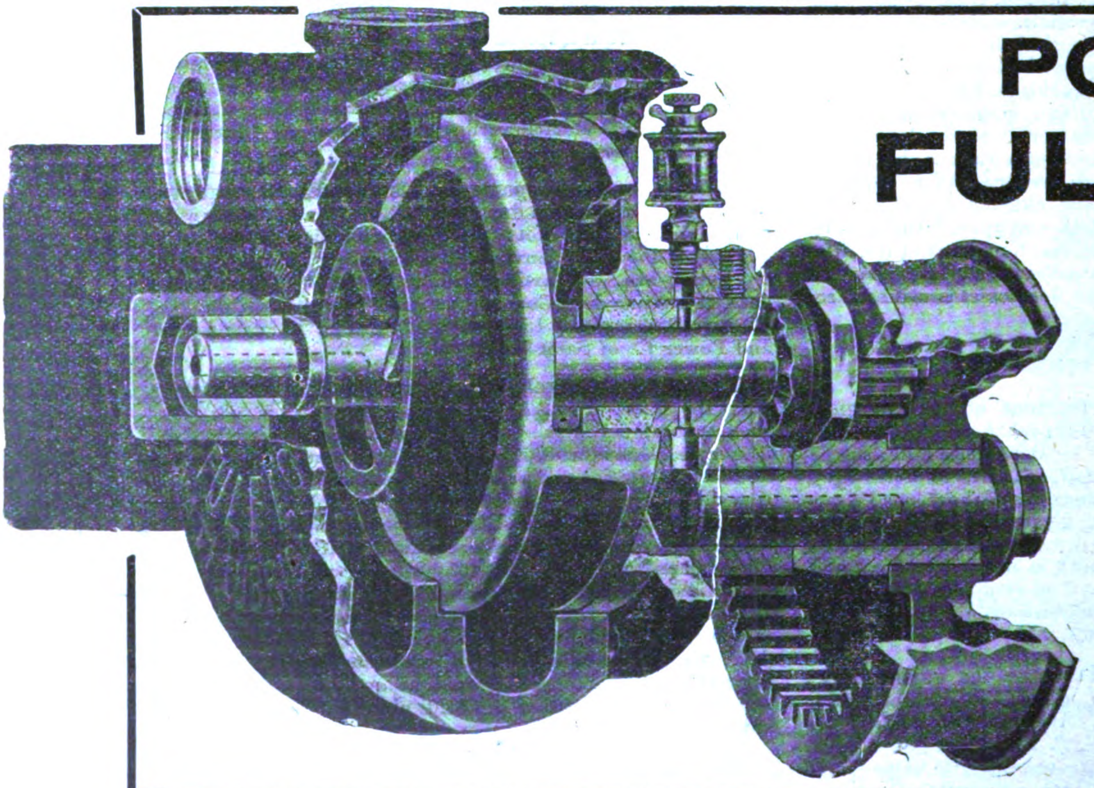
EMPLACEMENT RÉSERVÉ

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIV^e^)



POMPE FULFLO

FULFLO, malgré sa petitesse, débite cinq fois plus que n'importe quelle autre pompe de même dimension. Elle ne peut ni s'encrasser ni se boucher. Cette pompe ne comporte aucun organe délicat ni soupape.

PARIS, 47, boulev. Magenta.
LYON, 39, cours de la Liberté. | **Soc. Ano. ALFRED HERBERT** | Tél. : NORD 37-64, 67.39, 70-1
Télég. : HEXAGON-PARIS

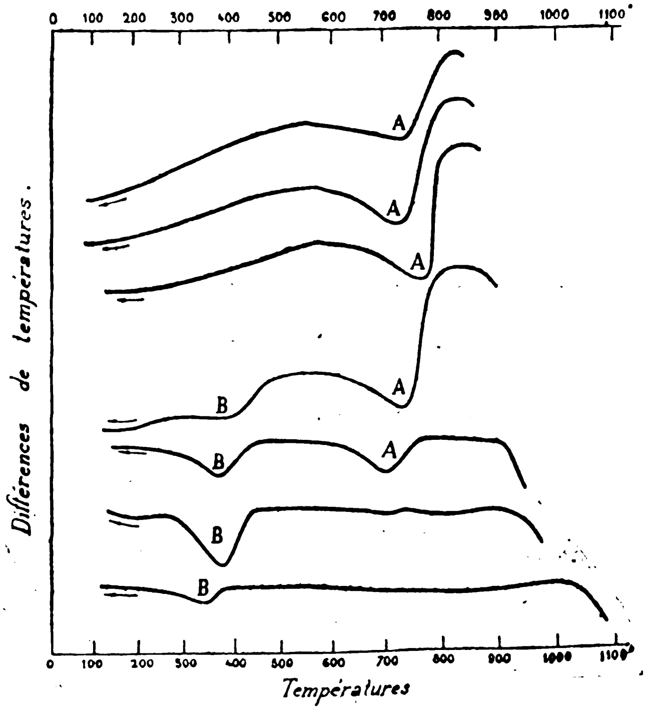
Digitized by Google

331.81 + 331 2. — La semaine anglaise et les salaires en Angleterre. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. II, p. 83-84, 900 mots. — Note éditoriale donnant, d'après des documents officiels anglais, quelques renseignements sur le sujet, en particulier un tableau indiquant le nombre d'heures de travail par semaine dans diverses industries.

MATIÈRES PREMIÈRES

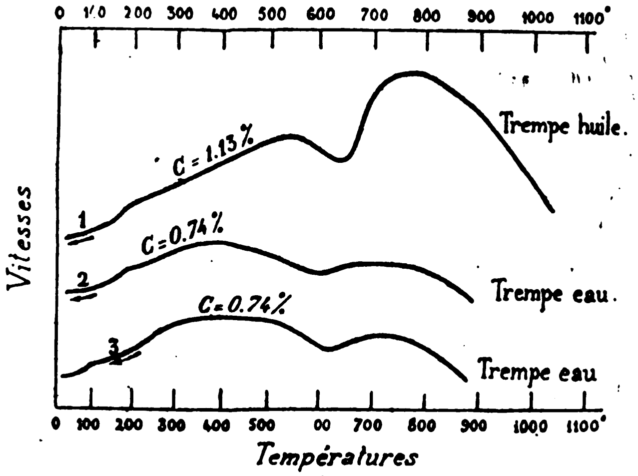
669.144.2. — Nouvelles recherches sur l'invar; Ch.-Ed. Guillaume. *R. G. E.*, 28 juillet 1917, t. II, p. 132, 800 mots. — Reproduction du résumé d'une communication faite à la séance du 4 mai 1917 de la Société française de Physique.

669.143.1. — Sur la formation de la troostite et de la martensite; P. Dejean. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 30 juillet 1917, t. CLXV, p. 182, 800 mots, 2 fig. — L'auteur publie les résultats de ses expériences exécutées au laboratoire des établissements Schneider; ces résultats sont en de nombreux points analogues à ceux de MM. Portevin et Garvin (*Comptes rendus*, 1917, t. CLXIV, p. 885) quoique obtenus par des méthodes très différentes. Les recherches de M. Dejean reposent sur le fait que les points critiques de refroidissement d'un acier à outils rapides au tungstène varient considérablement lors-



669.143.1. — Fig. 1. Courbes de refroidissement d'un acier à outils rapides à 18 pour 100 de tungstène.

qu'on modifie la température initiale de refroidissement sans qu'il soit nécessaire d'en changer la vitesse. Les courbes de la figure 1 montrent ces variations pour un acier à 18 pour 100 de tungstène et 4 pour 100 de chrome; elles ont été obtenues par la méthode de Robert-Austen en employant un galvanomètre double Le Chatelier-Saladin. La considération de ces courbes montre que, lorsque la température initiale de refroidissement varie de 850° à 900°, un premier point critique thermique A se développe et évolue entre 800° et 700°. Lorsque la température initiale dépasse 900°, un second point critique B apparaît un peu au-dessus de 400° et enfin, quand la température initiale atteint 980°, le point A disparaît complètement. Ces phénomènes se produisent avec un grand nombre d'autres aciers et, en particulier, avec les aciers dits *auto-trempants* qui ont une importance industrielle considérable. — L'étude micrographique de ces aciers montre que ceux qui ont manifesté le point A sont à perlite ou troostite, ceux qui ont donné le point B sont martensitiques et ceux qui ont donné à la fois le point A et le point B sont composés de troostite et de martensite. — Pour étudier les aciers au carbone l'auteur a employé son relais d'induction (*Revue de Métallurgie*, 1905, t. II, p. 701) qui donne directement les vitesses de refroidissement. Il a ainsi obtenu les courbes de la figure 2. — Tous les aciers au carbone étudiés sont formés au centre de troostite et de martensite, ils possèdent tous entre 700° et 500° un point analogue au point A et, à basse température (< 200°), un point qui ressemble au point B des aciers précédemment étudiés. — De ces essais l'auteur tire les conclusions suivantes : 1° il n'y a pas de discontinuité entre le point de formation de la perlite et celui de la troostite

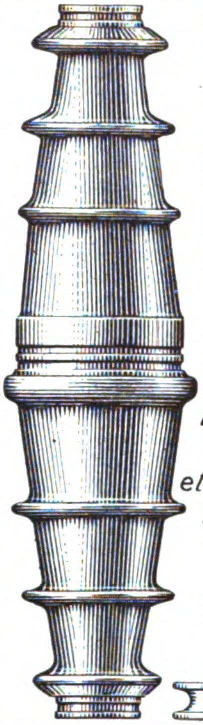
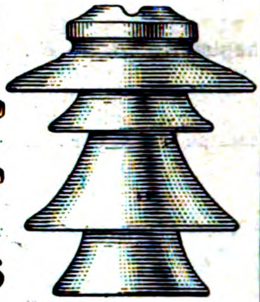


669.143.1. — Fig. 2. Courbes de trempe d'aciers au carbone. — Courbe 1 : échantillon sphérique η = 3 mm. Refroidissement 700° — 100°. Temps : 2 minutes. Courbe 2 : échantillon sphérique η = 30 mm. Refroidissement 700° — 100°. Temps, 0 minute, 20 secondes. Courbe 3 : échantillon sphérique η = 20 mm. Refroidissement 700° — 100°. Temps : 0 minute, 12 secondes. *Remarque* : L'échelle des ordonnées n'est pas la même pour la courbe 1 et pour les courbes 2 et 3.

(point A). Les deux constituants sont donc vraisemblablement formés d'un agrégat de ferrite et de cémentite, mais tandis que la perlite renferme à peu près tout le carbone de l'acier, la troostite n'en renferme qu'une partie. Au-dessous du point A, le carbone, restant en solution dans le fer qui entoure la troostite, le maintient à l'état d'austénite jusqu'à une température où la solution austénitique elle-même ne pouvant plus exister se transforme à son tour (point B) pour donner la martensite. — 2° Il y a une discontinuité très nette entre le point de formation de la martensite et celui de la troostite. La nature de ces deux constituants est donc essentiellement différente. — 3° Pour supprimer complètement la formation de la troostite et obtenir de la martensite pure, avec une vitesse de refroidissement donnée, il faut dépasser le point critique de chauffage d'une quantité d'autant plus grande que la vitesse de refroidissement admise est plus faible. Tout se passe comme si, en chauffant un acier au-dessus du point AC_1 il subsistait encore des germes ou éléments de carbure non complètement détruits qui faciliteraient au refroidissement la mise hors solution du carbure à l'état de troostite.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

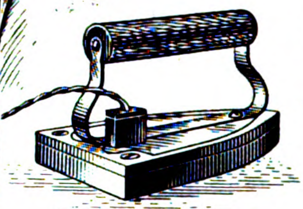
Digitized by Google

ANCIENS ETABLISSEMENTS
PARVILLÉE FRÈRES & Cie
56, RUE DE LA VICTOIRE. PARIS
USINES A CRAMOISY (OISE)

FABRICATION DE TOUT LE MATERIEL en Isolateurs, consoles et Ferrures diverses pour Lignes Télégraphiques Téléphoniques ainsi que pour Transports d'énergie à hautes tensions

FABRICATION DE TOUS APPAREILS DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE



RADIATEURS
FERS A FRISER
FERS A SOUDER
BOUILLOIRES
RÉCHAUDS
DESSOUS DE PLAT
GRILS
TAPIS CHAUFFANTS
CUISINES
ETC-ETC

Ch. PASQUIER

Cie des CHARBONS FABIUS HENRION

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.500.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 56, Rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS VIIIe

Téléphone : Élysées 42-93.

USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE

Adresse télégraphique Carbenrion-Paris.

UNIS FRANCE

BALAIS POUR DYNAMOS

Balais spéciaux à haute conductibilité et faible frottement
Balais de tramways — Lames pour piles

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

531.18. — Le principe de relativité; J.-B. Pomey, ingénieur en chef des Télégraphes. *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 203-210, 6 300 mots, 3 fig. — Dans cet article, résumé d'une conférence faite par l'auteur aux élèves ingénieurs de l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes, M. Pomey commence par retracer en quelques mots la genèse du principe de relativité, lequel revient à admettre l'impossibilité de pouvoir mesurer le mouvement de la matière par rapport à l'éther supposé immobile. Il montre ensuite comment s'introduit la notion du temps local lorsque deux observateurs sont animés d'un même mouvement de translation par rapport à l'éther, puis comment, en s'appuyant sur les résultats des expériences de Michelson, s'introduit l'hypothèse de la contraction longitudinale. Il fait alors observer que cette dernière hypothèse conduit à modifier la relation établie d'après la notion du temps local entre les heures de deux stations en mouvement et indique, par des considérations simples, comment on arrive à la nouvelle relation, dont une conséquence est qu'il est impossible d'attribuer à la matière une vitesse supérieure à celle des ondes lumineuses. — M. Pomey examine ensuite ce que devient la forme des ondes lumineuses émises par une source ponctuelle en mouvement lorsqu'on tient compte de la contraction longitudinale; il trouve que ces ondes sont des ellipsoïdes homothétiques par rapport au point qu'occupe la source à l'instant zéro et il arrive ainsi à la transformation de Lorentz ; il montre en outre que l'on parvient à cette même transformation par un autre mode de raisonnement basé sur l'hypothèse qu'une horloge en mouvement subit un retard du fait même du mouvement de translation. — En terminant, M. Pomey fait observer que l'impossibilité de faire apparaître au moyen d'une expérience d'optique le mouvement d'un système matériel par rapport à l'éther pourrait s'interpréter en admettant l'entraînement total de l'éther par la matière. C'est précisément l'hypothèse où s'est placé Hertz pour avoir les équations du champ électromagnétique dans un milieu en mouvement. Mais certaines conséquences de cette hypothèse sont en désaccord numérique avec l'expérience. En outre, l'hypothèse est en contradiction avec celle de l'entraînement partiel de l'éther, cependant d'accord avec les expériences d'interférence de Fizeau sur l'eau en mouvement et celles de Airy sur la mesure de l'aberration au moyen d'une lunette remplie d'eau.

531.63 + 535.245. — Déterminations du rendement lumineux et de l'équivalent mécanique de la lumière ; W.-W. Coblentz et W.-B. Emerson. *Physical Review*, juin 1916, 2e série, t. IX, p. 569-570, 450 mots. — Les mesures ont porté sur une lampe à incandescence à tungstène (lampe à vide). La lampe a fonctionné au régime de 1,23 w : b, donnant 26,5 bougies. Le rayonnement total a été $293,5 \times 10^{-6}$ w : cm² à 1 m de la lampe. — Le rendement en lumière a été déterminé au moyen d'une pile thermo-électrique linéaire (Bi et Ag) et d'une solution absorbante dont la courbe de transmission est identique à la courbe de visibilité de l'œil moyen (photomètre physique). La solution possède la composition suivante :

Chlorure cuivrique [$CuCl^2$, $2H^2O$]	5,7	g
Sulfate de cobalt ammonium [$Co(NH^4)^2(SO^4)^2, 6H^2O$]	1,2	g
Chromate de potassium [K^2CrO^3]	0,16	g
Acide nitrique [HNO^3] 1,3 cc (d = 1,05)	0,123	g
Eau	100	mols.

(Cette solution est utilisée dans une cuve en verre de 1 cm d'épaisseur disposée à la suite d'une cuve à eau de 3 à 4 cm d'épaisseur). Le rendement lumineux a été trouvé égal à $L_r = 0,0142$ pour 100. — La valeur correspondante pour l'équivalent mécanique de la lumière, à savoir, 1 lumen = 0,00157 w d'énergie rayonnante pour la longueur d'onde correspondant à la sensibilité maximum s'accorde bien avec celle indiquée par Ives et Kingsbury (1 lumen = 0,0016 w.) — A. B.

535.215. — Passage des électrons photo-électriques à travers les métaux; K.-T. Compton et L.-W. Ross. *Physical Review*, juin 1917, 2e série, t. IX, p. 558-559, 450 mots. — Les expériences de Ladenburg et celles de Rubens et Ladenburg ont établi que les électrons expulsés des métaux sous l'action de la lumière ultra-violette proviennent d'une couche superficielle du métal d'épaisseur faible, mais mesurable ; les électrons peuvent donc traverser une certaine épaisseur de métal et conserver néanmoins une énergie cinétique suffisante pour leur permettre de s'échapper de la surface. — Les auteurs ont construit une chambre de pulvérisation dans laquelle douze plaques de quartz peuvent recevoir successivement un dépôt cathodique dont l'épaisseur est proportionnelle à la durée de pulvérisation. — Ces pellicules métalliques sont montées sur un disque rotatif dans le vide de manière à pouvoir être, l'une après l'autre, interposées sur le trajet d'un faisceau de lumière ultra-violette, le courant électrique étant mesuré du côté de la face d'émergence. — Après avoir traversé la couche, la lumière vient frapper une deuxième électrode et détermine la production d'un courant proportionnel à la quantité de lumière transmise par la pellicule. — Le courant photo-électrique de la pellicule est donné par la relation

$$N = K I_0 e^{-\alpha d} \int_0^d e^{\alpha x} F(x) dx,$$

où I_0 désigne l'intensité de la lumière pénétrant dans la pellicule, α le coefficient d'absorption lumineuse dans la pellicule, d l'épaisseur de la pellicule et $F(x)$ la probabilité que possède un électron libéré à une profondeur x de s'échapper de la surface. La forme de $F(x)$ a été déterminée au moyen d'hypothèses simples concernant la nature de l'absorption électronique. L'hypothèse la plus simple est exprimée par

$$F(x) = e^{-\beta x}$$

$\frac{1}{\beta}$ désignant la distance moyenne que peut parcourir un

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E.*, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

EMPLACEMENT RÉSERVÉ

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

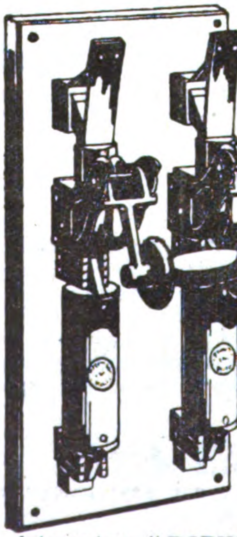
MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIV^e^)

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS

VEDOVELLI & PRIESTLEY

Capital Social 2.500.000 francs.



Interrupteur " **ROBUR** "
à coupe-circuit.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
HAUTE ET BASSE TENSION

INTERRUPTEUR & DISJONCTEUR
" ROBUR "

DISJONCTEUR
" CARTER "

SIÈGE SOCIAL
14, Rue Taibout, Paris (9^e^)
Tél. : BERGÈRE 37-64

TÉLÉGR. : **VEDOPRI**, Paris

UNIS FRANCE

Le Maillon
V P E

MATÉRIEL DE TRACTION

TRANSPORT DE FORCE

FONDERIE
BRONZE, LAITON, ALLIAGE

USINES
IVRY-S/-SEINE, 130, av. Jean-Jaurès
Télép. : GOBELINS 11-13 et 11-12

PARIS, 160 et 161, Rue St-Charles (15^e^).
Télép. : SAXE 08-96 et 61-70

électron à travers un métal, normalement à la surface, sans perdre la faculté d'être expulsé. — Les mesures des auteurs sur des pellicules de platine indiquent que β est très voisin de $\frac{1}{0,60.10^7}$, ce qui correspond à un libre parcours de $1,67.10^{-7}$ cm. Cette valeur est de l'ordre de grandeur de la distance entre les atomes dans la pellicule. Les auteurs n'ont décelé aucune différence entre les valeurs de β déterminées pour diverses longueurs d'onde, ce qui indique probablement que les électrons perdent leur énergie d'une manière discontinue (par collisions) plutôt que par un processus graduel. — Cette valeur de β est supérieure à celle suggérée par le travail de Rubens et Ladenburg, mais elle s'accorde avec l'ordre de grandeur que permettent de prévoir les mesures de l'effet Hall dans le platine. Si cette valeur de β est correcte, elle implique la possibilité d'expliquer l'effet thermo-ionique comme un effet photo-électrique généralisé.

535.33 — 3. — Emploi d'une cellule photo-électrique comme pyrrhéliomètre; W.-W. Coblentz. *Physical Review*, juin 1916, 2e série, t. ix, p. 572, 250 mots. — On sait qu'Angström (*Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsala*, iv, 1907, t. 1) a décrit une méthode nouvelle pour l'étude du rayonnement solaire basée sur la diffusion par l'atmosphère des rayons violets et ultra-violets. Il recouvrait son pyrrhéliomètre d'un verre bleu. De cette manière, il pouvait étudier la diffusion par l'atmosphère du rayonnement solaire indépendamment de la vapeur d'eau présente et obtenir quelques données intéressantes sur la constante solaire. — Le dispositif précédent manquant de sensibilité, l'auteur a opéré avec une cellule photo-électrique à cause de sa sensibilité élevée pour le bleu violet. La déviation du galvanomètre n'est pas proportionnelle au rayonnement reçu ; mais il semble que, pour de fortes intensités, on puisse corriger les résultats obtenus. Une cellule perfectionnée donne directement la proportionnalité. — La cellule a été trouvée trop sensible (même avec une batterie de 2 v seulement) pour être utilisée avec un galvanomètre d'Arsonval. Avec un voltage plus élevé et un milliampèremètre, le courant qui traverse la cellule, quand on l'expose au soleil à travers un verre bleu pour réduire l'intensité, suffit à détériorer la cellule. — Ces expériences indiquent qu'à condition de prendre une substance photo-électrique moins sensible, l'emploi de cet instrument comme pyrrhéliomètre mérite d'être étudié.

A. B.

535.331. — Caractères principaux des spectres du calcium, du strontium, du baryum et du magnésium obtenus au four électrique; Arthur S. King. *Physical Review*, juin 1917, 2e série, t. ix, p. 576, 350 mots. — Les spectres du Ca, Ba, Sr et Mg ont été photographiés entre $\lambda = 2\,600$ et $\lambda = 7\,200$ pour des températures comprises entre 1 650° et 2 500°. — Tandis que les termes d'une même série sont affectés de la même manière, on constate de notables différences entre les propriétés des diverses séries. Une série de triplets du Ca montre bien le changement d'intensité relative des diverses longueurs d'onde avec la température. A mesure que la température s'élève, les constituants violets de la série s'accroissent notablement plus vite que ceux de plus grande longueur d'onde. Ceci s'accorde avec une observation antérieure relative à la série principale du cæsium étudié au four électrique et indique un déplacement du maximum avec la température analogue à celui qu'on constate dans le spectre d'un solide incandescent — A. B.

537.1. — Remarques sur un travail de M. E.-R. Stoekle intitulé : courants thermo-ioniques à partir du molybdène; O.-W. Richardson. *Physical Review*, juin 1917, 2e série, t. ix, p. 500-501, 450 mots. — L'auteur s'élève contre une assertion contenue dans le travail de Stoekle d'après laquelle « les conclusions (de Richardson), relatives à l'absence de tout changement appréciable dans l'émission électronique, même sous l'action *de changements considérables dans la quantité et la nature des gaz présents dans le tube*, ne sont pas en accord avec les observations de Langmuir sur l'émission thermo-ionique du tungstène ni avec les résultats des expériences sur le molybdène rapportées dans ce travail ». Il y a dans ce passage, d'après Richardson, une erreur d'interprétation des termes de son mémoire : aucune de ses conclusions, pense-t-il, n'est en désaccord avec les observations de Langmuir ou celles de Stoekle. — A. B.

537.1. — Note sur la relation entre les potentiels d'ionisation et les charges atomiques; Fernando Sanford. *Physical Review*, juin 1917, 2e série t. ix, p. 575, 300 mots, 1 tab. — L'auteur a déterminé les potentiels d'ionisation nécessaires pour obtenir les spectres à raie unique d'un certain nombre d'éléments. Il a montré récemment que, dans l'hypothèse que les électrons participant à l'émission des radiations lumineuses et des rayons X décrivent des orbites sensiblement circulaires autour d'une charge centrale positive, la valeur de cette charge peut être déduite de la formule

$$Q = \frac{2,95 \times 10^{-12}}{\sqrt{\lambda}},$$

où λ désigne la longueur d'onde du rayonnement. Il est donc possible de calculer les charges centrales positives pour les électrons qui donnent les spectres à raie unique et de comparer ces charges avec le potentiel nécessaire pour déterminer l'émission de cette radiation. — Un tableau donne, pour un certain nombre de métaux, les longueurs d'onde des spectres à raie unique d'après Langmuir, la valeur de la charge centrale calculée d'après la formule précédente, les valeurs expérimentales du potentiel d'ionisation et celles déduites de l'équation $V = 1,4\,(Q - 2,42)$. — Si l'on représente graphiquement les valeurs des potentiels d'ionisation en fonction des charges positives du noyau, on obtient sensiblement une droite. — A. B.

537.1. — Le potentiel d'ionisation de la vapeur de sodium; R.-W. Wood et M.-S. Okano. *Philosophical Magazine*, septembre 1917, 6e série, t. xxxiv, p. 177-183, 2 100 mots, 4 fig. — Contribution aux expériences de Franck, Hertz et Lennan qui ont constaté que, si l'on soumet les vapeurs raréfiées de mercure, de cadmium, de zinc et de magnésium au bombardement des électrons issus d'une cathode chaude, il se manifeste un spectre de raies, pourvu que l'énergie cinétique des électrons ne dépasse pas une certaine valeur limite. Dans le cas du mercure, on a repéré la raie $\lambda = 2536,7$ angströms aussitôt que la différence de potentiel entre la cathode chaude et le fil anodique atteint la valeur de 4,9 v ; c'est précisément la tension que l'on déduirait de la formule des quanta pour cette raie. L'auteur s'est proposé de vérifier si la formule des quanta est encore applicable aux autres vapeurs métalliques et, en particulier, à la vapeur de sodium. Les expériences, réalisées avec un tube en verre très réfractaire et en utilisant, comme cathode incandescente, un fil de tungstène chauffé par le courant d'une batterie, ont permis de constater la présence, non seulement de la raie D, mais de deux raies secondaires, l'une dans le rouge, l'autre dans le vert et cela pour une différence de potentiel de 6 v entre la cathode chaude et le fil anodique. En abaissant cette différence de potentiel progressivement, les raies secondaires disparaissent pour 2,34 v et la raie D, pour 0,5 v. Or la formule $E = h\nu$ exigerait une différence de potentiel tout juste égal à 2,1 v pour que la raie D n'apparaisse pas. L'auteur attribue cette discordance à la complexité du faisceau d'électrons qui renferme des éléments de vitesses trop différentes. — B. C.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ

OERLIKON

9, rue Pillet-Will — PARIS (9e) — Téléph. : Central 20-54.

MOTEURS ÉLECTRIQUES — GÉNÉRATRICES — TRANSFORMATEURS

Perceuses. Riveuses hydroélectriques. Appareillage

APPAREILS DE LEVAGE — PONTS-ROULANTS

Électrolyseurs. Ventilateurs de Fonderie. Cribles à sable

MATÉRIEL DE TRACTION ÉLECTRIQUE

Locomotives. Tramways. Freinage. Aiguillage automatique

TURBINES A VAPEUR OERLIKON

Matériel des Ateliers de Construction Oerlikon (Suisse). — *Bureau à Marseille, 27, rue Pavillon*

FRÉDÉRIC AEBI

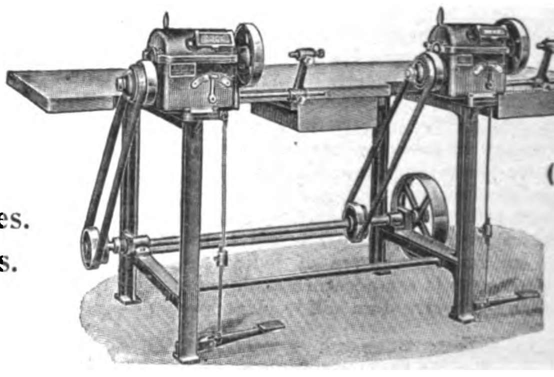
ZURICH-ALTSTETTEN (SUISSE)

Atelier de Construction

Installations de séchage et d'imprégnation dans le vide pour le traitement au vernis ou au compound.

Machines à bobiner pour tout but.
Machines à cintrer les barres et les bobines.
Machines et Presses à isoler les bobines.

Filtres et Appareils pour la régénération des huiles transformateurs, interrupteurs, etc.



(3)

MAISON EXCLUSIVEMENT SUISSE

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS

621.316 + 628.1. — La distribution d'électricité et d'eau de la ville de Tananarive; J. de Soucy. *R. G. E.*, 28 juillet et 4 août 1917, t. II, p. 133-149 et 169-177, 10 500 mots, 25 fig., 2 tab. — La première partie de cette monographie concerne la distribution d'électricité qui fonctionne d'une manière satisfaisante depuis sept ans à Tananarive; l'installation du réseau et des routes, bien qu'elle fût relativement peu importante, posait cependant quelques problèmes délicats, puisque toutes les pièces durent être expédiées d'Europe et montées sur place sans le secours de l'industrie locale, inexistante à cette époque. La distribution d'eau qui est décrite dans la seconde partie contribuera, elle aussi, au développement de la ville de Tananarive en améliorant les conditions d'hygiène de la population desservie. La différence de niveau entre les quartiers de Tananarive a nécessité une distribution étagée à réservoirs intermédiaires avec une station de pompage située à l'étage moyen. L'usine élévatoire principale située près du lac de Mandrosiza est alimentée en énergie électrique par une dérivation sur la ligne principale de transport d'énergie amenant le courant à Tananarive.

621.311.21 (485). — Les usines hydro-électriques de l'Etat suédois. II. L'Usine génératrice d'électricité de Trollhättan; J. Vichniak. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. I, p. 900-907, 1 200 mots, 9 fig. — L'auteur continue ses informations sur les ressources hydro-électriques de la Suède par la description de l'usine génératrice de Trollhattan qui est certainement une des plus belles installations du monde entier; sa puissance actuelle est de 80 000 ch, répartis entre 8 groupes turbo-alternateurs de 10 000 ch chacun. La puissance nette disponible est de 56 000 kw dont 49 100 kw sont utilisés, soit sur place, soit à distance dans un rayon de 150 km. La tension admise pour la transmission varie de 55 000 v à 3 800 v, suivant l'éloignement des postes à desservir. Trois nouvelles usines génératrices de 10 000 ch chacune sont prévues dans un délai assez rapproché. La description est illustrée de nombreuses photographies.

621.311.21 (494). — La nouvelle centrale hydro-électrique de Coire; Kursteiner. *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 228-232, 1 400 mots, 7 fig. — Dans cette analyse d'un article paru dans la *Schweizerische Bauzeitung* des 6, 13, 20 et 27 janvier 1917, t. LXIX, p. 4-13-23-35 se trouve donnée la description de l'usine hydro-électrique construite dans la vallée de la Plessur pour alimenter en énergie électrique la ville de Coire et le nouveau chemin de fer électrique de Coire à Arosa; cette description porte principalement sur les travaux hydrauliques qui sont relativement importants et ont entraîné une dépense de 1 472 000 fr sur une dépense totale de 2 294 000 fr. — Cette usine, dont la construction a été commencée en 1912, a été mise en service en 1914. Elle renferme actuellement deux groupes triphasés, 10 000 v, 1 300 kv-a et un groupe continu 2 100 v, 520 kw; le courant triphasé est transmis sous 10 000 v à Coire, où sa tension est abaissée à 2 000 v; le courant continu est destiné au chemin de fer Coire-Arosa. Ces groupes sont actionnés par des roues Pelton alimentées par une chute de 220 m; pour le moment, une seule conduite sous pression de 0,90 m de diamètre est installée entre le château d'eau et l'usine, mais les aménagements ont été prévus pour la pose d'une seconde conduite quand la charge de l'usine dépassera 3 500 kw.

621.311 (749). — La nouvelle usine génératrice de la New Jersey Cy. *R. G. E.*, 16 juin 1916, t. I, p. 947-949, 900 mots, 3 fig. Analyse d'un article de P.-H. Chase publié dans *Electrical World*, 20 janvier 1917, t. LXIX, p. 124-128, 2 500 mots, 12 fig. — Cette usine, dont la construction date de 1914-1915, renferme 3 groupes électrogènes de 25 000 kv-a; elle est munie des dispositifs les plus modernes. L'article décrit successivement ses dispositions générales, les dispositifs de connexions, les interrupteurs et canalisations et enfin le système de contrôle employé.

621 33 (46). — Le chemin de fer électrique à récupération de Gergal à Santa-Fé (Espagne); Lucien Pahin. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 20, 1 800 mots, 8 fig. — Sur les lignes de montagne, la traction électrique avec récupération de l'énergie est susceptible de donner des résultats économiques intéressants, si le profil s'y prête. La dépense de combustible de l'usine génératrice est très réduite, la majeure partie de l'énergie nécessaire à la traction dans les rampes se trouvant fournie par les trains qui descendent les pentes au même moment. Ce système est beaucoup plus avantageux, au triple point de vue technique, commercial et financier, que la traction par locomotives à vapeur. L'auteur décrit une installation de ce genre, qui a été réalisée, il y a six ans, en Espagne et a donné les meilleurs résultats.

621.365 (747). — Une grande usine électrométallurgique américaine: La Ludlum Steel Company de Watervliet (N.-Y.). *L'industrie électrique*, 10 juillet 1917, t. XXVI, p. 249, 1 800 mots. — Notre confrère décrit l'installation de cette usine d'après l'*Iron-Age* du 26 avril 1917. C'est en 1908 que la Ludlum Steel Co entreprit à Watervliet la fabrication au creuset des aciers à outils; l'usine n'avait alors qu'une superficie de 100 m sur 20 m et ne possédait que deux fours à 30 creusets, des marteaux à vapeur, des gazogènes et deux laminoirs, un de 23 cm et l'autre de 46 cm. En 1910 la Compagnie entreprit des essais sur cinq fours électriques de modèles différents et, en 1913, devant les résultats obtenus elle abandonna complètement la fabrication au creuset pour utiliser uniquement le four électrique à la fabrication des aciers et alliages. En 1916, l'usine se transforma complètement par l'addition de 16 bâtiments nouveaux; la rapidité de l'exécution fut extraordinaire; les agrandissements furent décidés au mois de mars 1916 et à la fin de décembre tout était presque terminé. La mise en service définitive eut lieu presque immédiatement après. — Voici d'après notre confrère les principales caractéristiques de la nouvelle installation. L'usine est alimentée par du courant triphasé à 12 000 v qui y est transformé, d'une part, en courant triphasé à 10 000 v et, d'autre part, en courant continu pour certains usages particuliers. Les bâtiments comportent: une sous-station et des stations de charge, avec transformateurs statiques et moteurs générateurs, une salle de fours électriques avec transformateurs d'alimentation, un bâtiment pour le laminage, une tréfilerie, une station de pompage, des laboratoires, des bureaux, des magasins, etc... La superficie couverte est d'environ 18 000 m² dont près de la moitié est occupée par le hall de laminage qui a une longueur de 280 m et comprend une galerie centrale et deux travées latérales desservies respectivement par un pont roulant de 5 t, un pont de 2 t et cinq ponts de 1 t. Les laminoirs sont de 460 mm, 355 mm, 254 mm et 230 mm. ils sont à commande électrique; les billettes y sont amenées de la fonderie, et les produits du laminage emportés par des appareils de manutention électrique. La nouvelle fonderie a une superficie de 150 m sur 14 m. La partie centrale est occupée par 2 fours électriques triphasés à électrodes de graphite; d'un côté se trouvent les magasins et appareils de manutention des matières premières (en général des vieux fers), de l'autre côté sont les lingotières et les appareils et ponts-roulants nécessaires à leur charge. — *Aciers spéciaux*. En dehors des aciers au carbone et des aciers rapides ordinaires, la Ludlum Steel Co fabrique des aciers chromés et des alliages chrome-vanadium. Enfin la Compagnie procède à la récupération du sulfate ferreux dans la liqueur de décapage. — H. C.

Digitized by Google

DYNAMOS & MOTEURS ÉLECTRIQUES

d'Occasion, garantis

LOCATION

de Machines ÉLECTRIQUES

de toutes puissances

VENTE — ACHAT

ÉCHANGE

ALEXANDRE MESSMER

RÉPARATIONS

REBOBINAGES

de Dynamos de tous Systèmes.

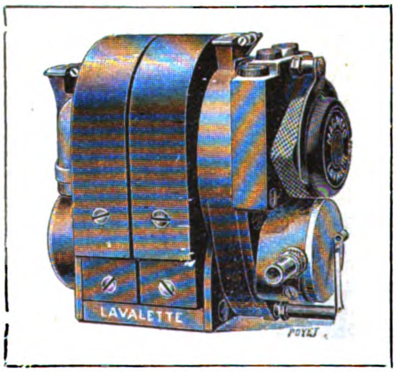
Location de Machines pendant les Réparations.

Ateliers
Magasins
Bureaux
} **93, Bd Diderot, PARIS** (12e)
Anciennement 15, Bd Davout.

TÉL. : Roquette 47-47
MÉTRO { Nation. Reuilly.

Magnéto Lavalette

TÉLÉGRAMMES :
ALLUMAUTO-PARIS



TÉLÉPHONE:
GOBELINS : 15-99

175, Avenue de Choisy, PARIS (XIIIe)

Digitized by Google

EXPLOITATION

621.31.00.22. — Les conditions actuelles de la construction électrique; Rushmore et Pilgrim. *General Electric Review*, juin 1917, t. xx, p. 424-432, 3 200 mots, 13 fig. — Les conditions actuelles de l'industrie aux Etats-Unis sont tout à fait anormales et les auteurs expriment leur désir de voir la clientèle choisir, toutes les fois que cela est possible, les machines et appareils de série. La grande demande actuelle oblige les constructeurs à travailler à la production maximum et cela signifie que tous les efforts doivent être concentrés sur la fabrication des appareils existants à l'exclusion à peu près absolue des appareils de construction spéciale. Les auteurs font remarquer que ce désir est facile à observer par la plus grande partie de la clientèle, car le nombre de machines et appareils de série est, par lui-même, déjà considérable et peut satisfaire à la grande majorité des applications. A ce sujet, les auteurs font remarquer que leur catalogue contient 119 classes d'appareils différents, depuis la lampe à incandescence jusqu'au turbo de 45000 kv-a ; ils prennent comme exemple le moteur d'induction de 25 ch, catalogué à cinq vitesses, quatre tensions, trois fréquences, trois formes, deux phases, ce qui donne 360 moteurs différents; il y a six grandeurs différentes entre 15 et 50 ch, ce qui donne dans cet intervalle 2160 moteurs catalogués; si on ajoute que ces différents moteurs peuvent être munis de réducteurs, d'arbres spéciaux, d'enroulements spéciaux pour résister à l'humidité, on constate que la liste complète des moteurs d'induction entre 15 et 50 ch comporte 10800 numéros répartis sur 15 types différents. Le nombre de numéros du catalogue de moteurs dépasse 200000, celui des numéros du catalogue de tableaux est d'environ 9000 et ainsi de suite; on voit donc qu'il est à peu près toujours possible de trouver une machine ou un appareil « standard » pouvant être appliqué à un cas donné. Les vendeurs peuvent également exercer une influence favorable à ce point de vue lorsqu'ils reçoivent la visite ou qu'ils visitent un client; ils doivent alors examiner avec soin s'il est possible d'employer pour l'application en vue un appareil standard ; il en résultera une amélioration et une augmentation de la production, deux choses qui ne peuvent être qu'au bénéfice de la nation. — E. B.

621.311.21.00.31. — Comparaison entre les dépenses occasionnées par les réseaux de distribution et les dépenses dues à la production du courant dans les usines hydro-électriques de Suisse. *R. G. E.*, 18 août 1917, t. ii, p. 268-272, 1 800 mots, 4 tab. Analyse d'un article de A. Strickler, d'après *Schweizerische Wasserwirtschaft*, 10 avril 1917, p. 70-75. — Le but de l'article est de montrer par quelques exemples que les frais occasionnés par les réseaux de distribution sont en général beaucoup plus élevés que ceux occasionnés par la production de l'énergie électrique elle-même; le tableau I indique, en effet, que pour les entreprises de distribution des villes de Bâle, Lucerne, Zurich et Saint-Gall, les premiers sont de 2 à 4 fois plus grands que les seconds. Ce tableau et les suivants contiennent, d'ailleurs, d'autres données intéressantes sur les résultats d'exploitation de quelques entreprises suisses, données qui conduisent à diverses conséquences, indiquées dans le texte, et à la conclusion suivante : « Pour diminuer le prix de vente de l'énergie électrique aux stations d'utilisation, il faut, avant tout, améliorer l'utilisation des réseaux de distribution; c'est dans ce sens que doivent maintenant se diriger tous les efforts qui, jusqu'ici et surtout dans les dernières années, avaient eu plutôt pour but les extensions. »

621.311.00.313. — La répartition des frais généraux des usines génératrices en tenant compte du facteur de diversité. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. ii, p. 106-108, 2000 mots, 6 fig. Analyse d'un article de Hugo Eisenmenger, publié dans *E. T. Z.*, 7 et 14 décembre 1916, t. xlix, p. 663-665 et 682-686, 11 fig. — L'article est une étude théorique sur la manière dont il convient de faire la répartition entre les divers abonnés ou classes d'abonnés d'une entreprise de distribution d'électricité.

621.311 : 381.86. — Organisation rationnelle de la campagne commerciale d'une entreprise de distribution. *R. G. E.*, 30 juin 1917, t. i, p. 1032-1033, 600 mots, 3 fig. Analyse d'un article de W.-S. Lefler, publié dans *Electrical World*, 24 février 1917, p. 361-363. — L'auteur montre par quelques courbes de charge comment on peut suivre le développement d'une entreprise de distribution et comment ces courbes permettent de préciser les applications de l'électricité sur lesquelles doit se porter l'effort commercial.

621.311 : 381.881. — Le client d'une station centrale a-t-il « toujours raison? »; Frank Wert. *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. i, p. 874, 450 mots. Analyse d'un article de Frank Wert, publié dans *Electrical World*, 27 janvier 1917, t. lxix, p. 176-178. — La centrale de Youngstoron (Ohio) a créé un « bureau des accommodements » chargé de renseigner ses abonnés, de recevoir ses réclamations, de tirer au clair les malentendus. Le bureau part de ce principe que le client a toujours raison, résout en faveur de celui-ci les cas douteux, mais lui démontre qu'il a tort lorsqu'il en est ainsi.

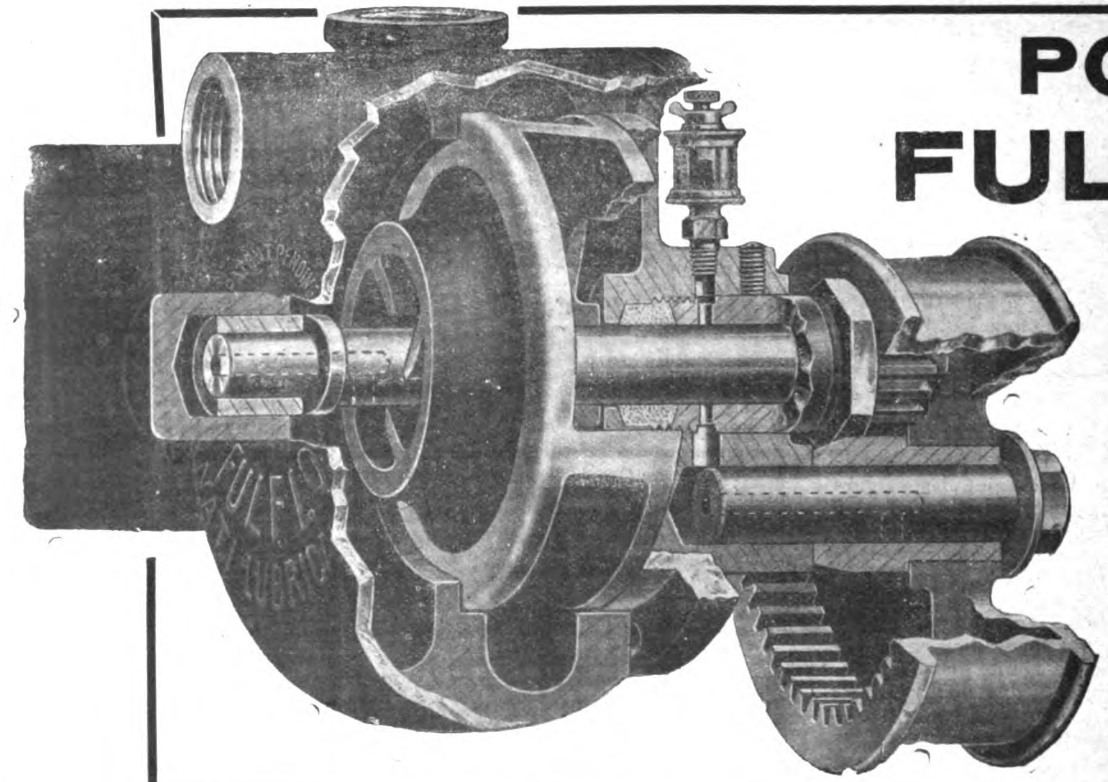
621.311.00.3. — Petites ou grandes stations centrales. *R. G. E*, 26 mai 1917, t. i, p. 826, 400 mots. Courte analyse d'un mémoire de E.-M. Lacey lu à l'Institution of Civil Engineers, d'après *Electrician*, 30 mars 1917, t. lxxviii. — Dans son mémoire M. Lacey décrivait une nouvelle station centrale, celle de Birchills, dont le prix de revient par kilowatt installé ne s'est élevé qu'à 160 fr bien que sa puissance ne soit que de 12000 kw. M. Lacey en tirait cette conclusion, un peu inattendue, qu'il n'y a aucun intérêt à ériger de grandes stations centrales. C'est cette conséquence, que *Electrician* appelle une hérésie, qui est discutée dans la note.

621.311+621.315.3. — Une centrale doit-elle faire l'installation intérieure des habitations? *R. G. E.*, 25 août 1917, p. 313-314, 1 100 mots. Analyse d'un article de Earl-E. Whitehorne, publié dans *Electrical World*, 24 mars 1917, t. lxix, p. 548. — L'auteur donne successivement les raisons qui militent en faveur de l'exécution des installations intérieures par les entreprises de distribution et celles qui condamnent cette pratique. La conclusion parait être : dans les villes importantes où existent de bons installateurs les entreprises de distribution ont intérêt à s'entendre avec ceux-ci, car le plus souvent ces entreprises ne gagnent rien ou n'ont qu'un bénéfice dérisoire sur les travaux d'installations intérieures.

621.33(73). — L'exploitation au moyen de locomotives électriques sur le Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway. *R. G. E.*, 23 juin 1917, t. i, p. 986-990, 1900 mots, 4 fig. — Dans ses numéros des 14 avril 1917, p. 577, et du 2 juin 1917, p. 863, la « R. G. E. » a donné une description des sous-stations de transformation et des locomotives électriques du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway. Ce nouvel article fait connaître le mode d'exploitation de cette ligne qui présente certaines particularités.

Digitized by Google

POMPE FULFLO



FULFLO, malgré sa petitesse, débite cinq fois plus que n'importe quelle autre pompe de même dimension. Elle ne peut ni s'encrasser ni se boucher. Cette pompe ne comporte aucun organe délicat ni soupape.

PARIS, 47, boulev. Magenta. | LYON, 39, cours de la Liberté. | **Soc. Ano. ALFRED HERBERT** | Tél. : NORD 37-64, 67.39, 70-14 | Télég. : HEXAGON-PARIS

Adr. télégr. : Leolique-Paris.

"L'Éclairage Électrique"

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

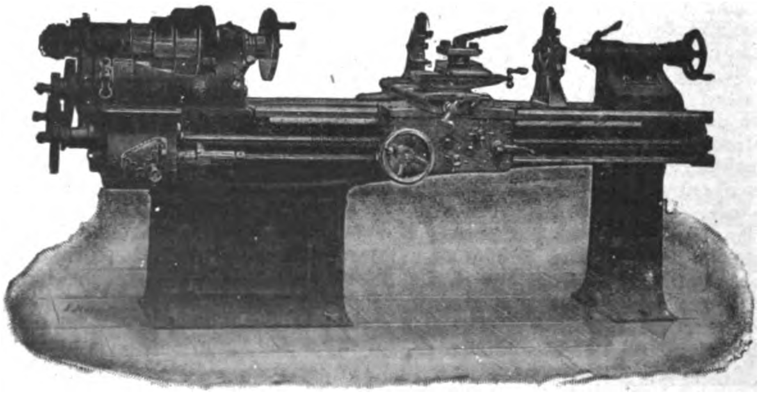
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS (8e)

Téléphone : Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

Digitized by Google

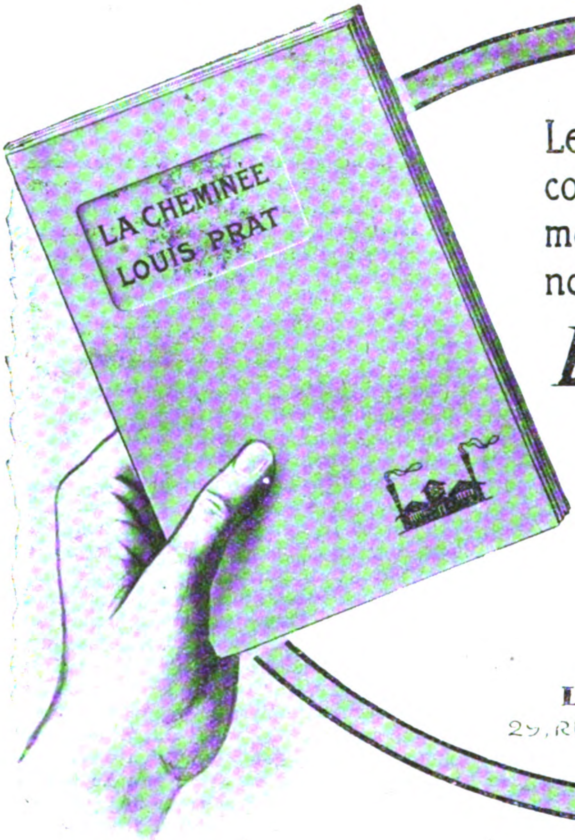
SECTION DE LÉGISLATION

351.79(∞). — Quelques indications générales sur les législations étrangères relatives à la Houille blanche; L. Michoud, professeur à la Faculté de droit de Grenoble, correspondant de l'Institut. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 3-17, 5500 mots. — En vue du Congrès qui devait se tenir à Lyon au mois de septembre 1914 et dont la réunion a été empêchée par la guerre, l'auteur s'était préoccupé, en qualité de président de la Section juridique du Congrès, de réunir des exposés résumant la législation des forces hydrauliques dans les principaux pays étrangers; ce sont les indications générales de ces divers exposés, provenant de personnalités autorisées, qu'il expose dans ce mémoire. — La première partie est consacrée à la *classification des cours d'eau*. Toutes les législations reconnaissent, sur certaines eaux (eaux de source, puits, étangs, etc.), l'existence de droits privés appartenant à des particuliers. En ce qui concerne plus spécialement les cours d'eau, on retrouve dans beaucoup de pays une distinction analogue à notre distinction française des cours d'eau navigables ou flottables et des cours d'eau non navigables, ni flottables. Toutefois, on peut diviser les pays en deux catégories suivant qu'elles excluent les droits privés sur la plupart des cours d'eau ou qu'au contraire elles l'admettent. Dans la première se classent : l'Italie, la plupart des cantons suisses, un certain nombre de pays allemands, enfin l'Autriche; dans la seconde se groupent : l'Angleterre, les Etats-Unis, la plus grande partie des pays composant l'Empire d'Allemagne, l'Espagne, la Suède, le Canada. — La seconde partie étudie le *régime des cours d'eau sur lesquels existent des droits privés*. Partout les droits reconnus aux riverains ou à d'autres personnes privées sont soumis à des restrictions importantes; mais, lorsque ces droits sont admis, l'utilisation de l'eau est considérée pour le propriétaire ou pour l'usager comme un droit proprement dit : l'Etat ne peut en disposer librement au profit d'une personne autre que le riverain lui-même. Le système exclut donc toute concession dans laquelle l'Etat choisit lui-même le concessionnaire ou le choisit d'après certaines règles (priorité de demande ou meilleure utilisation économique); il exclut aussi, en règle générale, toute limitation de durée des droits. Ce système a l'avantage d'écarter l'arbitraire administratif sur les points où il peut paraître dangereux et de donner à l'industrie la sécurité et la stabilité dont elle a besoin Mais il a aussi des inconvénients : difficultés pour les industriels de réunir entre leurs mains les droits privés nécessaires à l'établissement d'usines importantes, insuffisance des pouvoirs de l'Etat pour défendre les intérêts économiques généraux. Aussi bon nombre de législations récentes ont-elles atténué le principe des droits privés; c'est ce qui a eu lieu en Bavière, en Californie, en Autriche, en Suède, dans le canton de Glaris, etc. — La troisième partie traite du *régime des eaux du domaine public*. Le régime habituel de ces eaux est celui de la concession donnée par l'Etat. Ce régime est encore théoriquement celui de la France, bien qu'il ait été adouci, dans quelques-unes au moins de ses applications, par la manière très ferme dont notre Conseil d'État a fait fonctionner la théorie du détournement du pouvoir. C'est aussi la règle pratiquée aux Etats-Unis pour les cours d'eau placés sous la dépendance du gouvernement fédéral, et la pratique a démontré qu'elle a, dans ce pays, arrêté complètement le développement de l'utilisation de la force motrice de ces cours d'eau. Aussi y a-t-il tendance aujourd'hui à discipliner le régime de la concession et à l'adapter aux besoins de l'industrie. Les amendements au régime portent sur le choix du concessionnaire, sur les obligations et droits de celui-ci et sur la durée de la concession, points que l'auteur examine successivement.— L'auteur termine par quelques considérations sur le mouvement « étatiste » qui s'est manifesté dans certains pays à propos de la législation des cours d'eau. Il estime, avec M. Seibler, que la monopolisation des chutes d'eau par l'Etat est une utopie qui n'aboutirait à rien d'autre qu'à une mise en jachère; il estime aussi que l'intervention de l'Etat ne peut être salutaire que si la législation fixe des dispositions protectrices contre l'arbitraire de l'Etat; il conclut que, s'il est excellent d'étudier les législations étrangères et de bien les connaître, il faut savoir les replacer dans leur milieu avant d'en chercher l'application pure et simple dans notre pays. — J. R.

351.79 (42). — La législation des forces hydrauliques en Angleterre; Coulson, avocat, bachelier ès lettres de l'Université d'Oxford. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 18-28, 4 000 mots. — Il n'y a pas en Angleterre de lois civiles codifiées réglementant d'une façon stricte et rigoureuse les droits sur l'eau; mais la situation actuelle des propriétaires riverains ainsi que l'étendue de leurs droits et leurs obligations les uns vis-à-vis des autres comme vis-à-vis du public sont déterminés par les décisions rendues depuis plusieurs siècles par les tribunaux, qui constituent la « Common Law » et qui s'appuient sur une jurisprudence tirée de l'expérience et des coutumes immémoriales devenues peu à peu d'une application universelle et ayant acquis force obligatoire. Comme les droits sur un cours d'eau dépendent de la propriété du sol que traversent et sur lequel coulent ses eaux, l'auteur les considère, en même temps que les obligations qui en découlent, successivement sous les quatre points de vue : de la propriété du lit et des rives du cours d'eau; de l'usage ordinaire de l'eau comme exercice d'un droit naturel; de l'usage de l'eau qui peut être acquis directement ou par le consentement des autres propriétaires; enfin, de l'intervention législative de l'Etat relative à ces droits naturels ou acquis. — La *propriété du lit* de tous les cours d'eau navigables soumis au flux et reflux de la marée est dévolue à la Couronne jusqu'à la limite des plus hautes eaux; en amont de l'endroit où se manifeste l'influence de la marée, le lit appartient aux riverains. — Les *droits naturels* des propriétaires riverains sont subordonnés aux droits du public : tandis que tous les propriétaires riverains d'un cours d'eau non navigable peuvent s'entendre pour détourner, corrompre ou diminuer le flot, dans le cas d'un cours d'eau navigable, le droit de navigation du public y met obstacle. D'ailleurs, ces droits sont assez restreints; en particulier, ils sont limités par la loi de 1876 sur la pollution des cours d'eau. — Les *droits acquis* ou *servitudes* sont, par exemple, celui de modifier le cours naturel d'une rivière. — L'*intervention de l'Etat* ne s'est guère manifestée que par des concessions ayant pour but l'alimentation en eau des grandes villes; jusqu'ici l'Etat n'a pratiquement rien fait pour réglementer l'appropriation des cours d'eau en vue de l'utilisation de la force motrice hydraulique. — J. R.

351.79(46). — La législation des forces hydrauliques en Espagne; J. Arias de Velasco, professeur de droit administratif à l'Université d'Oviedo. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 29-42, 5 200 mots. — La législation espagnole, dont la loi fondamentale date du 13 juin 1899, divise les eaux en eaux publiques ou du domaine public et eaux de propriétés privées : les premières sont celles qui jaillissent d'une façon continue ou discontinue sur des terrains appartenant au domaine public, les eaux qui coulent d'une manière continue ou discontinue en suivant leur lit naturel, enfin les rivières; les eaux appartenant au domaine privé sont dès lors l'exception. L'auteur critique vivement cette classification qui résulte d'une confusion entre eaux publiques et eaux du domaine public par suite de ce que la théorie juridique du domaine public est presque ignorée en Espagne. — Les eaux appartenant au domaine public peuvent

Digitized by Google



Les renseignements les plus complets sur la chaufferie moderne se trouvent dans notre nouveau catalogue:

LA CHEMINÉE
L. PRAT

Cet ouvrage est le résultat de **20 années de pratique** et de nombreuses expériences sur **plus de 2000 installations.**

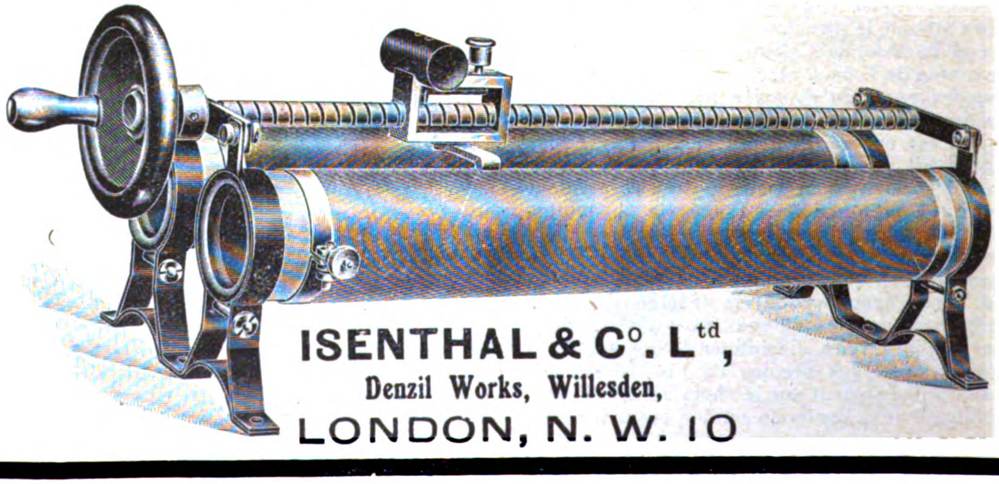
LOUIS PRAT
29, RUE DE L'ARCADE, PARIS.
TÉLÉPH: CENTRAL 75-83

RÉSISTANCES

Pour Laboratoires et Écoles, pour Télégraphie et Télégraphie sans fil.
Parois pour le chargement des Accumulateurs dans les Mines, etc.

La construction de ces **Résistances** est une spécialité de notre Maison et nos Ateliers peuvent fournir une grande quantité de types variés.

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT, DE LA MARINE ANGLAISE & JAPONAISE, DE L'ARMÉE ANGLAISE, DU GOUVERNEMENT RUSSE, ETC.



ISENTHAL & Co. Ltd,
Denzil Works, Willesden,
LONDON, N. W. 10

Digitized by Google

être utilisées par tout le monde ; elles peuvent l'être aussi pour des usages spéciaux, déterminés en principe par une concession administrative. Les concessions au profit d'établissements industriels sont perpétuelles (malgré la thèse que le domaine public est imprescriptible) et gratuites ; aucun recours n'est admis contre le refus de concession ; ces concessions entraînent le droit d'établir par le concessionnaire deux servitudes d'un intérêt capital : la servitude d'aqueduc et la servitude d'appui ; la loi de 1910 a créé en outre la servitude de passage pour les lignes de transmission des concessions faites aux usines d'électricité. — L'ensemble de la législation est donc des plus favorables aux entreprises de production d'énergie électrique. — J. R.

351.79 (73). — Législation des Etats-Unis d'Amérique concernant l'utilisation de la force motrice des cours d'eau ; Charles B. Fernald, avocat à la Cour suprême des Etats-Unis. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 43-57, 6 000 mots. — L'auteur se borne à présenter la législation fédérale des 48 Etats de l'Union et les législations particulières de deux de ces Etats : l'Etat de New-York, qui vient au premier rang pour l'emploi de l'électricité et au second pour ses richesses hydrauliques, et l'Etat de Californie qui occupe le second rang en tant que usage de l'électricité et le premier au point de vue de la force motrice hydraulique dont il dispose. — Les premiers règlements américains dérivaient du droit coutumier anglais concernant la riveraineté ; cette doctrine des droits de riveraineté est encore actuellement la base de la loi de l'Etat de New-York, mais n'est plus tout à fait celle de l'Etat de Californie où s'est développée la législation de la « Prior appropriation » ou « captation antérieure ». Pour les usines d'électricité viennent s'ajouter à ces règlements généraux ceux qui ont été édictés par les Commissions des « Public Utilities » dont la création remonte à 1907 et qui existent aujourd'hui dans la plupart des Etats. — L'auteur conclut ainsi : « Tout ce que nous pouvons exposer ce sont des tendances, une jurisprudence qui se forme. Deux forces opposées y contribuent : les soi-disant « conservasionists » d'une part, qui voudraient garder pour l'avenir les ressources du pays ; et l'autre partie que nous pourrons appeler les « utilisationists » qui, au contraire, voudraient en tirer parti au plus vite. Un jour ou l'autre et d'une façon ou d'une autre, notre solution et la vôtre devront s'accorder, car, après tout, le problème dans nos deux civilisations est essentiellement le même : « Comment utiliser les ressources naturelles au grand avantage de tous, tout en respectant les droits de tous ? ». — J. R.

351.79(73) — Le problème de la force hydraulique aux Etats-Unis. Rome-G. Brown, avocat à la Cour suprême des Etats-Unis. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 58-76, 7 200 mots. — Dans ce mémoire l'auteur montre que les obstacles à l'utilisation des forces motrices hydrauliques sont, aux Etats-Unis, purement législatifs : la législation, fédérale ou d'Etat, a, dit-il, manqué de bon sens, de constance, de prévoyance ; son principal caractère a été l'inaction. — On peut estimer à 15 000 000 kw la puissance hydraulique des Etats-Unis susceptible d'une utilisation définitive ; il y en a moins de 5 000 000 kw utilisés actuellement alors que la puissance développée par la vapeur est trois fois plus grande. — Le problème de l'utilisation est affecté par trois sortes de conditions : les conditions physiques, les conditions constitutionnelles et les conditions politiques ; l'auteur les expose successivement. — Il examine ensuite la loi fédérale au point de vue des forces motrices hydrauliques du domaine public, de celles des cours d'eau navigables, de celles des écluses de navigation du gouvernement ; il termine par quelques mots sur les législations d'Etat. — J. R.

351.79(45). — Législation italienne : V. Brondi, professeur à l'Université de Turin. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 77-97, 5 000 mots. — Le mémoire débute par l'exposé de quelques notions fondamentales sur le régime juridique des eaux. Le Code civil ne considère comme appartenant au domaine public que les fleuves et les torrents, mais les lois sur les travaux publics y ajoutent les lacs, les ruisseaux et *tout écoulement d'eau naturel*, et la pratique administrative coïncide avec cette tendance. — Après quelques mots sur les eaux privées, l'auteur s'étend sur les eaux publiques à propos desquelles il étudie successivement les points suivants : titre et possession, concession ; puis il signale la législation des canaux et rappelle les lois qui, outre la loi fondamentale de 1884, se rapportent aux eaux. — Il examine en dernier lieu les questions qui, dans ces dernières années, ont conduit à envisager la nécessité de modifier la loi de 1884. — Parmi ces questions signalons : 1° la convenance ou non de substituer au régime actuel la nationalisation des forces hydrauliques dans le sens de leur exploitation et de leur distribution du fait de l'Etat, soit avec le régime du monopole, soit avec le régime du syndicat et la participation directrice ou prépondérante de l'Etat ; 2° l'opportunité ou non d'indemniser les régions hors desquelles on transporte la richesse de l'énergie hydraulique ; 3° les moyens d'empêcher les accaparements injustifiés et spéculations illicites des forces hydrauliques ; 4° la méthode la meilleure à adopter dans le système des concessions (priorité, enchères publiques, choix discrétionnaire) ; 5° le moyen le meilleur de concilier et d'accorder les demandes concurrentes ; 6° le taux de la redevance à l'Etat ; 7° la limitation de la durée de la concession, etc. — J. R.

351.79 (481). — La législation des forces hydrauliques en Norvège ; Rolf Pryds, avocat à Christiania. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 92-100, 2 800 mots. — Dans cette note, l'auteur expose successivement : les prescriptions légales concernant la régularisation de cours d'eau, celles touchant la concession pour l'acquisition (et l'exploitation) de cours d'eau, enfin les prescriptions relatives aux lignes de transmission d'énergie électrique et aux installations à haute tension. — Les prescriptions concernant la régularisation de cours d'eau se trouvent maintenant réunies dans la loi du 4 août 1911. Aucune régularisation de quelque importance ne peut être faite sans concession royale et l'autorisation du Storting doit être obtenue s'il s'agit de grandes régularisations où de gros intérêts opposés sont en jeu. La concession donne au concessionnaire le droit d'exproprier les terrains utiles, bâtis ou non ; elle lui impose d'autre part certaines conditions concernant la durée des travaux, leur exécution (emploi autant que possible de la main-d'œuvre et du matériel norvégien), une réserve d'énergie en faveur de l'État ou de la commune (vendue au prix de revient), les redevances aux communes et à l'État. La concession est donnée pour une période de soixante à quatre-vingts ans ; à son expiration les ouvrages de régularisation seront enlevés si cela est nécessaire ou bien une nouvelle concession sera accordée suivant les lois en vigueur, ou encore l'État se rendra acquéreur des ouvrages en payant au propriétaire une redevance égale à celle que celui-ci toucherait si une nouvelle concession lui était accordée (le parti politique actuellement au pouvoir demande à ce que les ouvrages de régularisation reviennent à l'État sans compensation en fin de concession). — Les prescriptions régissant la concession pour l'acquisition (et l'exploitation) de chutes d'eau et la location d'énergie électrique sont réunies dans la loi du 18 septembre 1909. Cette loi prévoit certaines restrictions pour les étrangers et sociétés étrangères ; ces dernières ne peuvent obtenir de concession que si le siège du conseil d'administration est en Norvège, et si la majorité de ce conseil se compose de sujets norvégiens. Certaines conditions sont imposées relativement au délai d'exécution, à la main-d'œuvre, au matériel, à la réserve d'énergie en faveur de l'État ou des communes, aux redevances, etc. La concession est donnée pour une période de soixante à quatre-vingts ans, à l'expiration de laquelle la chute d'eau, le terrain nécessaire à l'aménagement, l'usine génératrice avec son matériel reviendront à l'État sans compensation. — La législation concernant les lignes de transmission élec-

Digitized by Google

Chauffage Electrique Incandescent

Modèle Q-10.

Convient pour les pièces de dimensions moyennes. Est muni d'une tablette chauffante permettant la cuisson des aliments. Placé devant une cheminée produit un effet gracieux et confortable.

de 1 à 4 kilowatts,
de 1 à 3 réglages,
de 100 à 294 francs

Fonte noire — Fonte ébonite — Émaux vitrifiés

Dans
Les Foyers Incandescents
"QUEAD"

La résistance étant portée au rouge, l'énergie est émise par *radiation.*

Il n'est donc plus nécessaire de chauffer tout le cube d'air d'un local pour en chauffer les habitants : on se chauffe *devant* un **Quead** comme *devant* un feu de coke ; dès que l'élément commence à rougir, on ressent l'*effet physiologique* de chaleur.

Plus de convecteurs ; grâce au **Quead**, on peut obtenir un résultat identique avec une

Economie de courant de 80 %

Le MATÉRIEL, 19, rue de Cronstadt : Bécon-Courbevoie (Seine) :

Demandez notre tarif RGQ-1.

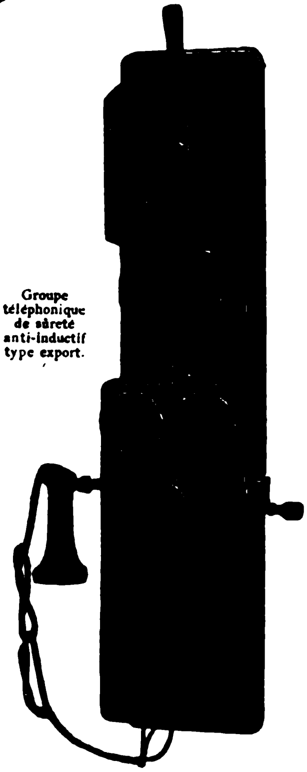
Société A^me des Brevets Arthur PEREGO

MILAN, rue Salaino, N° 10

Adresse télégraphique : " ANTINDUCTIF ".

Marque internationale "ANTINDUCTIF"

APPAREILS BREVETÉS EN TOUS LES ÉTATS



Groupe téléphonique de sûreté anti-inductif type export.

Spécialités des Brevets PEREGO

Téléphonie et Télégraphie simultanées sur fil simple et double.

Téléphonie et Télégraphie de sûreté anti-inductive pour lignes parallèles ou établies sur les mêmes poteaux des conducteurs de n'importe quelle tension.

Appareils pour éliminer les perturbations produites par la traction électrique à haute tension sur les circuits télégraphiques et téléphoniques.

Téléphones extra-puissants pour très grandes distances.

Appareils et accessoires pour la Téléphonie et pour la Télégraphie.

CATALOGUE FRANÇAIS ET DEVIS GRATUITS SUR DEMANDE

Digitized by Google

trique comprend la loi du 23 juin 1894 et celle du 16 mai 1896. La première est relative à la concession, laquelle donne le droit d'expropriation; elle ne prévoit pas de conditions particulières, mais une nouvelle loi est en préparation et celle-ci contiendra très probablement des dispositions très rigoureuses pour le concessionnaire. La loi du 16 mai 1896 régit les mesures de protection à prendre contre les dangers et inconvénients des installations électriques. — J. R.

351.79(485). — La législation de la Houille blanche en Suède; Sven-Lubeck, ingénieur à Stockholm. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 100-109, 3 600 mots. 1 carte des cours d'eau de la Suède. — Dans ce mémoire l'auteur expose la législation suédoise telle qu'elle résulte soit du texte de la loi actuellement en vigueur, soit du projet de loi de 1910. Une annexe donne les règlements qui se rattachent à un titre quelconque à la législation concernant l'établissement des barrages dans le thalweg des principaux cours d'eau du pays. — De l'ensemble résulte cette impression que la législation suédoise est loin d'être précise.

351.79(494). — La législation suisse sur la propriété et l'utilisation des forces hydrauliques; Georges Gariel, professeur d'économie politique à l'Université de Fribourg, conseiller du Commerce extérieur de la France. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 110-134, 9 600 mots. — La question de la législation des eaux est fort complexe en Suisse. La propriété des eaux courantes y est régie par les vingt-cinq législations cantonales. Presque tous les droits cantonaux tranchent la question dans un sens très étatiste : les particuliers n'ont pu disposer que d'une très petite partie des forces hydrauliques du pays, tout le reste appartient à la collectivité qui en use elle-même ou les concède à sa guise. Cette collectivité est d'ailleurs mal déterminée; dans la majorité des cas, c'est l'Etat cantonal, souveraineté de 20000 à 200 000 âmes, parfois de 500000 à 600000; dans certains cantons qui ne sont que des fédérations de communes, la collectivité est la commune; ailleurs les eaux appartiennent à ces « corporations de droit public », sortes de syndicats de personnes morales publiques. Le problème qui se pose est d'harmoniser avec l'intérêt national les actions divergentes de ces nombreuses collectivités, au besoin de pallier à leur inaction possible, de déterminer les règles d'après lesquelles l'Etat central, la Confédération, pourra s'assurer la disposition des forces hydrauliques nécessaires pour certaines tâches qu'il remplit, par exemple l'électrification des chemins de fer fédéraux. — Dans la première partie de son mémoire l'auteur étudie les législations cantonales : d'abord au point de vue de la propriété des forces hydrauliques, ce qui le conduit à diviser les cantons en trois groupes, les cantons étatistes, ceux qui admettent que les cours d'eau navigables et flottables appartiennent à l'Etat, les autres aux riverains, et ceux qui admettent une présomption de propriété en faveur des particuliers; ensuite au point de vue de l'utilisation des forces hydrauliques dont le régime, généralement peu favorable aux « barreurs de chute », a permis de pousser assez loin l'utilisation des forces motrices hydrauliques de la Suisse. — Dans la seconde partie l'auteur étudie la législation fédérale et principalement le projet de loi en discussion à l'époque où a été écrit le mémoire et qui est aujourd'hui adopté; cette loi nouvelle ayant été étudiée dans un article publié dans les colonnes de la « R. G. E. », 22 septembre et 24 novembre 1917, t. II, p. 475 et 835, nous n'insisterons pas davantage sur la seconde partie du mémoire de M. Gariel. — Par contre, citons textuellement quelques passages des conclusions : « Le régime suisse est, en général, très étatiste. On pourrait être tenté de tirer argument de ce fait en faveur de l'introduction d'un semblable régime en France. Mais le raisonnement serait un peu hâtif, et, ici, en droit et en fait, quelques réserves s'imposent. — En droit; le législateur français pourrait-il ne tenir aucun compte des droits privés qu'une interprétation constante de la loi de 1898 reconnaît aux riverains des cours d'eau non navigables ni flottables? Assurément non. Quant à les racheter, l'opération serait trop coûteuse et trop aléatoire pour un grand Etat centralisé. Le point de départ législatif reste donc différent en France et dans l'immense majorité des cantons suisses. — En fait, l'attention du législateur français doit être appelée sur les trois points suivants. Nous avons déjà signalé le premier, mais on ne saurait trop y revenir : c'est la différence profonde qui sépare l'étatisme de l'Etat français et l'étatisme suisse qui se traduit en général par l'étatisme cantonal. — Voici le second : l'avance de la Suisse dans l'aménagement de ses chutes d'eau s'explique, non seulement par l'esprit d'initiative des gouvernants de plusieurs cantons et par leur besoin de créer des ressources nouvelles, mais encore par d'autres causes indépendantes de la législation, notamment la grande facilité d'aménagement de ses chutes comparées à celles de l'ensemble de la France, et l'extrême développement industriel de la Suisse, qui est à la fois effet et cause du développement de l'industrie hydraulique. — Enfin, si la Suisse semble avoir devancé notablement la France dans l'aménagement de ses forces motrices (20 pour 100 des forces disponibles utilisées en Suisse, 15,5 pour 100 (?) en France), c'est précisément, ne l'oublions pas, parce que la plupart des forces dont dispose l'Etat en France ne sont pas encore mises en valeur, tandis que, pour les forces appartenant aux particuliers, pour celles qui sont soumises à une législation individualiste (petits cours d'eau non navigables ni flottables) l'aménagement est très avancé (près de 88 pour 100 des forces utilisées en 1913 le sont sur ces petits cours d'eau). — Telles sont les constatations qu'il est indispensable d'avoir présentes à l'esprit lorsqu'on cherche à dégager les enseignements que comporte, au point de vue français, l'examen de la législation suisse sur les forces hydrauliques. »

347.247. — Etude générale des droits de riveraineté appartenant aux riverains des cours d'eau non navigables ni flottables, et notamment du droit à la pente des eaux; L. Balleydier, doyen de la Faculté de Droit de Grenoble. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 135-150, 6400 mots. — L'auteur commence par dégager des textes du Code l'étendue des droits des riverains; il précise ensuite la nature de ces droits et détermine la catégorie juridique dans laquelle il y a lieu de les faire rentrer, en insistant particulièrement sur le droit à la force motrice. Sa conclusion est que le droit des riverains à la chute sort victorieux de toutes les attaques qui ont été dirigées contre lui. Il reconnaît que cette législation n'est pas sans présenter d'inconvénients et qu'on a même pu craindre un moment qu'elle ne fournît un appui aux tentatives de chantage des barreurs de chute; il ne croit pas, toutefois, que ce soit dans l'extension des attributions de l'Etat que l'on doit chercher une restriction à ces inconvénients.

351.793. — Le projet de loi sur les usines hydrauliques du domaine public; Paul Bougault, avocat à la Cour d'appel de Lyon. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 150-181, 1200 mots. — Dans ce mémoire, l'auteur expose « l'état actuel du projet après les discussions qui ont eu lieu au Sénat en 1913 ». Dans une première partie il rend compte de la discussion en première lecture aux séances de février et mars 1913 et examine successivement les points suivants : origine du projet; caractère juridique des permissions données par l'Etat, leur retrait, limitation de leur durée pour les usines existantes et les usines futures; observations d'importance secondaire au sujet de la concession. — La seconde partie est consacrée à la discussion en seconde lecture dans la séance du 30 novembre 1913; on y trouve un aperçu général de cette séance puis l'étude de l'amendement Savary : concession par une loi, concession par décret. — A la suite du mémoire est reproduit le texte du projet de loi tel qu'il a été accepté par le Sénat après la seconde lecture.

351.791.32. — Du régime légal des cours d'eau non navigables; A. Pillet, professeur à la Faculté de droit de Paris. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. 1, p. 182-

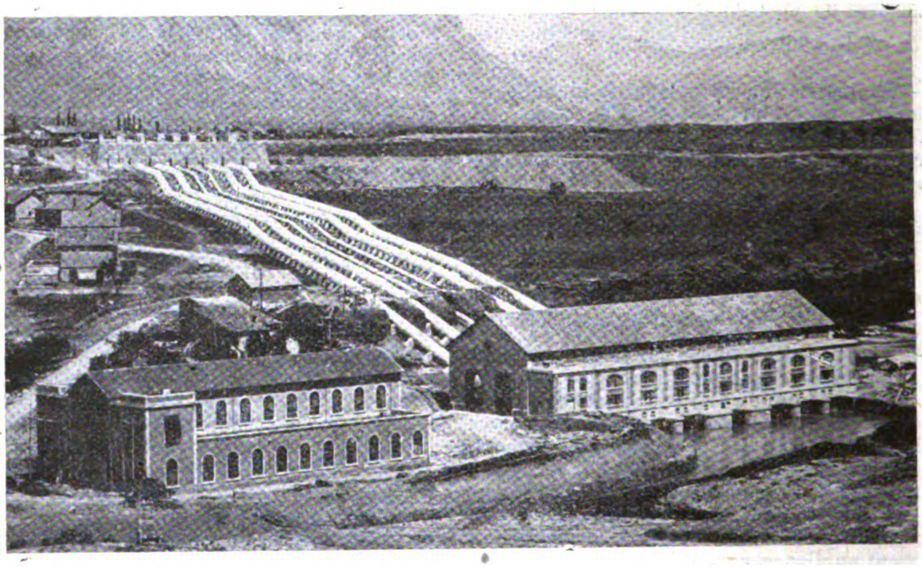
Digitized by Google

Ateliers BONNET SPAZIN

LYON — Sté Ame. Capital : 1.800.000 francs. — LYON

CHAUDRONNERIE — FER — CUIVRE — ALUMINIUM

Conduites forcées pour Usines hydrauliques.
APPAREILS POUR L'INDUSTRIE CHIMIQUE



Réservoirs pour Eau, Pétrole, Essence.
CHAUDIÈRES. — GAZOMÈTRES

SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DE LA HAUTE DURANCE. — USINE DE VENTAVON (HAUTES-ALPES)

PROMETAL

Métal Réfractaire au feu et aux hautes températures.

Exécutons toutes pièces telles que
Nez de décrasseurs, Tuyères, grilles automatiques de tous systèmes, barreaux de grilles contre-portes.

Usines { **Fonderies Havraises, Le Havre.**
Fonderies de Roncherolles-Bolbec (S.-I.)

Adresser correspondance à
Société de Produits Métallurgiques,
18, rue Boissière, Paris.

Service R. E. **Téléph. Passy 96-66.**

Digitized by Google

200, 7 200 mots. — L'auteur commence par examiner les intérêts entre lesquels surgit le conflit que l'on demande à la législation de résoudre, rappelle les divers projets de loi discutés depuis 1900, puis discute le nouveau projet élaboré par la Commission du ministère de l'Agriculture.

351.792. — Règles de législation forestière établies ou à établir dans l'intérêt de la régularisation ou de l'utilisation de la force motrice des cours d'eau; MALHEY, conservateur des Eaux et Forêts, à Dijon. *Deuxième Congrès de la Houille blanche*, t. I, p. 201-212, 4 400 mots. — Dans ce mémoire l'auteur montre le rôle prépondérant de la végétation sur la régularisation des rivières et la limpidité de leurs eaux. — Il établit d'abord que la forêt est une source vive d'humidité en puisant du sol une énorme quantité d'eau qu'elle exhale par ses feuilles : un hectare de forêt évapore, suivant son rendement en bois, de 1 200 à 3 000 t d'eau annuellement. — Il rappelle ensuite qu'une pluie continue donnant une hauteur d'eau de 10 cm sur une étendue de 10 km² de montagne ne donnera lieu qu'à un écoulement de 200 000 m³ d'eau dans la plaine si la montagne est boisée et produira une chute rapide de 800 000 m³ dans le cas contraire. — Il indique que les barrages-réservoirs ne tardent pas à être comblés quand les montagnes sont dénudées et que les forêts constituent par elles-mêmes des barrages-réservoirs beaucoup moins coûteux et beaucoup plus efficaces que ceux que nous réalisons artificiellement. — L'existence des glaciers, qui constituent aussi des réservoirs naturels, est également liée à l'existence des forêts : partout où le déboisement a été marqué, les glaciers ont diminué d'importance, souvent même ont disparu. — La forêt régularise l'eau provenant de la fusion de la neige : la neige qui reste sur les branches des arbres résineux fond bien avant la neige de la plaine sous l'action des premières chaleurs ; par contre, la neige qui, glissant entre les branches, s'est accumulée sur le sol de la forêt, ne fond qu'après : les Allemands assurent avoir ainsi réduit de 35 jours le chômage des usines des Vosges par le reboisement des « chaumes » vosgiennes. — La forêt empêche le ravinement ; il en est de même du gazon : à égalité de pente, le ruissellement enlève 60 fois plus de détritus au sol dénudé qu'au sol gazonné. — En terminant l'auteur exprime le vœu que le législateur s'occupe, d'une part, de la conservation des forêts de protection, d'autre part, de l'établissement d'un régime pastoral et il demande au Congrès d'appuyer deux projets en ce sens, l'un de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort sur la conservation des forêts, l'autre de MM. Cazeaux-Cazalet et consorts sur le régime pastoral, projets dont les textes sont reproduits en annexes du mémoire.

621.317.5 : 34. — Tribunal civil de la Seine. — Jugement du 8 mai 1917 : affaire Société The Aron Electricity Meter Ltd de Londres contre M. Novarre, séquestre de la Compagnie des compteurs Aron, Levallois-Perret. *R. G. E.*, 1917, t. I, p. 1 039-1 040, 500 mots.

621.315 : 347.56.— Electrocution par suite de la réunion d'un fil de haute tension à un fil d'utilisation, exécution vicieuse d'une installation intérieure : non-responsabilité de Compagnie (jugement du tribunal civil de Carpentras du 22 mai 1917, consorts Perrot contre Sud-Electrique) ; Paul BOUGAULT, avocat à la Cour de Lyon. *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 238-239, 600 mots.

351.712. — Décret du 9 septembre 1917 portant modifications de la composition et des attributions du Conseil supérieur des Travaux publics. *R. G. E.*, 29 septembre 1917, t. II, p. 517-520, 2 400 mots.

351.838.6. — Décret du 28 juillet 1917 modifiant le service de l'inspection de l'enseignement technique. *R. G. E.*, 15 septembre 1917, t. II, p. 440, 100 mots.

62 : 35.075.1.—Décret et arrêté modifiant la composition du Conseil d'administration du Conservatoire national des Arts et Métiers et de la Commission technique du Laboratoire d'essai de cet établissement, et nommant des membres de ce Conseil d'administration et de cette Commission technique. *R. G. E.*, 23 juin 1917, t. I, p. 1 000, 600 mots.

351.816 (071). — Arrêté du 25 juin 1917 portant ouverture d'un concours pour l'admission à l'Ecole supérieure des Postes et des Télégraphes (section des élèves ingénieurs). *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. II, p. 360, 500 mots. — Ce concours est exclusivement réservé aux militaires et marins réformés n° 1 ou retraités par suite de blessures reçues ou de maladies contractées devant l'ennemi au cours de la guerre actuelle.

341.324. — La reconstitution industrielle des régions envahies. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. II, p. 119-120, 1 400 mots. Analyse du rapport de M. Louis DUBOIS, député (*Journal officiel*, 24 et 26 juin 1917, annexe 3 226, p. 752), fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi pour ouverture de crédits additionnels pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des pays envahis.

341.324(062). — La reconstitution industrielle des régions envahies *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 240, 500 mots. Analyse d'un avis de la Commission des dommages de guerre présenté par A. LEBRUN, député. *Journal officiel*, 6 juillet 1917, documents parlementaires de la Chambre, p. 775.

341.324 (062). — Décret du 10 août 1917 relatif à l'organisation et au fonctionnement de l'office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion et Décret instituant, auprès du Comité interministériel pour la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre, un Comité supérieur pour la coordination des secours publics et privés, soit en argent, soit en nature, dans ces régions. *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 398-399, 2 000 mots.

341.324 : 347.426.3. — Constatation de l'état des lieux susceptibles de donner ouverture à la réparation des dommages de guerre. *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 400, 400 mots. Rapport fait par M. Emile BENDER à la séance de la Chambre du 21 juin 1917.

341.324 : 347.426.3. — Arrêté du 28 juillet 1917 relatif à la centralisation des sections d'administration militaire pour l'organisation, la reconstitution et la remise en état des régions occupées. *R. G. E.*, septembre 1917, t. II, p. 400, 50 mots.

341.324. — Loi du 6 août 1917 portant ouverture au ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, de crédits additionnels aux crédits provisoires de l'exercice 1917, pour procéder à des opérations d'achat et de cession en vue de la reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion. *R. G. E.*, 6 octobre 1917, t. II, p. 559-560, 1 800 mots.

341.324 (062). — Décret du 28 juillet 1917 relatif à la création d'une Commission exécutive, chargée de réaliser l'entente au sujet de la reconstitution des régions envahies ou atteintes par les faits de guerre et de décider toutes mesures à prendre pour y parvenir. *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 239-240, 450 mots.

656.4 : 341.3. — La guerre et les contrats de concession des voies ferrées d'intérêt local; R. POINCARÉ, M. SEMBAT, L. MALVY, A. RIBOT. *Industrie des Tramways et des Chemins de fer*, juillet, août, septembre 1916, t. X, p. 99, 1900 mots. Chambre des députés, 13 juillet 1916, n° 2 348.

Digitized by Google

Contacts électriques en Tungstène

PLUS EFFICACES ET BEAUCOUP MEILLEUR MARCHÉ QUE LE PLATINE

Recommandés pour l'emploi dans les appareils à Rayons X, les Bobines d'Induction, les Manipulateurs de Télégraphie et toutes constructions analogues demandant une fréquente création et interruption de courant électrique.

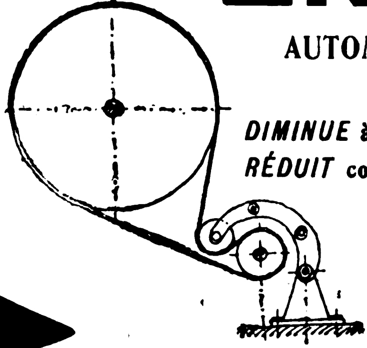
Indiqués également dans les Moteurs à Gaz, Contrôles de circuit et tout autre emploi similaire.

DEMANDER RENSEIGNEMENTS

L. P. S. ELECTRICAL COMPANY, 14, Howick Place, Westminster, LONDRES

Adresse télégraphique : *Engineyor, Sowest, London.*

ENROULEUR



AUTOMATIQUE DE COURROIE, Breveté S. G. D. G.

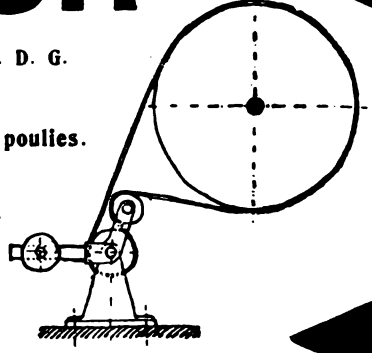
L'ENROULEUR

DIMINUE **à un minimum les distances d'axe en axe des deux poulies.**

RÉDUIT **considérablement la tension de la courroie.**

SUPPRIME **tout glissement de la courroie.**

PERMET **d'employer de grands rapports de diamètre entre les deux poulies.**



WYSS & C^IE^, SELONCOURT (DOUBS)

COMPTOIR INDUSTRIEL D'ÉTIRAGE & PROFILAGE DE MÉTAUX

107, 109, 111, 113, Avenue Philippe-Auguste, PARIS (XI^e^).

Téléphone : Roq. 24.71 — 78.91 *Métro :* Philippe-Auguste.

Aciers, Laitons, Cuivres et Alliages, Zinc, Aluminium, etc.

PROFILS DE HAUTE PRÉCISION

pour Armes de toutes natures, Constructions Mécaniques et Électriques.

AUTOMOBILES, AÉRONAUTIQUE, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

Instruments de Précision, Appareils pour Sciences et Mathématiques,

ACIERS COMPRIMÉS — ESSAIS A LA TRACTION

RECUIT ET ÉTIRAGE A FAÇON — RONDS, CARRÉS ET SIX PANS POUR DÉCOLLETAGE

Digitized by Google

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1 : 546.11 + 546.17. — Potentiels d'ionisation dans l'hydrogène, l'azote et l'oxyde azoteux; Fred M. Bishop. *Physical Review*, 6 juin 1917, 2e série, t. ix, p. 567, 150 mots. — L'auteur a étudié le potentiel d'ionisation de quelques gaz dans des conditions qui tendent à réduire l'effet photo-électrique sur l'électrode réceptrice provenant des radiations contenues dans le tube. — Deux dispositifs différents ont été utilisés : l'un est une modification de celui utilisé par Franck et Hertz, les électrodes planes étant remplacées par des électrodes cylindriques ; l'autre comprend une lame d'aluminium et une fenêtre de quartz et met en œuvre des photo-électrons. — L'ionisation dans l'hydrogène commence pour 11 v ; un nouveau type, plus intense, prend naissance vers 15,8 v. Aucune ionisation n'a pu être décelée dans l'azote jusqu'à ce que le potentiel atteigne une valeur de 75 v. La méthode a été étendue à l'oxyde azoteux (N^2O) pour voir si la combinaison d'un atome avec un autre dans un composé a une influence quelconque sur le potentiel d'ionisation. Les courbes relatives à l'oxyde azoteux ne diffèrent pas sensiblement de celles relatives à l'azote. — A. B.

537.1. — Quelques applications des équations électromagnétiques à la matière supposée formée d'électrons positifs et négatifs; Albert C. Crehore. *Physical Review*, juin 1917, 2e série, t. ix, p. 445-479, 14800 mots, 2 tab. — Admettant que les atomes sont composés d'électrons positifs et d'électrons négatifs, les électrons négatifs décrivant des orbites sensiblement circulaires autour d'un centre constitué par des électrons positifs, l'auteur montre qu'il est possible de modifier les équations électromagnétiques de manière à les rendre applicables aux atomes. — Il a étudié quatre propriétés au moyen des équations modifiées : 1° la vitesse d'équilibre des anneaux d'électrons ; 2° la forme de l'équation de force applicable aux atomes à de faibles distances, par exemple dans la formation des molécules (avec application au diamant comme type de molécule) ; 3° les forces élastiques produites par la compression du diamant de manière à ne pas modifier les angles du réseau cristallin ; 4° l'attraction entre deux cristaux de diamant ayant chacun 10^{-8} cm³, distants de 1 cm, orientés de toutes les manières possibles l'un par rapport à l'autre. — A. B.

MESURES ET ESSAIS

535.31.2. — Mesure du facteur de réflexion. *R. G. E.*, 22 septembre 1917, t. ii, p. 453-454, 4 fig., 700 mots. Analyse d'un article de M. Luckiesh, publié dans *Electrical World*, 19 mai 1917, t. lxix, p. 958-961, 3600 mots, 6 fig. — Dans l'art de l'éclairage il est important de connaître le facteur de réflexion pour la lumière des enduits, peintures, papiers peints, etc. Mais la mesure de ce facteur est rendue délicate par le fait qu'il dépend de nombreuses conditions : nature de la surface, angle d'incidence, angle de réflexion ou diffusion, composition de la lumière, méthode photométrique employée. L'auteur indique un dispositif dans lequel la substance à étudier est éclairée, non pas directement par une source lumineuse ordinaire comme on le fait généralement, mais par la lumière diffuse émise par un globe opale placé dans une boîte peinte en blanc intérieurement et contenant quatre lampes à incandescence. On arrive ainsi à avoir des valeurs du facteur de réflexion correspondant à des conditions bien déterminées, se rapprochant beaucoup de celles qu'on rencontre en pratique, et qui permettent d'établir des comparaisons entre les qualités des enduits, peintures, etc. au point de vue de l'éclairage.

537.721. — Une nouvelle unité électrique : le faraday; Carl Hering. *Electrical Review*, 6 juillet 1917, t. lxxxi, p. 8-9, 800 mots. — On sait que d'après la loi de Faraday un atome de chaque corps simple nécessite par valence la même quantité d'électricité pour être oxydé ou réduit par voie électrolytique, d'où le gain ou la perte du même nombre d'électrons. Pour l'atome tel que l'envisagent les chimistes ou atome-gramme, on sait que cette quantité est égale à 96 494 coulombs ou 26,80 a-h. C'est là une quantité facile à concevoir et à mesurer ; elle a reçu le nom de *faraday* et ce terme commence à entrer dans la littérature scientifique. — On pourrait lui donner le nom d'*électron atome-gramme*, il représente en effet la valeur pratique d'électricité qu'on peut supposer associée à chaque valence d'un atome-gramme : il est à l'électron vrai ce que l'atome-gramme si couramment envisagé en chimie est à l'atome vrai. — A. B.

537.741+535.33. — Sur l'emploi d'un galvanomètre Thomson avec un récepteur photo-électrique; W.-W. Coblentz. *Physical Review*, juillet 1917, 2e série, t. x, p. 97. — Les progrès apportés par Kunz aux récepteurs photo-électriques dont la réponse suit d'une manière proportionnelle les variations d'intensité de la lumière excitatrice fournissent un instrument simple pour les recherches dans les parties bleue, violette et ultra-violette du spectre, où la pile thermo-électrique ne fonctionne qu'avec difficulté. — Le but du présent travail est d'appeler l'attention sur l'utilité de l'emploi, avec le récepteur photo-électrique, d'un galvanomètre Thomson à résistance élevée, au lieu de l'électromètre. — Les essais ont été faits sur un appareil à bobine double d'une résistance de 1 300 ohms. Avec une durée d'oscillation simple de deux secondes seulement et une échelle à 2 m, la sensibilité était $i = 2,7 \times 10^{-11}$ a. Un instrument de 5 300 ohms avec suspension lourde, avait dans les mêmes conditions une sensibilité $i = 6,2 \times 10^{-11}$ a. Il résulte de ces chiffres qu'une sensibilité de 1×10^{-12} a est facile à obtenir, sensibilité bien supérieure à celle que nécessitent les recherches sur la transmission spectrale dans le bleu violet et l'ultra-violet. — A. B.

537.531.535.23. — Mesures de h au moyen des rayons X; F.-C. Blake et William Duane. *Physical Review*, juillet 1917, 2e série, t. x, p. 93-95, 900 mots, 1 tab. — En 1917, les auteurs ont présenté un travail préliminaire sur la mesure de *h* au moyen des rayons X, dans lequel ils établissaient

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E.*, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

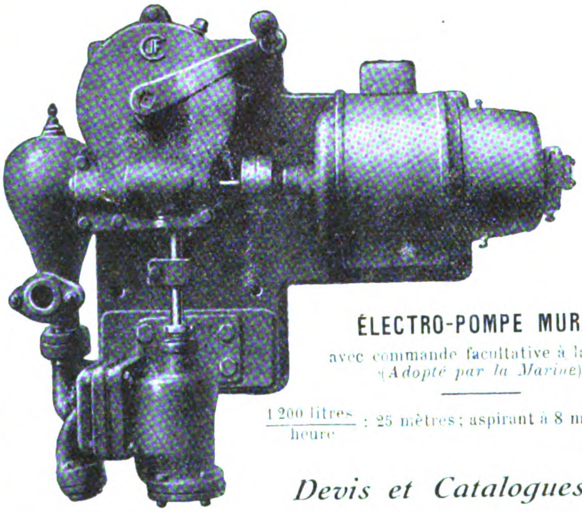
JAPY

Frères & C[ie]

Service
CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

BEAUCOURT
(Haut-Rhin Français).

Succursale à PARIS (x[e]) { 7, rue du Château-d'Eau / 3, boulevard Magenta



ÉLECTRO-POMPE MURAL
avec commande facultative à la main
(Adopté par la Marine)

1200 litres/heure : 25 mètres; aspirant à 8 mètres.

MOTEURS
DYNAMOS
APPLICATIONS
APPAREILLAGE

Devis et Catalogues sur demande. ◈ **Nouvelles Séries**

Nos ateliers restent ouverts pendant la durée des hostilités.

CONDENSEURS & ÉJECTAIR BREGUET

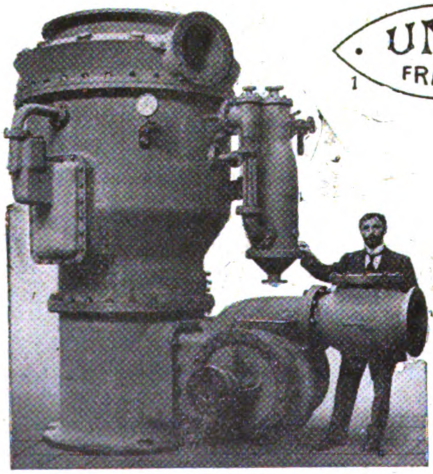
(BREVETS DELAPORTE)

CONDENSEURS PAR MÉLANGE
. UNIS . FRANCE ET PAR SURFACE

STATIONS CENTRALES

APPLICATIONS GÉNÉRALES DU VIDE

Notices et Références sur demande.



CONDENSEUR PAR MÉLANGE : 26.000 KIL. VAPEUR PAR HEURE

MAISON BREGUET

SOCIÉTÉ ANONYME : CAPITAL 4.000.000 de fr.

SIÈGE SOCIAL : 19, rue Didot, PARIS (14[e])

SERVICE COMMERCIAL : 34, rue de Châteaudun, PARIS (9[e])

que les valeurs de h obtenues dépendent dans une certaine étendue de l'interprétation donnée aux formes des courbes expérimentales. Ils ont déterminé depuis lors les corrections qu'il faut faire subir aux mesures et les résultats obtenus sont très concordants. — Les principales corrections sont les suivantes : 1° une correction relative à la largeur des fentes et de la source de rayons qu'on évalue en mesurant les courants d'ionisation dans l'instrument pour différentes positions de la vis micrométrique qui actionne la fente; 2° une correction relative à la profondeur jusqu'où pénètrent les rayons X dans le cristal réflecteur, dont on obtient la valeur en rétrécissant la fente de la chambre d'ionisation et, le cristal étant dans une position déterminée, en mesurant la largeur du faisceau de rayons X par un déplacement de la chambre d'ionisation. — L'auteur indique onze mesures de la valeur de h au moyen de 6 méthodes légèrement différentes. Dans les méthodes 1 et 2 la fente de la chambre d'ionisation est très large et il y a deux fentes entre le cristal et l'ampoule à rayons X, chacune d'elles étant étroite et permettant à un étroit faisceau de rayons X de frapper le cristal. Dans la méthode 1, la partie de la courbe représentant l'intensité des rayons X en fonction de la tension, qui est sensiblement rectiligne, est extrapolée et l'on prend le point où la courbe extrapolée coupe l'axe des abscisses comme le point pour lequel s'évanouissent les rayons X dont la longueur d'onde correspond au centre du faisceau. Dans la méthode 2 on prend le point pour lequel la courbe s'annule réellement et on fait la correction relative à la largeur de la fente et à celle de la source. Les deux méthodes donnent le même résultat à 0,1 pour 100 près. Dans les méthodes 3 et 4 on ne prend qu'une seule fente étroite entre l'ampoule à rayons X et le cristal et on rend aussi très étroite la fente de la chambre d'ionisation. Les interprétations des courbes dans les méthodes 3 et 4 sont les mêmes respectivement que celle des méthodes 1 et 2. Les méthodes 5 et 6 ne diffèrent des méthodes 3 et 4 que par l'emploi de courbes représentant les courants d'ionisation en fonction de la longueur d'onde à tension constante, au lieu des courbes représentant les courants d'ionisation en fonction de la tension à longueur d'onde constante. — La valeur moyenne ainsi obtenue pour h est $h = 6,555 \times 10^{-27}$. — La précision de ces déterminations de h ne diffère pas beaucoup de celle qu'on peut attendre des autres méthodes : par exemple de la répartition de l'énergie dans le spectre du corps noir, en utilisant la formule du rayonnement de Planck; ou de l'effet photo-électrique en utilisant l'équation d'Einstein et les résultats expérimentaux de Millikan ; ou de la formule de Bohr pour la constante de Rydberg en utilisant les données de l'analyse spectrale. Les valeurs de h dont on a indiqué la moyenne ont été calculées en prenant $e = 4,774 \times 10^{-10}$ (Millikan). En utilisant la même valeur de e et prenant $\frac{e}{m} = 1,770 \times 10^{7}$, on déduit de l'équation de Bohr, $h = 6,544 \times 10^{-27}$. Les expériences de photo-électricité de Millikan fournissent $h = 6,57 \times 10^{-27}$ et cette valeur semble en bon accord avec les données relatives au rayonnement du corps noir. Les premières expériences sur les rayons X ont fourni pour h les valeurs suivantes : $6,51 \times 10^{-27}$ (Duane et Hunt); $6,53 \times 10^{-27}$ (Webster) et $6,59 \times 10^{-27}$ (Hull). — Pour effectuer les déterminations de h ci-dessus rapportées, les auteurs ont mesuré la tension appliquée au tube avec un voltmètre électrostatique étalonné au moyen d'un courant passant dans une résistance élevée. Le courant d'alimentation de l'ampoule à rayons X provenait d'une batterie à potentiel élevé. Toute erreur dans l'évaluation de la constante du cristal entraîne naturellement une erreur correspondante dans la valeur de h ; les auteurs ont adopté, comme constante du réseau cristallin (calcite), la valeur $3,027 \times 10^{-8}$cm. — A. B.

538.22.538.23.—Sur les relations entre les paramètres du ferromagnétisme. — Relations entre la perméabilité et l'hystérésis; G. Vallauri. *Elettrotecnica*, 5 et 15 octob. 1917, t. IV, p. 498-503, 514-523, 12200 mots, 19 fig. — L'auteur répond à la question suivante, posée dans un concours : « Etudes et recherches expérimentales, ayant pour but de voir s'il existe des relations entre la perméabilité et l'hystérésis magnétique des matériaux magnétiques ordinaires, particulièrement entre le coefficient de perméabilité et le coefficient d'hystérésis dans la formule de Steinmetz ». Il donne avant tout la définition des différents paramètres qu'on peut choisir pour caractériser les propriétés des matériaux ferromagnétiques au point de vue de la perméabilité et de l'hystérésis. Ensuite, se fondant sur les hypothèses proposées jusqu'à présent pour expliquer les phénomènes magnétiques, il essaye d'aborder la question du côté théorique en développant particulièrement les déductions qu'on peut tirer des hypothèses de Weiss. Mais, comme la théorie ne donne, dans l'état actuel des connaissances, qu'une représentation très grossière de la réalité complexe des phénomènes, l'auteur cherche dans les résultats de l'expérience les matériaux nécessaires à établir, autant que possible, des formules empiriques. Il résume les résultats de son travail de la manière suivante : *a*) Aucune, parmi les théories proposées pour expliquer les phénomènes du ferromagnétisme, ne permet de déduire des relations concrètes entre la susceptibilité et l'hystérésis, excepté la théorie de Weiss. Cette dernière, convenablement développée, laisse prévoir une loi de proportionnalité inverse entre le travail d'hystérésis dans un champ alternatif (caractérisé, par exemple, par la valeur qui correspond au cycle maximum ou cycle de saturation) et les paramètres qu'on peut prendre comme caractéristiques de la susceptibilité, c'est-à-dire la susceptibilité ordinaire $K = \frac{J}{H}$ (moyenne ou maximum) et la susceptibilité différentielle $K_d = \frac{dJ}{dH}$ (moyenne ou maximum). L'accord, assez imparfait, entre la théorie de Weiss et les phénomènes ferromagnétiques, tels qu'ils résultent des expériences, laisse cependant prévoir que les relations mentionnées ne pourront représenter qu'une première et grossière approximation. *b*) En se servant d'une nombreuse série de résultats expérimentaux se rapportant à 14 échantillons différents, on déduit que les relations entre les paramètres de l'hystérésis et de la susceptibilité présentent une allure générique s'accordant à peu près avec les lois de proportionnalité inverse, prévues par la théorie. *c*) Ayant adopté pour l'hystérésis la valeur moyenne du coefficient η' de la formule de Steinmetz pour l'hystérésis alternative $W = \eta' J^{1,6}$ (ou bien $W = \eta\, B^{1,6}$) dans l'intervalle $J = 150$ à 1 250 ($B = 2\,000$ à 16 000 à peu près), il en résulte qu'il est préférable de choisir comme paramètre de susceptibilité la susceptibilité maximum K_{max} (ou bien la perméabilité maximum μ_{max}). *d*) Au moyen des données expérimentales obtenues sur 49 échantillons, qui sont des fontes dures jusqu'aux fers électrolytiques les plus purs et les plus perméables, on a déduit la relation

$$\eta' \times K_{max} = 20,6 \text{ (ou bien } \eta \times \mu_{max} = 4,51),$$

qui se trouve vérifiée avec une approximation moyenne de 21 pour 100. *e*) Un accord légèrement plus étroit entre les données expérimentales et la relation analytique peut être obtenu en adoptant pour cette dernière le type $\eta' \times K''_{max} = b$. Par exemple avec la relation

$$\eta' \times K^{0,832}_{max} = 8,08 \text{ (ou bien } \eta \times \mu^{0,832}_{max} = 1,157),$$

on arrive à une approximation moyenne de 17,4 pour 100 par rapport aux données expérimentales et pour les mêmes 49 échantillons. *f*) Il semble qu'on pourrait arriver à une approximation encore plus grande, si l'on choisissait, comme paramètre caractéristique de la susceptibilité, la valeur moyenne de la susceptibilité réversible K_r ou bien celle de la dérivée $\frac{dK}{dJ}$. Les données expérimentales

Digitized by Google

Chauffage Electrique Incandescent

Modèle Q-10.

Convient pour les pièces de dimensions moyennes. Est muni d'une tablette chauffante permettant la cuisson des aliments. Placé devant une cheminée produit un effet gracieux et confortable.

de 1 à 4 kilowatts,
de 1 à 3 réglages,
de 100 à 294 francs

Fonte noire.— Fonte ébonite— Émaux vitrifiés

Dans
Les Foyers Incandescents "QUEAD"

La résistance étant portée au rouge, l'énergie est émise par *radiation.*

Il n'est donc plus nécessaire de chauffer tout le cube d'air d'un local pour en chauffer les habitants : on se chauffe *devant* un **Quead** comme *devant* un feu de coke ; dès que l'élément commence à rougir, on ressent l'*effet physiologique* de chaleur.

Plus de convecteurs ; grâce au **Quead**, on peut obtenir un résultat identique avec une

Economie de courant de 80 %

Le MATÉRIEL, 19, rue de Cronstadt : Bécon-Courbevoie (Seine) :

Demandez notre tarif RGQ-1.

J. HOPKINSON & C° L^TD

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS — 94, Rue Saint-Lazare — PARIS

Usines à HUDDERSFIELD (Angleterre)

Adoptez les APPAREILS de SURETÉ et VALVES " HOPKINSON "

INDICATEUR DE NIVEAU D'EAU " ABSOLUTE " HOPKINSON
A CONTRE-ÉCROU DE SURETÉ ET FERMETURE AUTOMATIQUE

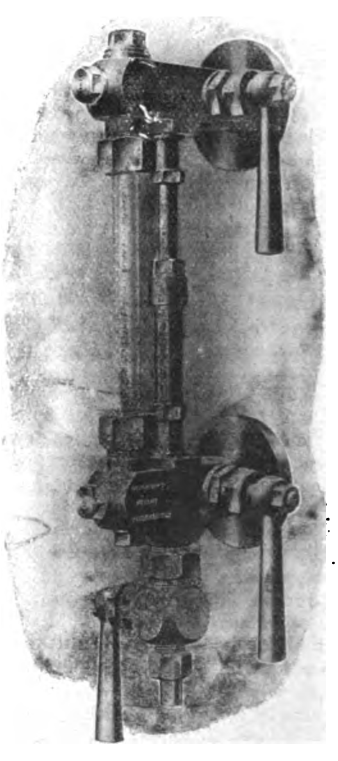
Aucune fausse indication possible avec ces indicateurs

Les Billes automatiques peuvent être retirées, examinées, nettoyées et replacées lorsque la chaudière est sous pression

Nos **SPÉCIALITÉS** sont le résultat de plus de 70 ans d'expériences dans la construction de premier ordre **D'APPAREILS POUR CHAUDIÈRES**

GRANDS PRIX : *BRUXELLES, 1910; ROUBAIX, 1911*

CATALOGUES ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

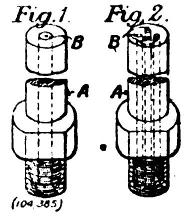


Digitized by Google

sur lesquelles se fonde cette déduction ne sont pas assez sûres pour permettre de la considérer comme définitive. *g*) Les données expérimentales publiées jusqu'à ce jour et dont on peut sérieusement tirer parti pour des essais de coordination entre les paramètres du ferromagnétisme, sont relativement pauvres, parce que les recherches sont, en grande partie, très incomplètes. Il est par conséquent à désirer qu'on entreprenne de nouvelles recherches systématiques, dans le but de rassembler la plus grande quantité de données expérimentales sur chacune des nombreuses variétés des matériaux ferromagnétiques. Le travail de l'auteur comprend une première collection méthodique de données, qui pourra être enrichie et complétée ensuite et servir à d'autres recherches et à d'autres vérifications.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.25. — Télégraphie sans fil; MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH COMPANY LIMITED AND H.-M. DOWSETT, London. *Brevet anglais n° 104385*, 2 mars 1916. Bibliographié dans *Engineering*, 6 juillet 1917, t. CIV, p. 27. — Cette invention se rapporte aux électrodes des déchargeurs électriques employés pour la production des oscillations électriques et spécialement aux déchargeurs rotatifs à disque utilisés pour la télégraphie sans fil. Cette électrode est formée de deux métaux différents dont un est vaporisé à une température plus



654.25. — Electrodes bi et trimétalliques pour éclateurs.

basse que l'autre. De préférence, chaque électrode consiste en une tige creuse de métal, du cuivre par exemple, dont le centre est occupé par un métal moins réfractaire et moins conducteur, de l'aluminium par exemple ou même du charbon ou une autre matière. La figure 1 montre une de ces électrodes A formée de cuivre et un simple noyau d'aluminium ; la figure 2 montre une électrode dont le noyau est triple, ce dernier modèle s'est montré supérieur au premier, la vaporisation en est plus lente pour une même section totale. — E. B.

654.25.00.41. — Les perfectionnements récents de la télégraphie sans fil; H. VOLTA. *La Nature*, 1er septembre 1917, n° 2292, t. XLV, 2e semestre, p. 129-133, 3000 mots, 10 fig. — L'auteur, sans entrer dans des détails qu'on ne peut d'ailleurs publier actuellement dans l'intérêt de la Défense nationale, donne un aperçu des progrès immenses faits depuis la guerre par la radiotélégraphie. Une grande partie de ces progrès sont dus au service de la radiotélégraphie militaire qui est composé des meilleurs radiotélégraphistes et est dirigé avec une incomparable maîtrise par le colonel Ferrié. — L'auteur indique seulement dans son article les nouvelles méthodes de détection et de réception des ondes. Il rappelle les principes des différents types de détecteurs utilisés jusqu'à ce jour et, en particulier, il décrit sommairement les détecteurs, amplificateurs et redresseurs de courant basés sur la propriété qu'a tout métal chauffé d'émettre une nuée de corpuscules électrisés négativement, d'électrons; il indique quelques montages relatifs à ces appareils employés, soit comme détecteurs, soit comme amplificateurs, soit comme oscillateurs à basse ou à haute fréquence. L'auteur termine en signalant que la radiotéléphonie a fait aussi de grands progrès qui lui permettront d'entrer rapidement dans la pratique courante.

654.25.00.12.—La portée des postes de télégraphie sans fil; R. CHENEVIX TRENCH. *R. G. E.*, 25 août 1917, t. II, p. 296-303; 5850 mots, 3 fig. Analyse d'un article de *Electrician*, 20 avril, 27 avril et 4 mai 1917, t. LXXIX, p. 102-105, 147-149, 181-183, 12000 mots, 12 fig. — Dans cet important travail, l'auteur a eu pour objet de mettre sous une forme pratique un certain nombre de relations entre la portée des postes de télégraphie sans fil et différents facteurs dont les principaux sont : la hauteur des antennes, la puissance des appareils d'émission, la longueur d'onde. Il rappelle tout d'abord la formule d'Austin-Cohen, puis établit les relations qui lient les divers facteurs qui y entrent, continue par l'exposé de quelques vérifications expérimentales de ces relations et, enfin, termine par quelques exemples d'application des règles auxquelles conduisent ces relations.

654.25. — Sur le réglage des postes radiotélégraphiques à ondes entretenues produites par machines à haute fréquence; J. BÉTHENOD. *R. G. E.*, 25 août 1917, t. II, p. 285-288, 2500 mots, 1 fig. — Poursuivant une étude commencée en 1915 dans *La Lumière électrique*, 2 octobre 1915, 2e série, t. XXXI, p. 1, l'auteur met en évidence l'intérêt pratique d'un cas particulier des formules générales établies dans cette étude. Dans ce cas particulier, qui correspond à une simplification extrême des formules et qui a une très grande importance pratique, le courant I, dans le circuit de l'alternateur, est en phase avec la force électromotrice de l'alternateur à haute fréquence. En raison de cette importance pratique, l'auteur commence par établir directement les formules qui s'y rapportent, puis il les discute et en donne une application numérique qui montre l'extrême simplicité des calculs.

654.25 + 538.56.2. — Sur les longueurs d'onde et la radiation des antennes chargées; B. VAN DER POL. *Revue générale des Sciences*, août 1917, t. XXVIII, p. 484, Résumé d'une communication à la *Société de Physique de Londres*, le 8 juin 1917. — L'auteur, par l'analyse mathématique, arrive à la conclusion que la résistance à la radiation d'une antenne chargée, ainsi que la radiation de l'antenne, dépendent non seulement de la longeur d'onde, mais des valeurs du courant à la base et au sommet. La formule de Rüdenberg pour les antennes en parasol n'est valable que pour les très grandes longueurs d'onde, avec une capacité au sommet de l'antenne très grande par rapport à celle de la partie verticale ; la table d'Austin pour la résistance à la radiation jusqu'au rapport $\frac{l}{\lambda} = 0{,}4$ est basée sur uue extrapolation injustifiable des résultats de Rüdenberg.

654.25.00.12.—Propriétés comparées des antennes basses et des antennes élevées en télégraphie et en téléphonie sans fil. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 11-12, 1600 mots, 1 tab. Analyse d'un article de E. BENNETT, *Electrician*, 6 avril 1917, t. LXXVIII, p. 18-20, 3 tab. — Après une étude critique sur la question de savoir s'il convient d'installer, comme on le fait ordinairement, les capacités à une grande hauteur au-dessus du sol, l'auteur fait une étude théorique du champ électrostatique à grande distance, puis examine quelques problèmes pratiques où sont utilisés les résultats théoriques obtenus antérieurement.

621.316 : 654.6. — Le problème pratique de l'influence des lignes à haute tension sur les lignes téléphoniques. *R. G. E.*, 19 mai 1917, t, 763-767, 3500 mots, 2 fig., 1 tab. — Dans cet article se trouvent indiquées, d'après une communication de MM. Griswold et Mastick à l'American Institute of Electrical Engineers (*P. A. I. E. E.*, septembre 1916, t. XXXV, p. 1339-1375) les dispositions permettant de supprimer ou tout au moins d'amoindrir les troubles causés dans les lignes télégraphiques ou téléphoniques par les lignes de transmission d'énergie. On verra que, dans le cas des lignes de transmission isolées avec transformateurs montés en triangle, des moyens simples permettent de solutionner le problème posé, mais que, dans le cas de lignes à montage en étoile, avec point neutre à la terre, les divers

Digitized by Google

A. W. PIDWELL

PARIS — 23, Boulevard Malesherbes — PARIS (8e)

Téléphone : *LOUVRE 03-31*

TOLES — FERS — FONTES

Feuillards laminés à froid et à chaud
Fil Machine — Billettes — Pointes — Tubes
Fils de fer et d'acier recuits, clairs, galvanisés, étamés

PLOMB — ZINC — CUIVRE

Matériel de Chemin de fer

Locomotives, Wagons, Ponts, Grues
Rails et Accessoires — Outillage pour Usines

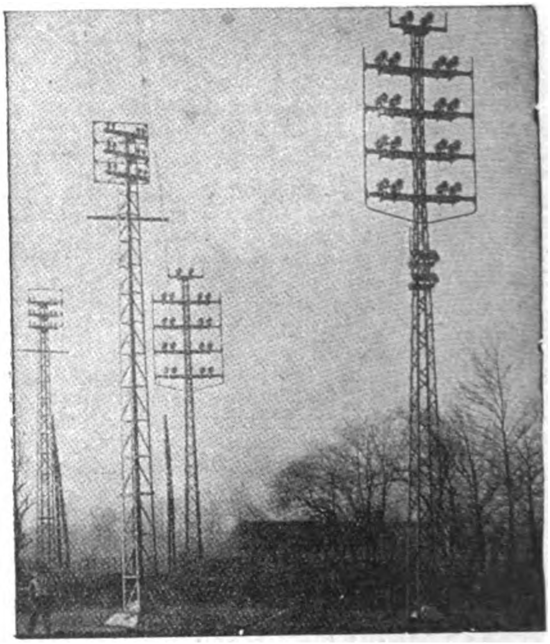
Agences à LONDRES, NEW-YORK, CLEVELAND

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES

Armand D. RIVIÈRE et Cie

Société en Commandite par Actions au Capital de 2.000.000 de francs

11 et 13, rue de Belzunce, PARIS (Xe)



Entreprises Générales d'Électricité

TRANSPORT DE FORCE A HAUTE TENSION
STATIONS CENTRALES
RÉSEAUX COMPLETS DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE
TRACTION ÉLECTRIQUE
CATENAIRE SYSTÈME Bté S.G.D.G.

Téléphone : Nord 48.48, Nord 53.61
Télégramme : Carpenrive, Paris

moyens dont on dispose ne donnent pas de solution complétement satisfaisante. On trouvera à la fin de l'article un exemple d'application pratique de ces moyens.

654 6. — La contribution des ingénieurs français à la téléphonie à grande distance par câbles souterrains, Vaschy et Barbarat ; Devaux-Charbonnel, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes. *R. G. E.*, 25 août 1917, t. II, p. 288-295, 5600 mots, 3 fig. — Dans cet article, M. Devaux-Charbonnel montre que dès 1886 Vaschy avait reconnu le rôle essentiellement utile de la self-induction dans la transmission téléphonique par câbles et que, quelques années après, un autre ingénieur français, M. Barbarat, préconisait et essayait les procédés aujourd'hui connus sous les noms de procédé Krarup et procédé Pupin qui ont permis de reculer considérablement la distance à laquelle il est possible de transmettre la parole. Le rôle précurseur de Vaschy dans cette importante question a d'ailleurs été reconnu par Pupin dans une lettre adressée à l'Académie des Sciences. — En annexes de l'article se trouvent reproduites deux lettres de Vaschy à Barbarat en date des 5 et 14 mai 1888.

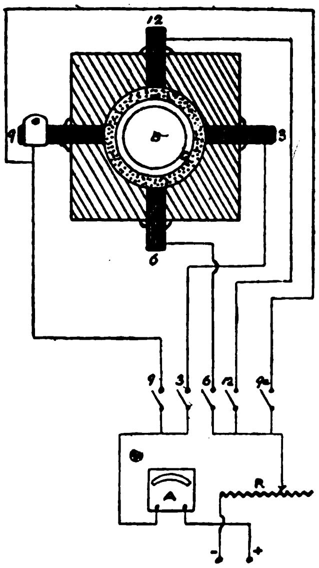
654.6. — Appareil de mesure relatif au mélange apparent, de circuit à circuit, des conversations téléphoniques. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1917, p. 238-239, 400 mots. — Cet appareil, utilisé par le service d'études et de recherches techniques de l'administration des Postes et des Télégraphes, consiste en dérivations sans inductance permettant à une fraction donnée du courant émis de passer à travers la partie graduée de l'instrument. Cette fraction est exprimée en millionième du courant émis et la fraction qu'on mesure est indiquée par la manette, quand on l'a fait tourner de manière à obtenir l'équilibre. L'objet de l'appareil est de donner une lecture quantitative de la portion de l'intensité du courant de conversation qui passe d'un circuit ou d'un appareil à un autre.

654.6. — Perfectionnement apporté aux appareils de téléphonie privée à intercommunication ; Edouard Grünenwald. *Brevet français n° 483 493*, demandé le 30 août 1916, délivré le 20 avril 1917, publié le 11 juillet 1917, 1 100 mots, 2 fig. — Le perfectionnement permet d'établir instantanément sans l'intermédiaire du poste de service, la communication entre les divers postes d'un appartement, d'une administration ou d'une usine. Il consiste en une barrette biseautée des deux côtés, oscillant dans les deux sens, à droite et à gauche, en combinaison avec une série de ressorts plats en acier, supprimant les boutons d'appel et d'écoute à ressort à boudin.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.365 036.7. — Conducteurs pour fours électriques ; Arvid Lindstrom. *Electrical Review*, 20 juillet 1917, t. LXXXI, p. 56-57, 2 200 mots, 7 fig. — Avec l'accroissement des dimensions de l'arc ou des fours à résistances, les difficultés pour le passage du courant du transformateur au four sont allées en croissant. Avec des potentiels de 50 et 100 v le courant est très élevé, ce qui entraîne la nécessité de l'emploi de conducteurs de section transversale élevée. Dans ces conditions deux difficultés se présentent : l'une est due à l'effet Kelvin (« skin effect ») ou tendance du courant alternatif à se concentrer dans les parties du conducteur voisines de la surface ; l'autre provient de la self-induction de la boucle de conducteur qui relie le transformateur au four, entraînant un faible facteur de puissance. — L'auteur envisage ces deux problèmes et montre qu'on peut obtenir les meilleurs résultats par une forme convenable des conducteurs. — Il indique également comment on peut mesurer exactement et d'une façon très simple la résistance effective des conducteurs d'amenée. — A. B.

621.365.036.6. — Four électrique à carbone granulaire ; Samuel A. Tucker. *Electrical Review*, 10 août 1917, t. LXXXI, p. 143, 600 mots, 3 fig. — Il permet de maintenir des températures notablement supérieures à celles des fours à résistance ordinaire. — Le corps du four, en argile, s'ouvre à la partie supérieure. Quatre trous permettent aux élec-



621.365.036.6. — Coupe horizontale d'un four électrique à carbone granulaire.

trodes de 2,5 cm de diamètre d'aboutir à l'espace libre B. Cet espace est limité par un anneau en carborundum C. Il reste un espace annulaire pour le carbone granulaire qui relie les quatre électrodes. La température maximum indiquée est 1 300° ; elle est atteinte en 1 h 30 avec un courant de 24 A sous 98 v. La figure 1 indique la coupe horizontale du four.

621.365.036.6. — Refroidissement d'électrodes de fours électriques par l'eau. *Electrical World*, 8 septembre 1917, t. LXX, p. 887, 200 mots, 1 fig.

621.365. — Le four électrique dans l'industrie métallurgique ; E. Thovez. *Bollettino della Societa degli Ingegneri ed Architetti di Torino*. Résumé dans *Elettrotecnica*, 5 août 1917, t. IV, p. 405, 300 mots. — L'auteur passe en revue les divers types de fours employés dans l'industrie métallurgique. Il indique les opérations variées que permettent les fours électriques : réduction des minerais, fusion, affinage, etc. Il examine aussi leurs avantages économiques.

621.364. — Quelques notes sur les foyers électriques. *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 390, 250 mots. Analyse d'un article de W. Stubbings, publié dans *Electrical Review*, 26 mai 1917, t. LXXX, p. 564, 800 mots. — L'auteur fait remarquer que, pour tous les appareils de chauffage électrique, le rendement est de 100 pour 100 et qu'il n'y a pas lieu par suite de comparer le rendement des appareils du type radiateur et du type à convection. Toutefois, l'un des types peut être préféré à l'autre suivant l'usage qu'on en veut faire.

621.364. — Les appareils de chauffage électrique. *R. G. E.*, 23 juin 1917, t. I, p. 990-993, 2 500 mots, 1 fig., 3 tab. — Cet article relate les essais auxquels l'Association suisse des Electriciens a fait procéder pour se rendre compte de la durée et du rendement des appareils de chauffage électrique

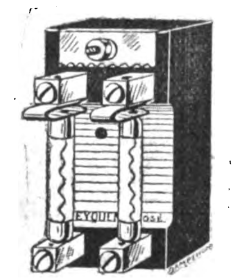
Digitized by Google

Téléph. : Wagram 90.45 **D. P. E.** Téléph. : Wagram 90.13

Dynamos à voltage constant à régulateur magnétique, breveté, pour Éclairage des automobiles, avions, canots, dirigeables, trains, etc.

Dynamos-Démarreurs pour automobiles, avions.

Moteurs & Dynamos de faible puissance.



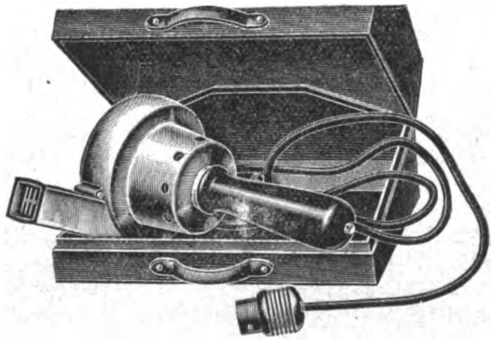
Coupe-circuit breveté avec ou sans parafoudre, à fusibles calibrés interchangeables.

SERVICE DES TÉLÉPHONES

Tableaux d'appel, système breveté.
Standards, nouveau modèle.
Fiches. Coupe-circuits. Fusibles. Plots de raccordement.
Raccords-soudants. Breveté. Supprimant l'emploi de la lampe et du fer à souder. N° 15 pour fils de 15/10ᵉ, n° 20 pour fils de 20/10ᵉ, n° 25 pour fils de 25/10ᵉ, etc.

Sté anonyme de la DYNAMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine)



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE

SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS (9e)

Téléph. **Gutenberg 47-80.** *Télég.* **Cespir-Paris.**

ÉLECTRO-MASSEUR

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

EXPLOITATION

621.311.9. — Note sur la protection des centrales de grande puissance contre les effets destructifs des courts-circuits; F. SCHUMANN, directeur de la Société Force électrique de Bakou. *R. G. E.*, 11 et 18 août 1917, t. II, p. 215-227 et 255-268, 18 400 mots, 15 fig. — Après une description sommaire des installations de la Société qu'il dirige et qui desservent la région pétrolifère de Bakou, l'auteur décrit quelques accidents typiques qu'il a eu l'occasion de constater et dont la cause première est la puissance considérable des installations en jeu. Il divise ces accidents en deux groupes suivant qu'ils ont été provoqués par une attraction mécanique suivie de déformation et de contact des conducteurs ou qu'ils ont eu pour siège les interrupteurs à huile. Il recherche les causes de ces accidents et les remèdes qui permettraient de les prévenir. Comme remèdes, il envisage les trois suivants : division de la centrale et du réseau en sections indépendantes, diminution de la puissance apparente des génératrices, diminution du courant de court-circuit par l'emploi de self-inductances. — Dans la troisième partie de son article, l'auteur examine tout d'abord les avantages et les inconvénients résultant d'une division du réseau, des sous-stations et de l'usine génératrice telle que chaque division soit, en marche normale, indépendante des autres, mais puisse, cependant, y être rattachée en cas d'accident à une ligne ou à une machine; en général, les inconvénients ne sont pas très importants, sauf toutefois la possibilité, par suite d'une fausse manœuvre, de la mise en parallèle de deux groupes générateurs non synchronisés. Il examine ensuite l'influence de l'amélioration du facteur de puissance sur les effets destructifs des courts-circuits et trouve que cette influence n'a d'importance que dans l'hypothèse de l'installation de nouvelles unités. L'emploi des bobines de réactance est étudié en troisième lieu; l'auteur rappelle le rôle de la réactance, calcule la chute de tension qu'elle produit, discute le choix de l'emplacement des bobines de réactance dans les circuits et dans les barres, puis indique comment ces bobines sont utilisées dans l'installation qu'il dirige. Enfin, l'auteur décrit les dispositions qu'il a été conduit à adopter dans la construction et l'équipement des sous-stations et cabines de cette installation.

MATIÈRES PREMIÈRES

620.7 (43). — Les matières de remplacement pour l'électrotechnique en Allemagne. *R. G. E.*, 18 août 1917, p. 273-274, 50 mots, 1 tab. Analyse d'une conférence de DETTMAR, d'après *E. T. Z.*, 14 décembre 1916, t. XXXVII. — Le tableau indique, d'une part, les matériaux utilisés avant la guerre pour les canalisations, le matériel d'installation, la construction des machines, etc., d'autre part, ceux qui sont utilisés actuellement; leur comparaison indique bien nettement la pénurie de cuivre et de caoutchouc.

667.6 : 621.315.6. — Les vernis isolants. *R. G. E.*, 18 août 1917, t. II, p. 272-273, 500 mots. Analyse d'un article de Max BOTTLER, d'après *E. T. Z.*, 15 mars 1917, t. XXXVIII, p. 149-150, 3 000 mots. — Après avoir indiqué les qualités que doit remplir un vernis isolant, l'auteur examine comment elles sont réalisées ou peuvent être réalisées; puis il étudie assez longuement les vernis convenant au fer et au zinc, ces métaux ayant en Allemagne remplacé le cuivre dans beaucoup d'usages électrotechniques.

662.65 : 31 (42). — La production et l'exportation du charbon en Angleterre. *R. G. E.*, 23 juin 1917, p. 998, 200 mots. — Courte note statistique d'après laquelle la production, qui était de 287 500 000 t en 1913, a été de 256 000 000 t en 1916 ; en cette dernière année l'exportation a été d'environ 53 000 000 t ; la consommation intérieure a donc dépassé 200 000 000 t.

662.65 : 31 (52). — Le charbon et l'industrie du charbon au Japon. *Engineering*, 6 juillet 1917, t. IV, p. 18, 1 400 mots. — Le Japon y compris ses colonies, en ce qui concerne ses bassins miniers, peut être divisé en trois sections : 1° le Japon proprement dit consistant en un groupe de quatre grandes îles et de nombreuses petites ; 2° la partie sud-est de l'île Sakhaline ; 3° l'île de Formose. Le charbon existe aussi en Corée, mais on ne possède pas encore de renseignements certains sur cette contrée. Les travaux de recherche des bassins miniers ont commencé en 1878 et un grand nombre de cartes ont été publiées depuis. L'exportation augmente régulièrement depuis 1901 et atteignait en 1914 une somme de 2 400 000 £. Les bassins miniers du Japon s'étendent sur une surface d'environ 800 miles carrés dont un cinquième est mis en exploitation. Le plus important de ces bassins est celui de Fuknoka; il s'étend sur une longueur de 25 miles et une largeur variable de 10 à 25 miles. L'épaisseur des bancs atteint 20 pieds, mais est le plus souvent de 6 à 8 pieds ; le charbon est de bonne qualité. Les Japonais exploitent leurs mines par plans inclinés ou par puits ; la première méthode est de beaucoup la plus employée. Depuis 1910, la force motrice électrique est utilisée, aussi bien aux travaux du jour qu'à ceux du fond; une centrale à vapeur distribue la puissance à des puits assez nombreux où le courant est transformé à la tension convenable. Le nombre de mineurs atteint 175 000 et l'extraction totale atteint 20 000 000 t; la mine la plus importante produit à elle seule 2 000 000 t. Les ressources minérales de l'île Sakhaline sont connues depuis peu de temps, elles sont considérables ; on peut dire que l'île constitue un amas énorme de charbon, malheureusement les conditions climatériques en rendent l'exploitation difficile, car la température moyenne est très basse et varie de — 2° à 4°, cette température tombe à — 50° pendant l'hiver; l'énorme population de l'est de l'Asie permettra d'exploiter ce bassin minier. L'île de Formose contient également du charbon en quantité appréciable, mais son étude géologique n'a pas encore été commencée ; l'extraction annuelle actuelle atteint cependant 350 000 t. — E. B.

621.311.22 + 662.65. — Remarques pour la production de l'énergie et la consommation du charbon en Angleterre. *R. G. E.*, 4 août 1917, t. II, p. 188, 750 mots. Résumé de plusieurs articles sur le sujet publiés dans *Electrician* 15 et 22 juin 1917. — Ces remarques se rapportent aux moyens propres à diminuer la consommation de combustible. Dans les usines il y aurait intérêt à gazéifier le combustible solide; le coke incandescent provenant de la gazéification serait immédiatement envoyé sur les grilles des chaudières. Chez les particuliers, où le rendement du combustible atteint à peine 4 à 5 pour 100 en combustion directe et 10 à 12 pour 100 quand on emploie du gaz de ville, il y aurait intérêt à effectuer le chauffage à l'électricité : rien qu'en Angleterre ce mode de chauffage économiserait chaque année 10 000 000 t.

662.741. — Sur les conditions de formation du coke. *R. G. E.*, 4 août 1917, t. II, p. 187-188, 500 mots, 1 tab. Analyse d'une communication de Georges CHARPY et Marcel GODCHOT à l'Académie des Sciences publiée dans *Comptes rendus*, 11 juin 1917, t. CLXIV, p. 906-908. — Les auteurs signalent l'importance considérable que présente, au point de vue de la fabrication du coke, la détermination pour chaque charbon du traitement thermique le plus favorable à la qualité du coke.

662.741.3. — L'utilisation des sous-produits dans la production du coke métallurgique; STANLEY COOPER. *Journal of the Iron Institute*; *La Revue de métallurgie*, janvier-février 1916 ; *Génie civil*, 28 juillet 1917, t. LXXI, p. 61, 700 mots, 1 fig. — La fabrication du coke métallurgique

Digitized by Google

Adr. télégr. :
Leolique-Paris.

" L'Éclairage Électrique "

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

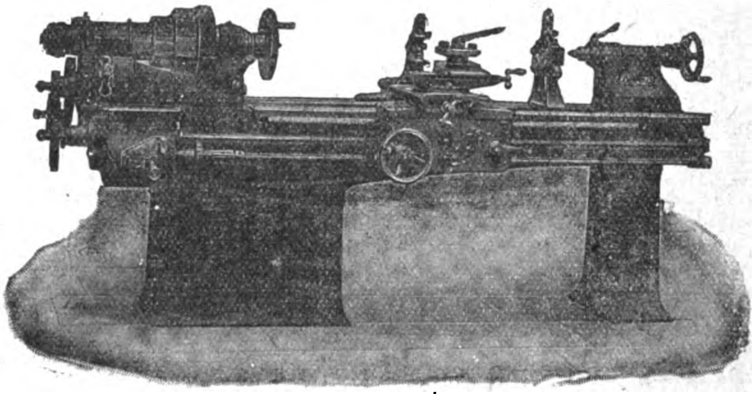
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS (8e)

Téléphone :
Elysées { 42-90 42-91 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS

DE

PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES

Perceuses Radiales

etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

LG

LANDIS & GYR

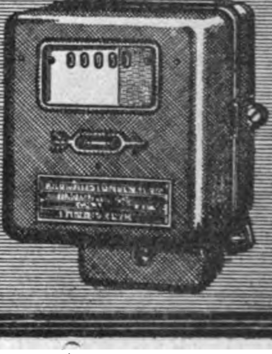
BUREAUX ET LABORATOIRE
12 RUE LAPEYRÈRE

PARIS

ATELIERS
4 RUE DES CLOYS

COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

COMPTEURS POUR TARIFS SPÉCIAUX
WATTMÈTRES TYPE FERRARIS
INTERRUPTEURS ET LIMITEURS HORAIRES
LIMITEURS DE COURANT



Digitized by Google

donne comme sous-produit une certaine quantité de gaz, dont 50 pour 100 seulement est utilisé pour le chauffage des fours à coke. Le reste est utilisé soit comme combustible dans des appareils métallurgiques, soit dans des moteurs. Dernièrement, on a eu l'idée de chauffer les fours à coke avec du gaz de haut fourneau et d'utiliser la totalité des gaz de fours à coke dans des moteurs où leur rendement est meilleur que celui des gaz de haut fourneau. Cependant on a prévu le cas où, le gaz de haut fourneau manquant, on serait obligé d'utiliser le gaz de four à coke pour le chauffage du four. Notre confrère fait la description d'un de ces fours. — Les gaz de four à coke sont employés comme combustible dans les fonderies et aciéries ; les sous-produits principaux tirés de ces gaz sont le sulfate d'ammonium et le benzol.

662.672. — Le graphite ; Jean Escard. *Revue générale des Sciences*, 15 juillet 1917, t. xxviii, p. 390-395, 4 500 mots. — Propriétés physiques. Le graphite à l'état pur, que son origine soit naturelle ou artificielle, a une densité égale à 2,255 à 15°. Les graphites non purifiés ont une densité variable avec la nature des impuretés. Le graphite du commerce, additionné généralement de matières grasses, a une densité de 2,37, ses cendres sont très alumineuses. Le graphite préparé au four électrique en partant d'anthracite très impur a une densité de 1,62. Le graphite est infusible aux plus hautes températures. Il se volatilise dans l'arc voltaïque et au four électrique. Il est bon conducteur de la chaleur et de l'électricité, et est très perméable aux gaz. Le graphite est soluble dans un certain nombre de métaux et en particulier dans le fer. Certains graphites chauffés en présence d'acide nitrique, d'acide sulfurique ou de réactifs appropriés, ont la particularité de foisonner. Ce foisonnement semble dû à la décomposition d'oxyde graphitique formé par l'action oxydante des réactifs. — Caractères chimiques. Le caractère essentiel du graphite est sa transformation en oxyde graphitique par l'action d'un mélange de chlorate de potassium et d'acide nitrique. Parmi les halogènes seul le fluor attaque le graphite à la température du rouge sombre. Seuls les acides SO^4H^2, HCl, HF et AzO^3H ne l'attaquent pas. Un mélange d'acide sulfurique et d'acide chromique le transforme en acide carbonique, il en est de même de l'acide iodique. Une solution alcaline de permanganate de potassium réagit avec production d'acide oxalique. Le graphite brûle difficilement à l'air libre ; dans l'oxygène, il brûle plus facilement que le diamant. La teneur du graphite en carbone est très variable suivant l'origine. — L'auteur examine diverses hypothèses sur les origines du graphite naturel et divers procédés de fabrication du graphite artificiel au four électrique. — Gisements. Les principaux gisements exploités de graphite se trouvent au Canada, aux Etats-Unis, à Ceylan, en Russie, en Sibérie, en Bohême et à Madagascar. L'exploitation du graphite s'est développée considérablement à Madagascar, ces dernières années, et vu la qualité du minerai, notre colonie est appelée à devenir le premier producteur de graphite du monde, le prix de revient de la tonne rendu à Marseille est de 1 000 à 1 200 fr. tandis que celui de Ceylan revient à 2 080 fr les 1016 kg franco Colombo. La France possède de nombreux gisements de graphite, mais trop peu importants pour être sérieusement exploités. La production mondiale actuelle est de 175 000 t. L'auteur décrit sommairement les procédés d'exploitation dans les mines. — Utilisation industrielle. L'auteur indique brièvement les procédés industriels de purification du graphite et énumère plusieurs de ses applications industrielles. — *Produits réfractaires*. Le graphite, contenant le moins de cendres possible, sert, vu son infusibilité et sa bonne conduction de la chaleur, à faire des creusets de fusion ; on l'utilise aussi sous forme de briques pour le revêtement intérieur de certains fours. — *Peintures antirouille*. Le graphite mélangé en proportion convenable avec l'huile de lin bouillie forme une peinture très adhérente, durable, uniforme et, de plus, imperméable à l'air, à l'humidité et aux gaz. — *Lubrifiants*. Le graphite bien exempt de matières dures et en particulier d'argile et de mica, ou mieux, préparé artificiellement est utilisé pour le graissage des boites à billes et des organes délicats des machines. L'usure est presque nulle et il ne se produit pas d'encrassage. On désigne sous le nom de fibre-graphite une matière obtenue en comprimant fortement un mélange de graphite et de sciure de bois finement pulvérisé. Après cuisson et addition d'une petite quantité d'huile de lin, cette matière a la résistance du bois dur et est utilisée pour la constitution des paliers de machines, elle supprime tout graissage, s'échauffe peu et s'use très lentement. Le cambouis mélange de graphite, d'huile et de graisses s'emploie comme lubrifiant et antirouille. — *Electrodes*. Les charbons pour lampes à arc, fabriqués en mélangeant du coke ou du charbon de cornue et du goudron, en tréfilant et cuisant le mélange à haute température contiennent une forte proportion de graphite. Les électrodes pour fours électriques ont une composition à peu près analogue mais doivent présenter un degré de pureté beaucoup plus élevé pour ne pas introduire des impuretés dans les corps traités. — *Crayons dits « mine de plomb »*. Le graphite employé pour cet usage doit être très pur ainsi que l'argile à laquelle on le mélange. La pâte est lavée, pressée dans des filtres-presses, broyée, tréfilée et découpée ; après le decoupage les mines sont chauffées plusieurs heures aux environs de 1500° C. — *Applications diverses*. Le graphite sert à fabriquer des balais de dynamos ; ces balais ont l'avantage d'exercer une pression douce sur le collecteur, ils assurent un bon contact, n'encrassent pas beaucoup les collecteurs et les usent peu. On utilise aussi le graphite pour constituer des contacts dans les circuits à interruptions fréquentes, vu son inaptitude à former brusquement des arcs, sa résistance à la désagrégation, son infusibilité et ses propriétés anti-hygroscopiques. — Le graphite est utilisé en fonderie et métallurgie sous forme de tiges destinées au brassage des métaux en fusion. — On fabrique également en graphite artificiel pur (99 pour 100) les phosphorateurs utilisés pour incorporer du phosphore dans les bronzes phosphoreux. Le graphite sert aussi à constituer des moules pour le coulage des métaux et dans l'industrie verrière ; mêlé de noir végétal et d'argile fine, il est employé sous forme de poussière pour recouvrir les surfaces internes des moules, ce qui permet d'obtenir des surfaces plus nettes, plus lisses et plus aptes au découpage. On utilise enfin le graphite en galvanoplastie et comme baguettes et supports-conducteurs dans les opérations électrolytiques.

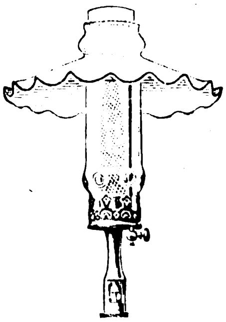
678.3.01 — L'accélération catalytique de la vulcanisation du caoutchouc. *Revue gén. des Sciences*, 15 juil. 1917, t. xxviii, p. 388, 500 mots. — Pour augmenter l'élasticité, la résistance et la durée du caoutchouc, lui faire perdre son adhérence et l'insolubiliser dans la plupart des solvants, on lui fait subir l'opération de la vulcanisation qui consiste à lui incorporer une quantité convenable de soufre et à chauffer la masse à une température de 135 à 140° C, pendant un temps qui dépend de la qualité du soufre employé et qui peut varier de 1 à 6 h pour la vulcanite. L'addition au mélange de certains oxydes métalliques et en particulier ceux de plomb, de calcium et de magnésium accélère la vulcanisation, mais peut présenter certains inconvénients, entre autres le durcissement du caoutchouc. On a cherché également à réduire la durée de la vulcanisation en employant certaines substances organiques, la pipéridine, les amines aliphatiques primaires, secondaires et tertiaires, les benzylamines, les hydrates de benzine et de bromo-benzène-diazonium et un certain nombre d'alcaloïdes. Un chimiste anglais, S.-J. Peachey (*Journal of the Soc. of chem. Ind.*, 30 avril 1917, t. xxxvi, p. 424), a trouvé également que les nitroso-dérivés de certaines bases telles que la diméthylaniline, la méthylaniline et la diphénylamine sont des accélérateurs puissants de la vulcanisation. L'action des accélérateurs organiques est toute différente de celle des oxydes métalliques et est de nature catalytique. Il est à remarquer que les nitrosamines isomères des dérivés nitrosés de la méthylaniline, de l'éthylaniline et de la diphénylamine n'ont aucun

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

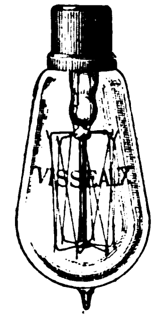
Magasins et Bureaux : 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



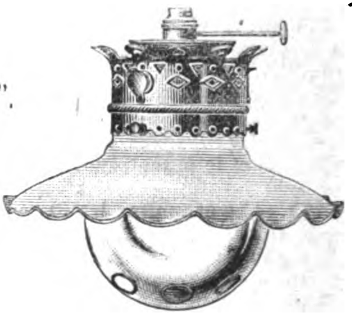
Fabrique de Manchons.

Soie et Ramie.



Verrerie "Baccarat".

Cristallerie.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D. G.

Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré.

Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

***LYON 1914* : Membre du Jury. Hors concours. — *SAN FRANCISCO 1915* : Hors concours.**

TÉLÉGR. : VISSEAUX-LYON

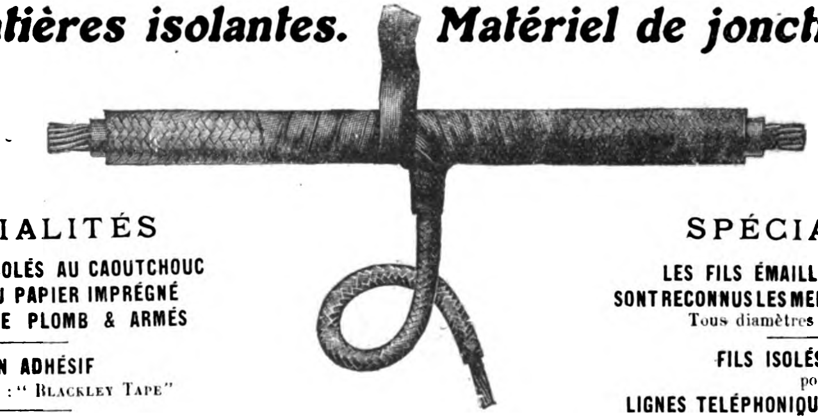
CATALOGUES SUR DEMANDE
EXPORTATION

UNIS FRANCE

CONNOLLY BROTHERS LTD

FABRICANTS DE FILS ISOLÉS ET DE CABLES

Matières isolantes. Matériel de jonction.



SPÉCIALITÉS

FILS & CABLES ISOLÉS AU CAOUTCHOUC VULCANISÉ, AU PAPIER IMPRÉGNÉ RECOUVERTS DE PLOMB & ARMÉS

RUBAN ADHÉSIF
Marque déposée : " BLACKLEY TAPE "

SOLUTION DE CAOUTCHOUC NON INFLAMMABLE
Marque déposée : " PEAR DROP BRAND ".

FILS AÉRIENS RECOUVERTS DE TRESSE IMPRÉGNÉE POUR ATMOSPHÈRES CORROSIVES
Marque déposée : " CLIMIC ".

SPÉCIALITÉS

LES FILS ÉMAILLÉS "CONNOLLY" SONT RECONNUS LES MEILLEURS SUR LE MARCHÉ
Tous diamètres depuis 4/100mm.

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS
pour
LIGNES TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIQUES OU SONNERIES ÉLECTRIQUES

CONDUCTEURS SIMPLES OU MULTIPLES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR LIGNES AÉRIENNES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR STATIONS DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Adresser toutes demandes de renseignements au Bureau central et aux Ateliers

VALE MILLS

BLACKLEY-MANCHESTER (Angleterre).

Digitized by Google

effet accélérateur. Ce dernier semble donc lié à la présence d'un groupe nitrosé soudé directement au noyau. M. Peachey a constaté que les produits de condensation des aldéhydes et des amines sont aussi des accélérateurs mais moins actifs. La phénylhydrazine, quoique possédant des propriétés basiques, est un inhibiteur de la vulcanisation. Le glucose et le bleu de méthylène se comportent également comme des anticatalystes.

669.681.03. — La structure de la couche d'étain sur le cuivre étamé et sa relation avec un cas curieux de corrosion de ce métal; Paul D. Merica. *J. Franklin Inst.*, mars 1917, t. CLXXXIII, p. 350, 400 mots D'après *Technologie Papers of Bur. of Stand*, n° 90.

665.51. — L'industrie du pétrole en Roumanie; J. Vichniak. *Génie civil*, 13 janvier 1917, t. LXX, p. 30-33, 1 carte, 3 tab. — Après quelques mots sur la situation des gisements et les procédés d'exploitation, l'auteur examine l'importance de la production roumaine et de son exportation et enfin l'organisation financière de cette industrie. — En 1913, la Roumanie venait au quatrième rang des pays producteurs, avec une proportion de 3,83 pour 100; les trois premiers pays étaient alors : les Etats-Unis avec 62,78 pour 100, la Russie avec 19,67 pour 100, le Mexique avec 4,46 pour 100. En 1915, elle ne venait plus qu'au cinquième rang, avec une proportion de 2,82 pour 100, les Indes néerlandaises ayant passé du cinquième rang en 1913, au quatrième en 1915; la production roumaine en 1915 était de 1 340 000 t; celle des Etat-Unis pendant la même année, de 31 200 000 t; la production mondiale, toujours en 1915, atteignait 47 420 000 t. — La presque totalité ou l'exportation se faisait, avant la guerre, par les Dardanelles et par le Danube et était de plus de 800 000 t, dont 300 000 t de pétrole lampant, 165 000 t de benzine et 167 000 t de résidus; depuis la guerre l'exportation a notablement diminué. — J. R.

DIVERS

38(017). — Nécessité de la standardisation dans la lutte commerciale d'après-guerre. *Electrical World*, 16 juin 1917, t. LXIX, n° 24, p. 1 183, 450 mots. — La production en série est le seul moyen d'abaisser le prix de revient. Pour cela deux conditions sont nécessaires : 1° débouchés assurés; 2° standardisation. Dans cet article on étudie sommairement les moyens d'atteindre ces deux résultats.

683.1 : 351.821. — L'application du système décimal métrique dans le commerce de la quincaillerie. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 25-26, 1 600 mots. — Cette note reproduit le rapport relatif à cette application qui a été présenté à la Chambre syndicale du commerce et de la fabrication de la Quincaillerie.

62.00.72. — L'ingénieur commercial; George P. Baldwin. *G. E. R.*, mai 1917, t. XX, p. 374-376, 1 800 mots. — Dans cet article, l'auteur analyse les conditions de succès d'un ingénieur voué à des occupations d'ordre commercial. Il montre qu'un véritable ingénieur peut trouver des champs très divers où exercer son activité et que la partie commerciale d'une affaire industrielle est digne de toute son attention. Il examine ensuite les conditions du succès qui sont, en résumé, d'abord les qualités scientifiques et techniques du matériel à vendre et par suite l'instruction professionnelle solide de l'ingénieur et, d'autre part, l'art de présenter le matériel d'une façon attrayante pour le client, tant par correspondance que dans la conversation. — J. G.

331.86. — La question de l'apprentissage. *R. G. E.*, 5 mai 1917, t. I, p. 714-716, 1 300 mots. Reproduction d'un rapport fait par M. Méré à la Chambre de Commerce d'Orléans, sur le projet de loi sur le contrat d'apprentissage qu'ont présenté au Sénat, le 10 juillet 1914, MM. H. Michel et A. Mascuraud. Dans sa conclusion, adoptée par la Chambre de Commerce, le rapporteur approuve l'ensemble du projet sous quelques réserves, notamment celle qu'on tienne davantage compte de la compétence des organisations professionnelles : syndicats, chambres de métiers, chambres de commerce.

331.86. — Le préapprentissage; Maurice Bellom. *Génie civil*, 28 juillet et 4 août 1917, t. LXXI, p. 57-59 et 73-75, 4 800 mots. — Causes de la décadence de l'apprentissage. D'après l'auteur ces causes sont les suivantes. — I. Au point de vue législatif, la loi du 2 mars 1791 a détruit la réglementation de l'apprentissage en supprimant les jurandes et les maîtrises, la loi du 22 février 1851 a été insuffisante pour le réorganiser et la loi du 30 mars 1900, en imposant une réduction de la durée du travail des adultes dans les ateliers possédant des apprentis, a porté un coup de grâce à l'apprentissage. — II. Au point de vue économique, le remplacement du travail manuel par le travail mécanique, la division du travail, l'âpreté de la concurrence qui pousse le patron à éviter toute dépense qu'il juge inutile, la crainte de la détérioration des machines par les apprentis sont autant de facteurs qui ont été des causes de la décadence de l'apprentissage. — III. Au point de vue moral, les parents ne désirent qu'une chose : voir leurs enfants gagner le plus tôt possible, les ouvriers voient dans les apprentis de futurs concurrents et les patrons ne voient en eux que des charges. — Conséquences de la décadence de l'apprentissage. Il résulte de l'état de choses actuel que beaucoup d'enfants qui auraient pu devenir de bons ouvriers restent toute leur vie des manœuvres et cela à leur préjudice, à celui de leurs parents, de la classe ouvrière, de l'industrie tout entière. — Remèdes a la décadence de l'apprentissage. Des considérations qui précèdent l'auteur voit la nécessité de diviser l'apprentissage en deux phases. La première, le *préapprentissage*, devra initier l'enfant, à sa sortie de l'école, à l'existence ouvrière et lui permettre de choisir sa carrière en le préparant à l'aide d'une formation professionnelle générale, dans cette première phase l'enfant n'est qu'un élève. La deuxième phase, ou *apprentissage* proprement dit, mettra l'enfant ayant terminé son préapprentissage en mesure de trouver dans l'atelier patronal le complément de son instruction professionnelle. — Caractères du préapprentissage. *a*) Le premier caractère du préapprentissage est l'*absence de spécialisation*; il doit avoir pour but de permettre à l'enfant : 1° d'une part, d'échapper à l'oisiveté et au vagabondage durant la période qui sépare l'âge, compris entre 11 et 13 ans, de sa sortie de l'école primaire et l'âge, variable de 14 à 15 ans, de son entrée à l'atelier; 2° d'autre part, d'acquérir durant cette période, sans concours préalable, les notions élémentaires générales de travail manuel, qui le mettent en état de choisir une profession en connaissance de cause. — *b*) Le deuxième caractère du préapprentissage est *l'orientation de l'esprit de l'enfant vers le travail manuel*. L'enseignement intellectuel doit se réduire aux notions de dessin linéaire, de calcul et de géométrie indispensables pour permettre le tracé des objets à fabriquer. D'après l'auteur la durée de cet enseignement ne doit pas dépasser deux heures par journée de travail de huit heures. — *c*) Le troisième caractère du préapprentissage doit être la *formation morale de l'enfant*, en l'arrachant aux périls de la rue et en lui donnant l'habitude du travail et de la discipline. — *d*) *L'attribution exclusive du préapprentissage aux fils d'ouvriers* constitue le quatrième et dernier caractère du préapprentissage. — Réalisation pratique du préapprentissage. Après avoir exposé les caractères que doit présenter le préapprentissage, l'auteur se pose les questions suivantes qu'il étudie successivement : 1° *le préapprentissage est-il désirable?* L'auteur répond à cette question en donnant l'avis de plusieurs grands syndicats ouvriers ou patronaux qui tous sont d'avis qu'il est nécessaire de créer des écoles et ateliers gratuits de préapprentissage donnant aux enfants une instruction professionnelle élémentaire et générale; 2° *Le préapprentissage est-il réalisable?* A cette question l'auteur répond également oui et il montre les résultats déjà obtenus. En France, à Paris, un industriel, M. Charles Kula,

Digitized by Google

EMPLACEMENT RÉSERVÉ

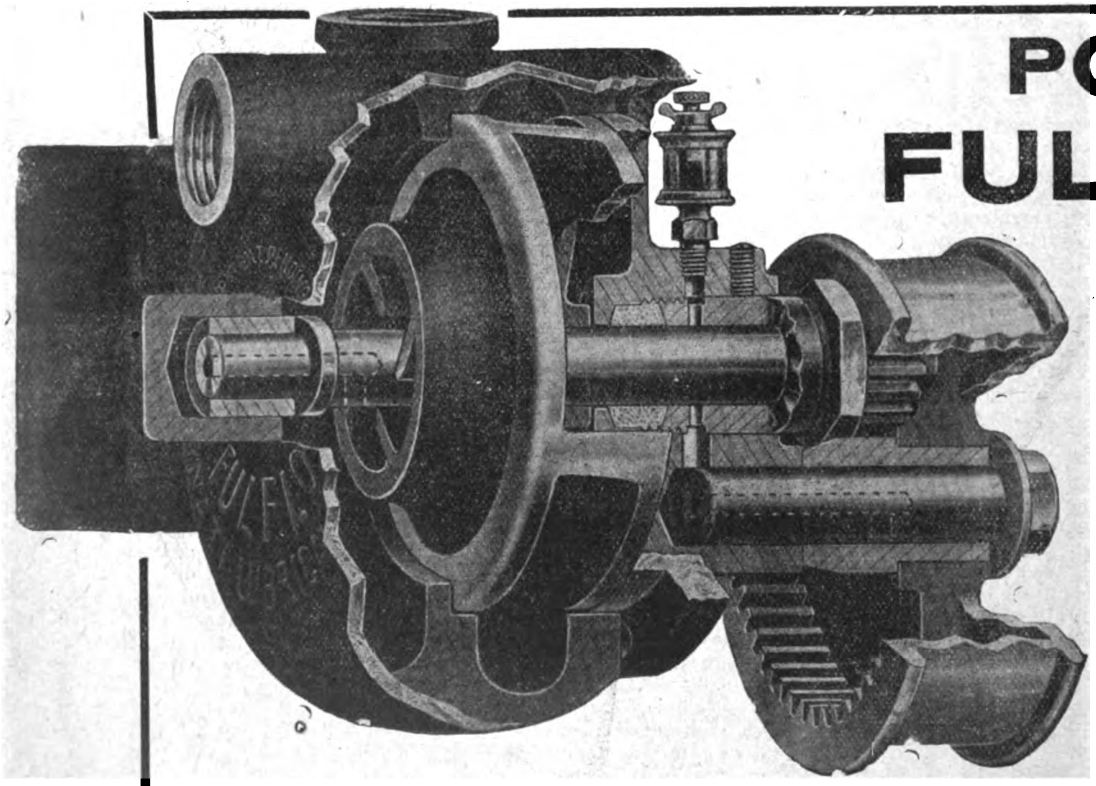
AUX

ATÉLIERS H. ERNAULT

MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIVe)

POMPE FULFLO



FULFLO, malgré sa petitesse, débite cinq fois plus que n'importe quelle autre pompe de même dimension. Elle ne peut ni s'encrasser ni se boucher. Cette pompe ne comporte aucun organe délicat ni soupape.

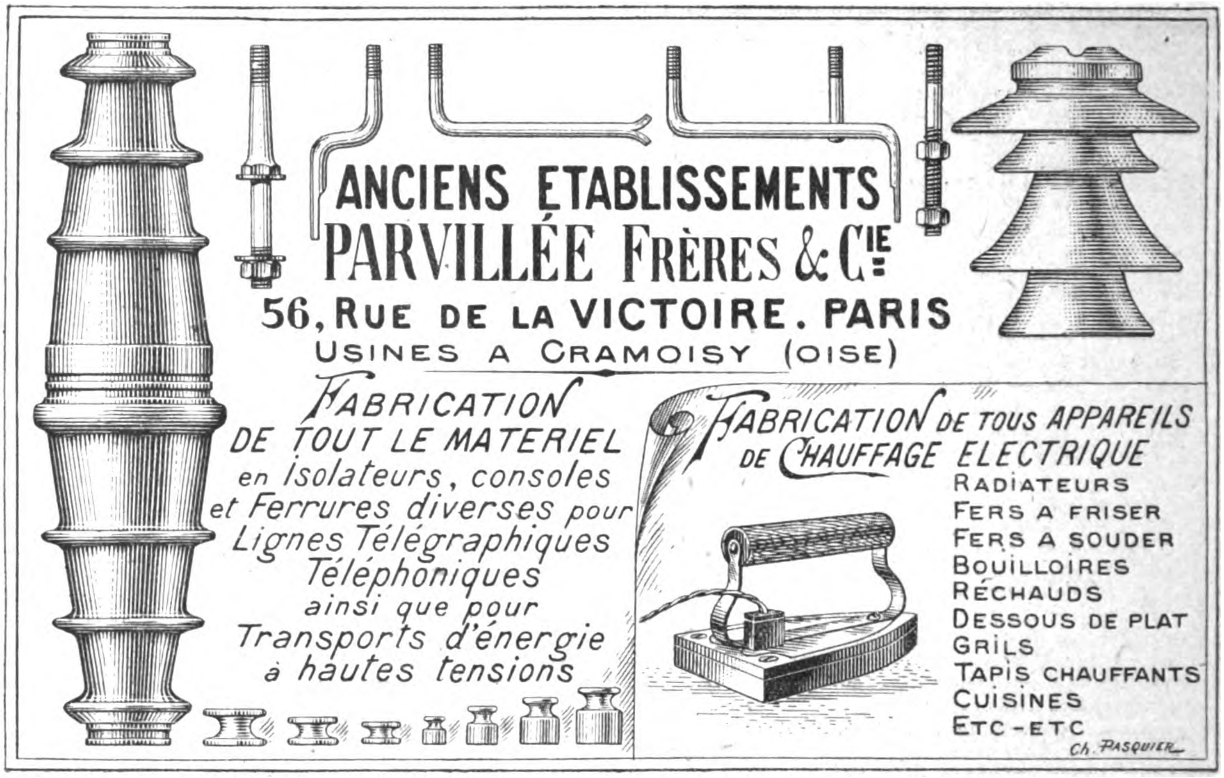
PARIS, 47, boulev. Magenta. LYON, 39, cours de la Liberté. | **Soc. Ano. ALFRED HERBERT** | Tél. : NORD 37-64, 67.39, 70-14 Télég. : HEXAGON-PARIS

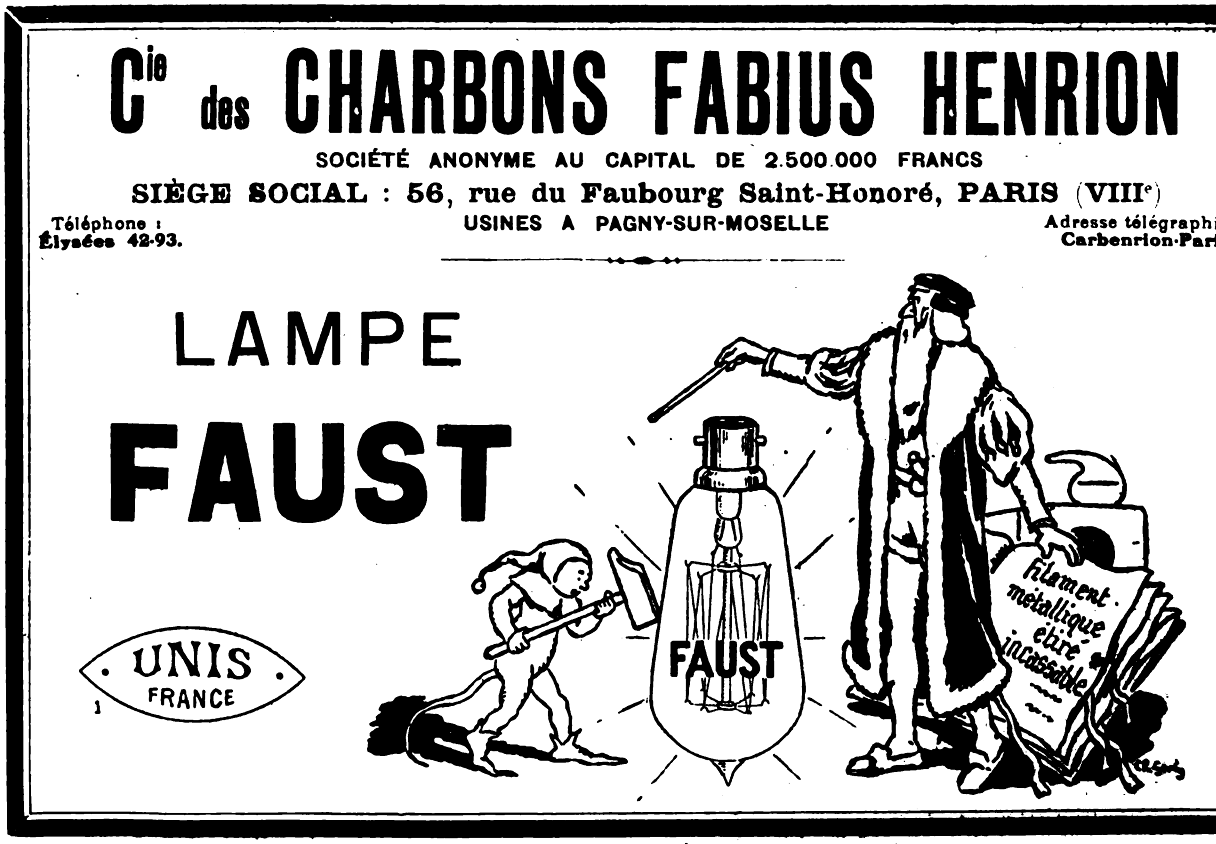
Digitized by Google

entrepreneur de plomberie, a fondé une école de préapprentissage qui a donné les meilleurs résultats. En Suisse et en Belgique, le préapprentissage a été également fort judicieusement organisé. — Cependant, d'après l'auteur, pour que le préapprentissage soit réalisable il doit remplir les conditions suivantes : *a*) il ne doit s'adresser qu'à la masse des enfants qu'aucune circonstance spéciale, telle que le désir de suivre la carrière paternelle ou l'aiguillon d'une irrésistible vocation, ne dirige vers une profession manuelle déterminée et il doit les préparer à l'apprentissage d'un métier et non à l'exercice de ce métier. — *b*) Il doit constituer une transition entre l'école primaire et l'atelier d'apprentissage proprement dit et ne doit empiéter ni sur l'un ni sur l'autre. — *c*) Il ne doit s'adresser qu'aux enfants des villes qui se destinent aux métiers manuels exercés dans les centres urbains par les ateliers de la petite et de la moyenne industrie. — 3° *Quels sont les moyens de réaliser l'apprentissage?* La réalisation du préapprentissage comporte à la fois des éléments d'ordre technique et d'ordre financier. — I. *Au point de vue technique.* Le préapprentissage doit être conçu en tenant compte de cette observation que certains travaux fort simples sont communs à un grand nombre de professions et, par suite, la connaissance de ces travaux permet à l'enfant d'aborder avec succès, comme apprenti, une série d'industries. L'auteur classe ces diverses professions en catégories et à chaque catégorie il fait correspondre une école de préapprentissage, ces écoles ayant cependant certaines parties de l'enseignement communes : le dessin et le travail du fer. Les trois catégories de professions seraient celles qui se rapportent au travail des métaux, celles relatives au travail du bois et enfin celles qui ont pour objet le travail des tissus, les autres professions, même celles du bâtiment, pouvant se rattacher à l'une de ces trois catégories. — L'auteur montre ensuite, qu'étant donné que le préapprentissage doit éviter la spécialisation, on ne pourra pas compter, pour la réalisation du préapprentissage, sur l'aide d'une Chambre syndicale déterminée, car alors l'atelier de préapprentissage deviendrait un atelier de « dégrossissement ». — Il fait voir ensuite que, le but du préapprentissage étant l'orientation de l'esprit de l'enfant vers le travail manuel, la théorie doit suivre la pratique et non la précéder, dans l'enseignement des ateliers de préapprentissage; de plus, on doit placer l'enfant dans le milieu où il vivra plus tard, c'est-à-dire dans le milieu ouvrier, ses éducateurs devront être des ouvriers et non des instituteurs. — L'auteur est d'avis que le préapprentissage ne peut être organisé par l'État, car il doit être conçu d'après les besoins des industries locales, et sera par suite bien mieux réalisé par les patrons et les ouvriers de ces industries. M. Bellom pense aussi que le préapprentissage ne doit pas être obligatoire par respect de la liberté des parents, mais qu'on doit agir sur eux par persuasion en leur en montrant tous les avantages. Enfin, pour que le préapprentissage remplisse sa mission, il faut qu'il facilite à l'enfant l'entrée des ateliers et qu'il soit, par suite, complété par un organe de placement. — II. *Au point de vue financier.* Les ateliers de préapprentissage étant destinés aux enfants d'ouvriers doivent être absolument gratuits. Il faut donc prévoir l'intervention de concours financiers; l'auteur montre que les charges du préapprentissage doivent incomber à l'État et aux Chambres de Commerce; cependant l'auteur étudie le cas où l'atelier de préapprentissage serait issu de l'initiative privée et examine alors quelles parts, la société de préapprentissage, l'État et la Chambre de Commerce devraient prendre dans les dépenses. — Mesures réciproques de garantie et de contrôle. Pour donner aux œuvres de préapprentissage les garanties de fonctionnement et de développement, il est nécessaire de leur donner une charte sous la forme d'une loi organique. L'auteur a établi la proposition de loi qui suit et qui semble devoir remplir entièrement les conditions désirées. — *Proposition de loi.* — *Article premier.* Les sociétés de préapprentissage sont des sociétés constituées conformément à la loi du 1er juillet 1901 dans le but de garder et d'administrer des ateliers dits de préapprentissage où les enfants des deux sexes reçoivent, au sortir de l'école primaire, une éducation professionnelle non spécialisée qui leur permette d'entrer comme apprentis avec les qualités maîtresses de l'artisan dans un atelier affecté à une catégorie de professions déterminées. — *Art. 2.* Les ateliers de préapprentissage doivent remplir les conditions suivantes : 1° l'enseignement y est gratuit ; 2° les enfants de salariés y sont seuls admis; 3° ils sont admis sans concours ; 4° la possession du certificat d'études primaires n'est pas exigée; 5° la seule justification exigée est celle de l'accomplissement de l'obligation scolaire de l'enseignement primaire; 6° la durée du préapprentissage ne doit pas excéder deux années pour les garçons et une année pour les filles. — *Art. 3.* Les sociétés de préapprentissage doivent définir dans leurs statuts : 1° leur but; 2° leur siège; 3° les conditions d'admission de leurs membres; 4° la constitution et les pouvoirs de leur Conseil d'administration et de leur assemblée générale; 5° les mesures prises en vue de faciliter le placement de leurs élèves comme apprentis; 6° le mode de constitution de leurs ressources; 7° les conditions de leur dissolution. — *Art. 4.* Elles doivent contribuer pour un quart au moins aux charges des ateliers de préapprentissage qu'elles ont fondés. — *Art. 5.* Une Commission contrôle la gestion de chaque société au point de vue financier et le fonctionnement de chaque atelier au point de vue de l'éducation professionnelle. Elle comprend : trois membres de la Chambre de Commerce dont la circonscription territoriale comprend l'atelier de préapprentissage, ils sont désignés par cette Chambre : un patron et un ouvrier de la catégorie des professions représentées dans l'atelier de préapprentissage, ils sont désignés par le Conseil des prud'hommes, l'un par les prud'hommes patrons, l'autre par les prud'hommes ouvriers. Le plus ancien des membres de la Chambre de Commerce dans l'ordre de son entrée à cette Chambre est président de droit. — *Art. 6.* Les sociétés de préapprentissage qui satisfont à la présente loi ont droit aux subventions de l'État et de la Chambre de Commerce dont la circonscription territoriale comprend les ateliers de préapprentissage qu'elles ont fondés. La subvention de l'État est égale à la moitié des charges des ateliers de préapprentissage. La subvention de la Chambre de Commerce est égale au quart desdites charges. — *Art. 7.* La subvention de l'État est allouée directement à la Chambre de Commerce qui doit, en outre, inscrire à son budget à titre de dépense obligatoire sa propre subvention et assurer la remise globale de ces deux subventions à la société de préapprentissage bénéficiaire. La Chambre de Commerce pourvoit à ces dépenses conformément à l'article 21 de la loi du 9 avril 1898; elle établit pour ce service un budget spécial conformément au premier alinéa de l'article 26 de la loi précitée. — *Art. 8.* Les sociétés de préapprentissage sont autorisées à recevoir des dons et des legs.

PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. *Le Gérant :* J.-B. Nouet.

Digitized by Google


ANCIENS ETABLISSEMENTS
PARVILLÉE FRÈRES & Cie
56, RUE DE LA VICTOIRE. PARIS
USINES A CRAMOISY (OISE)
FABRICATION DE TOUT LE MATERIEL en Isolateurs, consoles et Ferrures diverses pour Lignes Télégraphiques Téléphoniques ainsi que pour Transports d'énergie à hautes tensions
FABRICATION DE TOUS APPAREILS DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE
RADIATEURS
FERS A FRISER
FERS A SOUDER
BOUILLOIRES
RÉCHAUDS
DESSOUS DE PLAT
GRILS
TAPIS CHAUFFANTS
CUISINES
ETC-ETC
Ch. PASQUIER


Cie des CHARBONS FABIUS HENRION
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.500.000 FRANCS
SIÈGE SOCIAL : 56, rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS (VIIIe)
Téléphone : Élysées 42-93.
USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE
Adresse télégraphique Carbenrion-Paris.
LAMPE
FAUST
UNIS FRANCE
FAUST
Filament métallique étiré incassable

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

517 + 537. — Sur le calcul symbolique et ses applications à l'intégration des équations différentielles de l'électrotechnique ; H. Vogt, directeur de l'Institut électrotechnique et de mécanique appliquée de Nancy. *R. G. E.*, 29 septembre et 3 octobre 1917, t. II, p. 483-492, et 563-571, 8 000 mots. — L'auteur discute les principes sur lesquels repose l'emploi des symboles d'opérations et indique dans quels cas les règles ordinaires du calcul algébrique leur sont applicables. Il montre l'avantage qui résulte de cet emploi pour l'intégration des équations différentielles linéaires et développe les applications du calcul symbolique à certains problèmes de l'Électrotechnique. — Dans la première partie, il examine successivement, les formules différentielles, le calcul des différences, les symboles généraux d'opérations, les opérations distributives, les fonctions rationnelles de symboles distributifs et commutatifs, les symboles de dérivation et d'intégration. — Dans la seconde partie, il étudie l'intégration des équations différentielles linéaires à coefficients constants, puis montre l'analogie qui existe entre le calcul symbolique et le calcul par imaginaires dans le cas de fonctions trigonométriques. Il fait ensuite l'application des principes précédemment exposés aux équations de l'électrotechnique et, en particulier, à celles de l'action entre deux circuits.

537.1. — Théorie de l'ionisation par des collisions partiellement élastiques ; K.-T. Compton. *Physical Review*, juillet 1917, 2e série, t. x, p. 80, 450 mots. — Dans un récent travail, l'auteur a montré que, dans un gaz où les électrons ne perdent aucune énergie par le choc avec les molécules, sauf lorsque ces molécules entraînent une ionisation, il existe une relation

$$\frac{\alpha}{p} = \psi\left(\frac{X}{p}\right)$$

entre le nombre moyen α des ionisations par électron pour un parcours unité, la pression p et l'intensité X du champ électrique. L'équation exprimant cette relation se déduit d'une hypothèse simple relative à la probabilité d'ionisation lors d'une collision. — Townsend a montré que, s'il existe une relation entre $\frac{\alpha}{p}$ et $\frac{X}{p}$, il devrait exister une valeur définie de la constante de Stoletow $\frac{X}{p_m}$ relative au gaz, où p_m désigne la pression du gaz pour laquelle le courant dans le gaz est maximum. M. Benade a montré qu'une telle constante n'existe pas pour l'hélium et aussi que les chocs dans l'hélium entraînent une légère perte d'énergie. Les résultats indiquent en outre que cette perte d'énergie s'explique entièrement par la vitesse imprimée aux molécules par les électrons et, par suite, que les collisions sont en réalité de nature parfaitement élastique. — Les équations développées par l'auteur envisagent ce cas et également tout cas dans lequel les collisions ne sont pas complètement élastiques. En désignant : par ν le nombre total de chocs effectués par un électron pour un parcours de l'unité de distance dans la direction de X ; par c l'énergie moyenne, en volts, perdue dans un choc, l'expression $X' = X - c\nu$ représente le gain net d'énergie pour un parcours unité. Ainsi ce cas peut être traité comme un cas de choc sans perte d'énergie à condition de poser

$$\frac{\alpha}{p} = \psi\left(\frac{X'}{p}\right) = \psi\left(\frac{X - c\nu}{p}\right).$$

Si $\nu_1 = p\,N$ représente le nombre de chocs par unité de parcours dans toute direction, on a $\frac{\nu_1^2}{\nu^2} = (P + \delta)$, où δ est le rapport de c au potentiel d'ionisation minimum V_0. On peut donc poser

$$\frac{\alpha}{p} = \psi\left(\frac{X}{p} - \frac{2cN^2}{\frac{\alpha}{p} + \sqrt{\frac{\alpha^2}{p^2} + 4N\delta}}\right).$$

Cette relation est bien vérifiée par les résultats expérimentaux de Gill et Pidduck et on trouve que $c = 0{,}00268$ v, $V_0 = 20{,}99$ v, $N = 8{,}7$ chocs par centimètre de parcours pour une pression de 1 mm. — A. B.

537.1. — Pertes d'énergie des cathodes de Wehnelt par émission électronique ; W. Wilson. *Physical Review*, juillet 1917, 2e série, t. x, p. 79-80, 450 mots, 1 tab. — O.-W. Richardson a établi, en 1903, que le courant thermoionique émis par une cathode incandescente vérifie la relation

$$i = a\theta^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{b}{\theta}}.$$

où θ désigne la température absolue et où a et b sont des constantes. La constante b est proportionnelle au travail effectué par un électron en quittant la surface du corps en question. Ce travail peut être déterminé directement en évaluant la différence de puissance nécessaire pour maintenir un corps à une température déterminée quand il émet des électrons et quand il n'en émet pas. Richardson et Cooke, et, plus tard, Lester, ont déterminé pour le tungstène des valeurs qui sont en très bon accord avec les valeurs de b obtenues par Langmuir et K.-K. Smith. D'un autre côté, Wehnelt et Jentsch, Schneider, Wehnelt et Liebrich, Richardson et Cooke ont constaté que, pour les cathodes recouvertes de chaux, chacun des effets est si faible par rapport aux autres variations d'énergie qu'il est complètement masqué ou qu'il n'y a aucune relation entre eux. — Comme ces expériences suggèrent que le mécanisme de l'émission thermo-ionique relative à des cathodes de Wehnelt est différent de celui qui intervient pour les métaux

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E.*, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

EMPLACEMENT RÉSERVE

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

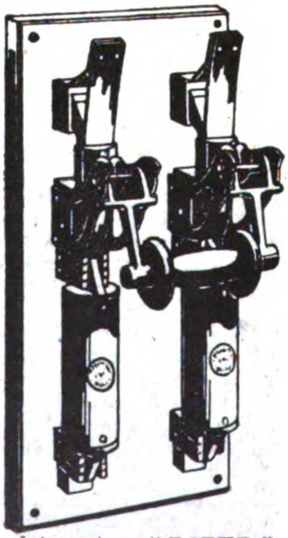
MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIV^e)

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS

VEDOVELLI & PRIESTLEY

Capital Social 2.500.000 francs.



Interrupteur " **ROBUR** "
à coupe-circuit.

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE
HAUTE ET BASSE TENSION

INTERRUPTEUR & DISJONCTEUR

" **ROBUR** "

DISJONCTEUR

" **CARTER** "

SIÈGE SOCIAL
14, Rue Taibout, Paris (9^e)
Tél. : BERGÈRE 37-64

TÉLÉGR. : **VEDOPRI**, Paris

Le Maillon
VPE

MATÉRIEL DE TRACTION

TRANSPORT DE FORCE

FONDERIE
BRONZE, LAITON, ALLIAGE

USINES
IVRY-S/-SEINE, 130, av. Jean-Jaurès
Télép. : GOBELINS 11-13 et 11-42

PARIS, 160 et 161, Rue St-Charles (15^e).
Télép. : SAXE 08-96 et 61-70

Digitized by Google

purs, des expériences ont été entreprises par l'auteur afin de déterminer si l'on peut obtenir des résultats concordants au moyen de cathodes plus stables. — Si l'on désigne par W le travail effectué par un électron en quittant la surface d'un corps incandescent, on a $W = bR$, R désignant la constante des gaz pour une molécule. — Si on suppose que le travail effectué par l'électron est égal à celui qui correspond à un déplacement à travers une couche double créant un champ Φ, on a $W = \Phi e$ et $\Phi = b\frac{R}{e}$. — Pour la détermination directe de Φ on a utilisé la méthode de Richardson et Cooke. La constante b est évaluée à la manière habituelle, le courant thermo-ionique étant mesuré pour différentes températures de la cathode (les températures étant évaluées au moyen d'un pyromètre optique). — Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

Fil. Numéros.	b	$\frac{bR}{e}$ en volts	Φ en volts
1	37 200	2,34	2,39
2	30 100	2,59	2,54
3	23 500	2,02	1,97
4	25 200	2,16	2,28
5	38 200	3,28	3,22

Les filaments 1 et 2 sont recouverts par le mélange (BaO, 50 pour 100 ; SrO, 25 pour 100 ; CaO, 25 pour 100) ; les filaments 3 et 4 par le mélange (BaO, 50 pour 100 et SrO, 50 pour 100) et le filament 5 par CaO pur. — On voit que pour des cathodes de Wehnelt, les valeurs de Φ et de $\frac{bR}{e}$ se correspondent bien. D'où une forte présomption en faveur de l'hypothèse que l'émission d'électrons par les cathodes de Wehnelt est due à un mécanisme analogue à celui qui détermine l'émission à partir des métaux purs incandescents. C'est aussi une nouvelle preuve de l'exactitude des théories de Richardson relatives à l'émission d'électrons par les corps incandescents. — A. Be.

535.24. — Sur la photométrie photo-électrique; Jakob Kunz. *Physical Review*, février 1917, 2e série, t. IX, p. 175-167, 200 mots. — Malgré le grand nombre de recherches qu'a suscitées l'étude de la photo-électricité, peu de problèmes ont été résolus définitivement. Parmi ceux qui restent en suspens on peut citer celui relatif à la relation entre l'intensité lumineuse et le courant photo-électrique. Elster et Geitel et Richtmeyer ont indiqué l'existence d'une relation linéaire entre ces deux quantités ; Lenard conclut aussi de ses mesures que le courant photo-électrique est proportionnel à l'intensité lumineuse. En réalité en portant ses résultats sur un graphique on observe une déviation considérable à partir d'une droite. D'un autre côté, Griffith et surtout Ives ont indiqué une grande variété de courbes. Les résultats obtenus par l'auteur pour diverses sortes d'éléments photo-électriques sont en faveur de la proportionnalité et ils peuvent le plus souvent être représentés par des lignes droites. Mais, dans quelques cas particuliers, on a observé des déviations notables. L'intensité lumineuse a varié dans le rapport de 1 à 1 300; trois méthodes différentes ont été utilisées pour l'étude de la variation de l'intensité lumineuse et quatre méthodes différentes pour l'évaluation du courant. A. B.

535 37. — Luminescence cathodique produite par certains sels de zinc tribo-luminescents; C.-W. Waggoner. *Physical Review*, février 1917, 2e série, t. IX, p. 175. — Suite d'un travail antérieur (*Phys. Rev.* 2e série, t. VII, p. 402, 1916) dans lequel l'auteur a établi que ces composés donnent le même genre de spectres quand ils sont excités par tribo-luminescence ou par l'action des rayons X. Il étend cette propriété à l'excitation par les rayons cathodiques.

537.531. — Sur les spectres des rayons X des éléments isotropes ; Manne Siegbahn et W. Stenström. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1er octobre 1917, t. CLXV, p. 428-429, 500 mots. — On sait que les spectres des rayons γ de RaB et de RaC présentent un accord essentiel avec les spectres des rayons X de leurs isotropes. La vérification de cet accord est moins aisée qu'une étude analogue des rayons X d'isotropes différents. Les auteurs ont comparé les spectres des rayons X du plomb ordinaire à ceux de RaG, corps qui s'obtient à l'état de pureté en partant d'uranite pure et cristallisée et qui a un poids atomique bien défini. Ils ont fait porter leur étude sur toute la série L et sur les lignes les plus fortes (α, β) de la série M. Dans les deux cas les spectres furent reproduits sur la même plaque dans des conditions absolument identiques. Le résultat de leurs expériences est que les longueurs d'onde des spectres des rayons X des isotropes plomb — RaG s'accordent ensemble avec une exactitude d'environ 0,000 1 10^{-8} cm. — H. C.

537.324.1. — L'effet thermo-électrique par étranglement; Carl Benediks. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 17 septembre 1917, t. CLXV, p. 391-394, 800 mots, 3 fig. — L'auteur avait montré dans une note antérieure (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1916, t. CLXIII, p. 751) que : *Dans un circuit métallique homogène, une distribution asymétrique des températures donne naissance à une force électromotrice*, ce qui est contraire à la loi de Magnus. Dans ses premières recherches, l'auteur décelait le phénomène en profitant de ce qu'on peut obtenir avec des forces électromotrices très faibles des courants d'une valeur assez grande en employant des résistances très faibles. Il est parvenu depuis à utiliser des galvanomètres ordinaires de grande sensibilité dont les caractéristiques sont les suivantes : résistance intérieure 12,7 ohms ; déviation de 1 mm sur une échelle placée à 254 cm pour une force électromotrice aux bornes de $5,3 . 10^{-8}$ v. L'auteur décrit le mode expérimental qu'il a employé et indique un moyen permettant d'utiliser des galvanomètres à haute résistance et à faible sensibilité. Il termine en donnant les résultats de ses expériences et en traduisant ces résultats par des courbes. — H. C.

537.324.1. — Sur l'effet thermo-électrique par étranglement dans le cas du mercure ; Carl Benediks. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1er octobre 1917, t. CLXV, p. 426-428, 600 mots. — L'effet thermo-électrique peut être considéré comme le renversement de l'effet Thomson. Si on considère la force électromotrice développée comme positive quand le courant va du froid au chaud, le signe de cette force doit être le même que celui de l'effet Thomson. L'auteur en a fait la vérification sur une trentaine de métaux et d'alliages en substituant, à l'effet Thomson, le second coefficient B du pouvoir thermo-électrique du métal considéré opposé au plomb, qui est toujours de même signe que l'effet Thomson. L'auteur, pour parer aux objections possibles, a démontré expérimentalement l'existence du nouvel effet thermo-électrique dans le cas du mercure, il a également mesuré directement l'effet Thomson sur le même échantillon de mercure et a constaté que les deux effets sont bien de même signe comme le faisait prévoir la théorie. L'effet thermo-électrique par étranglement existe également dans les métaux liquides. Les tentatives qu'on a faites jusqu'ici pour manifester l'existence du nouvel effet au moyen du galvanomètre en employant le principe d'étranglement, c'est-à-dire en produisant un changement brusque de section dans un tube capillaire rempli de mercure, n'ont pas donné de résultats appréciables, car les parois du tube de verre, en modifiant la répartition des températures dans la colonne de mercure, compensent en partie l'effet du changement de section. — H. C.

621.316.4.00.12. — Théorème de la conservation de la puissance réactive ; G. Szarvady. *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. II, p. 366, 500 mots. — Dans le numéro du 30 juin de la *R. G. E.*, se trouvait publiée une démonstration indirecte du théorème, démonstration due à M. Langevin. Dans

Digitized by Google

SOCIÉTÉ

OERLIKON

9, rue Pillet-Will — PARIS (9e) — Téléph. : Central 20-54.

MOTEURS ÉLECTRIQUES — GÉNÉRATRICES — TRANSFORMATEURS

Perceuses. Riveuses hydroélectriques. Appareillage

APPAREILS DE LEVAGE — PONTS-ROULANTS

Électrolyseurs. Ventilateurs de Fonderie. Cribles à sable

MATÉRIEL DE TRACTION ÉLECTRIQUE

Locomotives. Tramways. Freinage. Aiguillage automatique

TURBINES A VAPEUR OERLIKON

Matériel des Ateliers de Construction Oerlikon (Suisse). — *Bureau à Marseille, 27, rue Pavillon*

FRÉDÉRIC AEBI

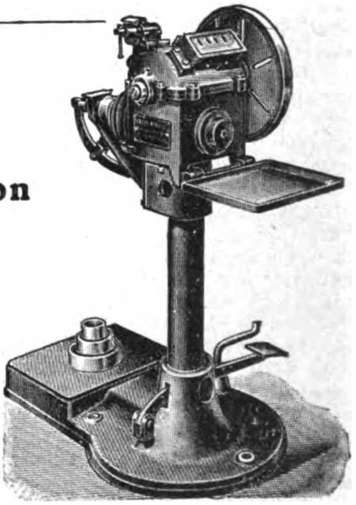
ZURICH-ALTSTETTEN (SUISSE)

Atelier de Construction.

MACHINES A BOBINER POUR TOUT BUT

Installations de séchage et d'imprégnation dans le vide pour le traitement au vernis ou au compound.

FILTRES ET APPAREILS POUR LA REGÉNÉRATION DES HUILES TRANSFORMATEURS, INTERRUPTEURS, ETC.



Maison exclusivement suisse. ◇ *Références à disposition*

Digitized by Google

la note qui nous occupe, M. Szarvady en donne une autre, très simple.

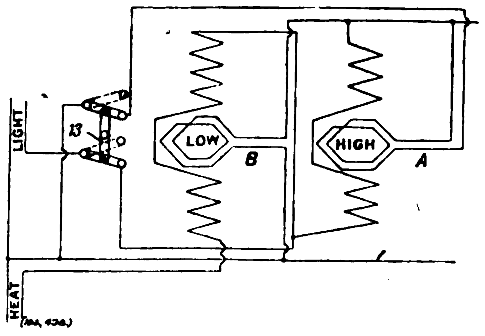
537.311 : 669.1. — Les résistances électriques des alliages de fer ; T.-S. Fuller. *General Electric Review*, juillet 1917, t. xx, p. 566-568, 700 mots, 6 tab. — Dans des cas nombreux, l'ingénieur s'occupant du calcul du matériel électrique exige des alliages de résistivités fort différentes ; très souvent, également, il éprouve des difficultés dans le choix d'un alliage particulier répondant au but qu'il se propose, parce que les valeurs données par les différents alliages ne sont pas d'une exactitude suffisante. L'auteur a eu pour but de donner un certain nombre de ces valeurs soigneusement vérifiées pour un lot de différents alliages, tels que fer-nickel de différentes compositions et dont les résistivités varient de 12 à 86 microhms, fer-chrome qui varie de 12 à 60 microhms, fer-cobalt variant de 12 à 20 microhms, fer-nickel-chrome variant de 12 à 113 microhms ; le fer-nickel-manganèse passe de 12 à 103 microhms ainsi que l'alliage fer-nickel-chrome-manganèse. — E. B.

621.373. — Les électrolyseurs et leur fonctionnement ; Ernest Reuss. *Electrical Review*, 27 juillet 1917, t. lxxxi, p. 75-76, 2 250 mots, 1 fig. — La température joue un rôle important dans le fonctionnement des électrolyseurs : les températures les plus favorables sont comprises entre 25 et 28° C. Si on dépasse ces valeurs on note aussitôt une diminution dans la production de chlore ; au delà de 35° il y a une perte réelle de chlore qui se dégage ou est converti en chlorate sans effet pour la stérilisation ou le blanchiment. Si la température est trop basse, par exemple 0° C ou même 5° C, l'électrolyse se produit difficilement ; par temps froid, on réalise une économie de courant et de temps en amenant la température du bain à 25° avant de commencer l'électrolyse. — L'auteur passe en revue les divers moyens d'augmenter la concentration en chlore. — L'eau n'étant pas pure et contenant en particulier des sulfates de Ca et de Mg, le côté positif des électrodes se recouvre d'un dépôt minéral sous forme d'écailles ; pour l'enlever il suffit d'inverser le sens du courant ; le dégagement d'hydrogène qui se produit entre l'électrode et le dépôt suffit souvent à le détacher.

MESURES ET ESSAIS

538.221.00.14. — Note sur l'essai des aimants pour magnétos. *R. G. E.*, 22 septembre 1917, t. ii, p. 454-456, 3 fig., 1 000 mots. Analyse d'un article de J.-D. Morgan, publié dans *Engineering*, 15 juin 1917, t. ciii, p. 559, 1 400 mots, 2 fig. — Ce genre d'essai est rendu délicat par l'incertitude où l'on est des grandeurs qu'il convient de mesurer pour s'assurer qu'un aimant possède les qualités requises en pratique et qu'on exprime en disant qu'il doit être « fort » et qu'il doit « conserver sa force » ; généralement on cherche à se faire une idée de ces qualités en mesurant la rémanence et la coercivité de la substance formant l'aimant ; la rémanence donne bien une idée de la « force » de l'aimant, mais il est moins certain que la coercivité soit la grandeur magnétique caractérisant le mieux la qualité de « conservation ». Quoi qu'il en soit, la mesure de ces deux grandeurs magnétiques, rémanence et coercivité, constitue une opération de laboratoire difficile à exécuter dans un atelier. Cet inconvénient est atténué par une méthode d'essai imaginée par l'auteur et qu'il décrit. — Cette méthode consiste à compenser peu à peu le champ excitant entre les pôles de l'aimant au moyen d'un autre produit par un électro-aimant et à évaluer, pour diverses valeurs du courant dans l'électro-aimant, la force d'arrachement d'une armature disposée à une distance des pôles égale à l'entrefer de la magnéto qui doit être construite avec l'aimant ; en portant en ordonnée la valeur du courant, en abscisse la racine carrée de la force d'arrachement (ou d'une grandeur proportionnelle), on obtient une courbe que l'expérience montre avoir très sensiblement la même forme que la courbe d'hystérésis ; cette courbe, qu'il est aisé d'obtenir rapidement au moyen d'un appareil décrit dans l'article, peut donc remplacer la courbe d'hystérésis pour évaluer la rémanence et la coercivité et comparer ainsi les aimants soumis à l'essai.

621.317.5. — Compteur électrique ; L. Birks et J.-R. Templin. *Brevet anglais n° 104 498*, 19 juillet 1916. Bibliographié dans *Engineering*, 17 août 1917, t. civ, p. 187, 1 fig. — L'objet de l'invention est de munir les compteurs des dispositifs leur permettant d'enregistrer tous les courants fournis à des tarifs différents. L'appareil se compose de deux compteurs A, B contrôlés par l'interrupteur à main 13, de telle manière que, si ce dernier occupe une certaine position, les



621.317.5. — Compteurs doubles munis d'un dispositif permettant l'enregistrement de courants de tarifs différents.

circuits de chauffage seront alimentés, le courant passant par le compteur B ; dans l'autre position de l'interrupteur 13, c'est au contraire le compteur A qui fonctionne. Les deux circuits peuvent cependant être en fonctionnement simultané, les compteurs indiquant dans ce cas la somme dépensée ; les compteurs ne sont pas nécessairement indépendants, ils peuvent constituer un seul ou même appareil. — E. B.

621.317.5.00.42. — Erreurs d'enregistrement des compteurs d'électricité sous des charges variables ; G.-W. Stubbings. *Electrical Review*, 6 juillet 1917, t. lxxxi, p. 4-5, 1 100 mots. — Le calcul des erreurs des compteurs fonctionnant sous des charges constantes est d'une grande simplicité, mais il ne donne aucune indication sur le degré de précision avec lequel peut fonctionner un compteur lorsque la charge varie dans de grandes limites. — L'étude de l'auteur est limitée aux compteurs d'intensité et les variations de tension n'entrent pas en ligne de compte. Elle porte successivement : sur les compteurs du type à commutateur dans lesquels l'erreur est due à un couple de frottement sensiblement constant et sur les compteurs faisant intervenir un frottement visqueux (dans un fluide) et un frottement solide. — A. B.

621.313.1.031.9. — Equilibreur utilisé pour les essais. *Electrical Review*, 31 août 1917, t. lxxxi, p. 195, 750 mots, 2 fig. — L'équilibreur dont le schéma est indiqué dans l'article permet de faire l'essai, sur une tension d'alimentation de 500 v, de tout moteur à courant continu de 50 à 500 v, dont la puissance est inférieure à une certaine limite.

APPLICATIONS THERMIQUES

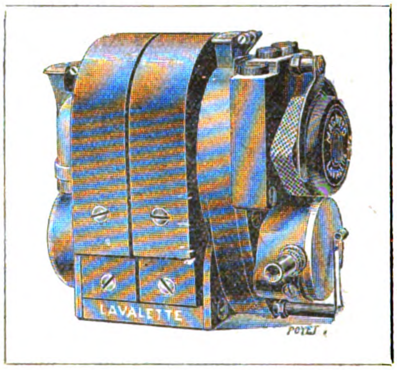
621.364. — Chauffeur d'air électrique pour le séchage des obus par l'air chaud. *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. i, p. 754, 400 mots, 1 fig. — Courte description d'un dispositif employé par la Société Constructions électriques de Nancy.

621.364.4. — Appareils thermo-électriques à l'usage de bains à air chaud ; A. Pugliese. *Elettrotecnica*, 5 septembre

Digitized by Google

Magnéto Lavalette

TÉLÉGRAMMES : ALLUMAUTO-PARIS



TÉLÉPHONE GOBELINS : 15-99

175, Avenue de Choisy, PARIS (XIIIe)

DYNAMOS & MOTEURS ÉLECTRIQUES

d'Occasion, garantis

LOCATION

de Machines ÉLECTRIQUES

de toutes puissances

VENTE — ACHAT

ÉCHANGE

ALEXANDRE MESSMER

RÉPARATIONS

REBOBINAGES

de Dynamos de tous Systèmes.

Location de Machines pendant les Réparations.

Ateliers
Magasins
Bureaux
93, Bd Diderot, PARIS (12e)
Anciennement 15, Bd Davout.

TÉL. : Roquette 47-47

MÉTRO { Nation. Reuilly.

Digitized by Google

1917. t. IV, p. 456-458, 1800 mots, 3 fig. — L'auteur considère d'abord l'utilisation du courant électrique pour l'échauffement de l'air dans les bains à air chaud employés depuis quelque temps en thérapeutique sous la dénomination de bains à la Byer; il donne une description générale de plusieurs appareils de son invention utilisés pour les blessés dans un hôpital militaire. Il donne le compte rendu des résultats obtenus et des renseignements qualitatifs et quantitatifs sur les conditions de fonctionnement des appareils ainsi que sur la consommation d'énergie qu'ils exigent.

621.364.5 : 621.7. — Cuisine électrique dans les usines. *Electrical Review*, 27 juillet 1917, t. LXXXI, p. 77-78, 1 500 mots, 4 fig. — Description des cuisines électriques installées dans l'une des plus grandes manufactures anglaises de coton, celles de Richard Haworth and Co, à Ordsall Lane, Salford.

621.364.5. — Comment intéresser les chefs de cuisine à la cuisine par l'électricité; Frank B. RAE. *Electrical World*, 31 mars 1917, t. LXIX, p. 601-603, 1 800 mots, 3 fig. — L'auteur déplore qu'en général les ingénieurs spécialistes ou les vendeurs de cuisines électriques ne savent pas « prendre » les chefs de cuisine des grands hôtels ; ils ne doivent pas les considérer comme des domestiques. Il y a là une question psychologique extrêmement importante : savoir persuader. L'auteur continue par des considérations sur l'équipement, les charges consommées, etc.

621.364.5. — Un nouvel appareil électrique pour le chauffage rapide des liquides. *R. G. E.*, 7 juillet 1917, t. II, p. 24, 500 mots. — Cet appareil, dénommé « thermo-fox », est constitué par deux électrodes que l'on immerge dans le liquide à chauffer; ces électrodes concentriques, dont l'une est percée de trous, sont disposées de telle sorte que, quand la vaporisation du liquide devient trop rapide, la surface immergée diminue; de cette façon, l'appareil est auto-régulateur.

621.364.5 (494). — La cuisine électrique en Suisse. *R. G. E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 802, 400 mots. — Cette note signale les efforts faits récemment en Suisse pour étendre les applications de l'électricité à la cuisine.

621.364 : 681.614. — Pot de fusion pour linotype à chauffage électrique. *Electrician*, 6 juillet 1917, t. LXXIX, p. 568, 1 380 mots.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654 (42-5). — Les télégraphes et les téléphones dans les colonies britanniques. *R. G. E.*, 26 mai, 1917, t. I, p. 820-826, 6 500 mots, 14 fig. Analyse d'un mémoire de R.-W. WEIGTMANN, publié dans *J. I. E. E.*, janvier 1917, t. LV, p. 91-136. — Ce mémoire passe successivement en revue les méthodes d'administration dans les petites et grandes colonies de la Couronne, puis les moyens de construction employés dans ces colonies, les systèmes de télégraphie et de téléphonie en usage et enfin les appareils adoptés pour la protection contre la foudre.

654.00.36. — Résultats d'exploitation de l'American Telephone and Telegraph Co en 1915. *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. I, p. 753-754, 1800 mots. — Ces résultats sont donnés d'après une note publiée dans le *Journal télégraphique*, Berne, 25 mars 1917, p. 43-45.

351.816+351.817+351.818(43+43.6). — Le service postal, télégraphique et téléphonique dans les administrations et les armées des pays ennemis. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1917, p. 269-299, 11 000 mots, 1 fig. — A côté de notes concernant le service des correspondances et des colis postaux, la situation du personnel, etc., on trouve, dans cette rubrique, des indications intéressantes sur la radiotélégraphie en Allemagne, la combinaison de circuits de diamètres inégaux en Bavière, le service téléphotographique entre Berlin et Constantinople, l'extension de la station radiotélégraphique de Nauen.

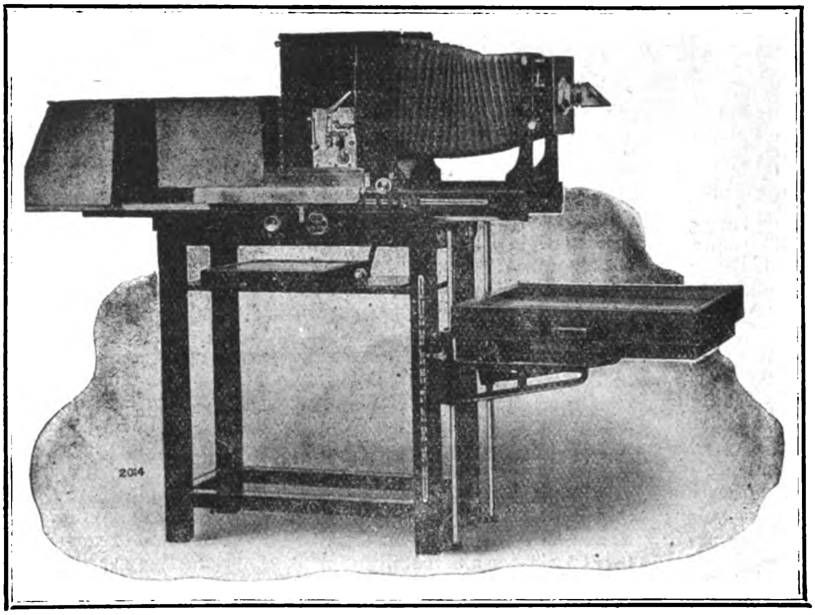
654.2 (042). — Rapport de la Commission anglaise de télégraphie rapide. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1917, 6e année, p. 240-243, 1 500 mots. — Une Commission, désignée il y a deux ans par l'Administration anglaise pour examiner la valeur pratique relative des différents systèmes de télégraphie rapide, vient de formuler provisoirement des conclusions qui peuvent se résumer ainsi : 1° les systèmes établis sur le principe multiple sont, dans une large mesure, supérieurs aux systèmes automatiques à grande vitesse; 2° l'extension du système Wheatstone devrait être suspendue et son remplacement par des appareils multiples effectué graduellement; 3° de tous les systèmes multiples actuellement en usage celui de la Western Electric a donné les meilleurs résultats; 4° sur les lignes à trafic intense, l'impression en page ou en colonne est préférable à celle sur bande; mais on ne saurait toutefois renoncer dans tout le service à l'impression sur bande; 5° comme code pour les appareils imprimeurs, l'alphabet à cinq unités est meilleur que le code Morse, si on laisse de côté le trafic des journaux et les communications par câbles sous-marins; 6° l'application de transmetteurs à clavier aux installations Baudot actuelles est avantageuse; 7° les appareils récepteurs Creed peuvent être employés avantageusement dans le service des journaux; 8° l'application des systèmes imprimeurs aux circuits moins importants devrait être étudiée attentivement; 9° l'application des systèmes multiples pour donner, sur un même fil, une communication simultanée entre trois bureaux différents, ou plus si possible, devrait être examinée en même temps qu'on étendrait l'usage des systèmes multiples; 10° le salaire et l'avenir des fonctionnaires choisis comme « dirigeurs » des appareils multiples devraient être améliorés.

654.2+654.25. — Application des méthodes radiotélégraphiques de réception à la télégraphie par câble; Louis-W. AUSTIN et Louis COHEN. *R. G. E.*, 25 août 1917, t. II, p. 295-296, 450 mots, 2 fig. Analyse d'un article de *Electrician*, 16 mars 1917, t. LXXVIII, p. 719-720, 1 800 mots, 2 fig. — Les auteurs montrent que les détecteurs genre « audion » et genre « ticker » employés en radiotélégraphie peuvent aussi, en raison de leur extrême sensibilité, être avantageusement utilisés dans la télégraphie par câble et sont particulièrement appropriés au cas où, comme dans le système Squier, on lance dans le câble des courants alternatifs de faible fréquence.

654.2. — Appareil télégraphique Wheatstone imprimeur système Bianco. *R. G. E.*, 22 septembre 1917, t. II, p. 449-453, 3 700 mots, 6 fig. Traduction adaptée d'un article de Alfredo BIANCO, publié dans *Elettricista*, 15 janvier, 1er février 1917, t. VI, nos 2 et 3, p. 9, 10 et 11 et 19, 20 et 21, 6 fig. — L'appareil Wheatstone a la qualité d'être extrêmement simple et d'assurer une parfaite utilisation des lignes; par contre, il a l'inconvénient de ne pas imprimer les messages comme l'appareil Baudot; dans son article l'auteur décrit les modifications qu'il a apportées à l'appareil Wheatstone pour le rendre imprimeur.

621.315,1 00.12. — Graphique de ligne aérienne. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1917, t. VI, p. 94, 300 mots, 1 fig. — Notre confrère donne un graphique qui peut rendre des services considérables lorsque le nombre des fils d'une section de ligne approche de la capacité totale des appuis ou lorsque la section de ligne est placée dans des conditions défavorables (terrains, vents dominants...) qui ont occasionné des dérangements.

Digitized by Google



SOCIÉTÉ ANONYME

ALFRED HERBERT

PARIS, 47, Bd de Magenta.
LYON, 39, Cours de la Liberté.
Téléphone : NORD 37-64, 67-39, 70-14
Télégrammes : Hexagon-Paris

EN 2 MINUTES
VOUS PERMET D'OBTENIR LA COPIE EXACTE DE TOUS PLANS, DESSINS, DOCUMENTS, ETC.

PHOTOSTAT

Adr. télégr. : Leolique-Paris.

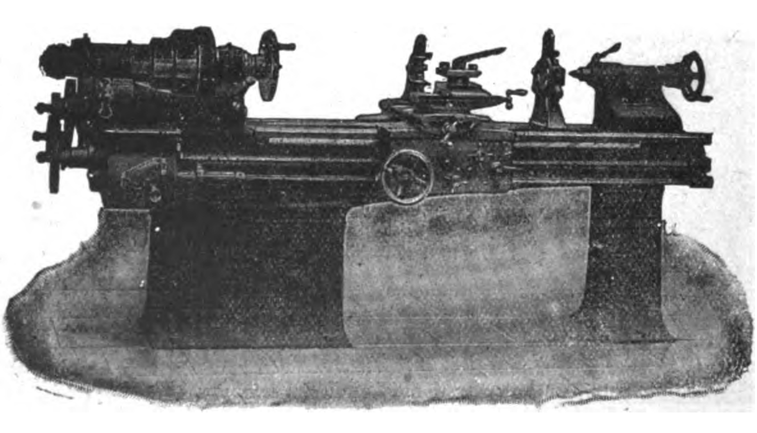
" L'Éclairage Électrique "

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS (8e)

Téléphone : Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS
ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

SECTION ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

ÉCONOMIE INDUSTRIELLE

621.3 (82). — L'électricité en Argentine; BADERMANN. *E. T. Z.*, 26 juillet 1917, n° 80, p. 389, 700 mots. — Tout ce qui contribue au développement du bien-être et à l'accroissement du confort est certain de trouver un accueil favorable dans la République Argentine Au point de vue de l'électricité, par exemple, ce pays ne le cède en rien à aucune des autres nations. A Buenos-Aires, les Compagnies de tramways et d'éclairage disposent d'un matériel absolument moderne et en parfait état. Il y a à Buenos-Aires sept Compagnies de tramways dont les lignes sillonnent la ville dans toutes les directions. Cinq d'entre elles, possédant 600 km de lignes, se sont réunies en Société anglo-argentine. En outre, la Société Lacroze de Buenos-Aires possède un réseau ferré de 100 km et la Puerto y Ciudad de Buenos-Aires environ 40 km. Une huitième Compagnie, la Société des Tramways électriques du Sud étend son réseau dans la banlieue. L'Anglo-Argentine avait l'intention de réunir toutes les Compagnies indépendantes en une seule Compagnie municipale qui aurait exercé ainsi un important monopole. Le capital de l'Anglo-Argentine est actuellement de 100000000 fr. Le trafic des tramways de Buenos-Aires s'est accru dans une très forte proportion au cours de ces dernières années. Le tableau suivant donne une idée de l'importance de ce développement au cours des années de 1901 à 1913 :

1901	30 089	voyageurs
1905	114 455	Id.
1910	323 648	Id.
1913	367 111	Id.

En ce qui concerne l'éclairage, Buenos-Aires s'est, de bonne heure, tourné vers les méthodes modernes ; actuellement l'éclairage public, aussi bien que l'éclairage privé, sont assurés par l'électricité. Les conduites de gaz ont une longueur totale de 1628 m, tandis que la longueur des câbles électriques atteint 4000 m. On estime le capital des Sociétés d'Electricité a plus de 49 millions de piastres en or et leur puissance à 23 200 kw. La plus grosse entreprise est la Société allemande Elektrizitätsgesellschaft au capital de 9 250 000 piastres en or qui s'est incorporé les deux Sociétés d'électricité existant auparavant Le réseau télégraphique argentin a également pris une grande extension. Il atteint aujourd'hui un développement de 50 500 km dont la moitié appartient à l'Etat. Ce réseau a plus que doublé au cours des vingt-cinq dernières années. Les communications sont établies avec l'étranger au moyen de câbles viâ Galveston et viâ Madère. La capitale ainsi que les villes importantes de Rosario, Cordoba, Santa Fé, Tucuman, Mendoza possèdent des réseaux téléphoniques développés appartenant à l'Union téléphonique du Rio de la Plata et à la Coopération téléphonique, ayant leur siège social à Buenos-Aires et disposant d'un capital de 277 000 piastres en or. — Aux environs de Cordoba et Tucuman, il existe quelques chutes d'eau mais qui n'ont pas l'importance que l'on pourrait s'imaginer ; elles sont utilisées par l'industrie. Une des plus importantes chutes se trouve dans la Sierra de Cordoba à San Roque. Elle appartient à la Société nord-américaine Luz y Fuerza et a une puissance d'environ 2280 kw utilisés en partie pour l'éclairage et la traction à Cordoba, en partie pour la fabrication du carbure de calcium. Une autre chute appartenant à la Société Molet a une puissance de 525 à 600 kw utilisés dans les mêmes buts. On a pensé à l'utilisation des chutes de l'Iguazu dans le Haut-Parana, à 365 km en amont de la ville de Corriente à la frontière du Brésil, du Paraguay et de l'Argentine. La puissance de ces chutes serait trois fois plus grande que celle du Niagara. Malheureusement, cette chute se trouve au milieu d'une vaste forêt difficilement pénétrable, et il est probable qu'il s'écoulera encore de nombreuses années avant que l'on puisse mettre en valeur ces richesses naturelles. — P. G.

62.00.3(494). — L'économie industrielle de la Suisse ; Gaston VALRAN. *R. G. E.*, 25 août 1917, t. II, p. 315-316, 1350 mots. — Dans cette étude l'auteur expose les mesures qui sont prises dès actuellement en Suisse en prévision de l'après-guerre. Parmi ces mesures la plus importante est la création d'un réseau fluvial lui permettant de se mettre en communication, d'une part, avec la Méditerranée par l'intermédiaire du Rhône, d'autre part, avec la mer du Nord au moyen du Rhin. Ces moyens de communication lui permettront d'alimenter en matières premières son industrie, qui est avant tout une industrie transformatrice, et d'écouler les produits fabriqués.

621.31 (52). — Progrès de l'industrie électrique au Japon ; Malcolm CHALMERS. *Electrical Review*, 10 août 1917, t. LXXXI, p. 124, 700 mots. — Avant la guerre le Japon importait des articles d'électricité en quantité considérable, dont la valeur en 1913 s'élevait à 790 000 livres environ. La guerre a attiré l'attention sur cette catégorie de marchandises ; aussi les importations en 1916 n'ont-elles pas dépassé 320 000 livres, soit une diminution de 60 pour 100 ; encore faut-il tenir compte d'une importation de 132 000 livres de câbles sous-marins contre 5000 livres seulement en 1913. La diminution se maintient cette année, les importations pour la période de quatre mois finissant en avril étant évaluée à 72 000 livres en tout.

621.311.22 (41.5). — La production et la distribution de l'énergie et leur influence sur le développement de l'industrie irlandaise; J.-F. CROWLEY. *Electrical Review*, 24 août 1917, t. LXXXI, p. 174-176, 1700 mots. Extrait d'un rapport présenté à l'*Irish technical congress Dublin.* — 90 pour 100 de la puissance utilisée dans l'industrie britannique tire son origine dans la combustion du charbon. L'auteur envisage les divers moyens propres à économiser le charbon. Il envisage l'emploi de la tourbe et des chutes d'eau. En outre, des économies considérables peuvent être réalisées en produisant l'énergie dans de grandes stations centrales.

338.8 — Comptoirs d'achats de matières premières. Désiré PECTOR, conseiller honoraire du Commerce extérieur. *R. G. E.*, 15 septembre 1917, t. II, p. 429-432, 3000 mots. — L'auteur préconise pour les industriels français une manifestation plus intense de l'esprit d'association par la création urgente de comptoirs d'achats de matières premières et de produits semi-ouvrés. Après avoir fait l'historique du premier essai de ce genre tenté en 1908, il donne en exemple les comptoirs récemment créés par les mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France, par des constructeurs électriciens, par des installateurs électriciens par des installateurs aéronautiques, par des fabricants de papiers et par des industriels en chiffons. Il dégage de cette rapide analyse des considérations générales utiles pour l'après-guerre.

382(494). — L'exportation des produits électrométallurgiques de la Suisse. — D'après une note parue dans l' « Elektroindustrie » du 15 septembre, les fabriques de carbure de calcium de la Suisse sont très occupées. En 1916 on a exporté 58 009,8 t de carbure représentant une valeur de 17 378 464 fr dont 46 261,9 t en Allemagne et 10 360,5 t en France. L'exportation des alliages de fer (ferro-chrome, ferro-silicium, etc..) a été de 22 667,6 t d'une valeur de 16 273 637 fr. On a exporté 10 500 t d'aluminium d'une valeur de 38 381 160 fr. La Suisse a exporté 91 000 t de produits des fours électriques d'une valeur de 72 500 000 fr. D'après la dernière convention avec l'Allemagne, le car-

Digitized by Google

Contacts électriques en Tungstène

PLUS EFFICACES ET BEAUCOUP MEILLEUR MARCHÉ QUE LE PLATINE

Recommandés pour l'emploi dans les appareils à Rayons X, les Bobines d'Induction, les Manipulateurs de Télégraphie et toutes constructions analogues demandant une fréquente création et interruption de courant électrique.

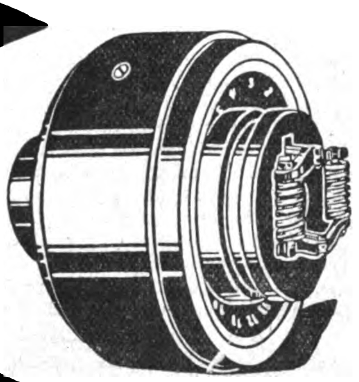
Indiqués également dans les Moteurs à Gaz, Contrôles de circuit et tout autre emploi similaire.

DEMANDER RENSEIGNEMENTS

L. P. S. ELECTRICAL COMPANY, 14, Howick Place, Westminster, LONDRES

Adresse télégraphique : *Engineyor, Sowest, London.*

EMBRAYAGE BENN



Invention anglaise, breveté S. G. D. G.

SIMPLE
BON MARCHÉ
DURABLE
DOUX
PROGRESSIF
SANS CHOC

WYSS & Cie, SELONCOURT (DOUBS)

COMPTOIR INDUSTRIEL D'ÉTIRAGE & PROFILAGE DE MÉTAUX

107, 109, 111, 113, Avenue Philippe-Auguste, **PARIS** (XIe).

Téléphone : Roq. 24.71 — 73.91 *Métro* : Philippe-Auguste.

Aciers, Laitons, Cuivres et Alliages, Zinc, Aluminium, etc.

PROFILS DE HAUTE PRÉCISION

pour Armes de toutes natures, Constructions Mécaniques et Électriques.

AUTOMOBILES, AÉRONAUTIQUE, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

Instruments de Précision, Appareils pour Sciences et Mathématiques,

ACIERS COMPRIMÉS — ESSAIS A LA TRACTION

RECUIT ET ÉTIRAGE A FAÇON — RONDS, CARRÉS ET SIX PANS POUR DÉCOLLETAGE

Digitized by Google

bure de calcium est un article de compensation, pour le charbon et le fer. L'exportation de carbure en Allemagne est à peu près aussi élevée qu'avant la guerre. La production de carbure en Allemagne s'est accrue dans des proportions extraordinaires depuis la guerre et est actuellement de plus de 300 000 t par an. En 1913, la production annuelle du carbure dans le monde entier était d'environ 330 000 t. — F. L.

622 + 669 (47).31. — L'industrie minière et sidérurgique de la Russie en 1913 et son développement ; A. Gouvy. *Bulletin des Ingénieurs civils*, 26 octobre 1917, p. 275-279, 1 600 mots. — Dans sa communication l'auteur expose, en se basant sur une carte qu'il a établie, les groupements industriels russes du fer et de l'acier. Il examine ensuite les exploitations de combustibles, de naphate, la houille blanche, les bois et enfin la tourbe. Il passe en revue les grandes usines sidérurgiques et termine par un aperçu sommaire sur les voies de transports en Russie.

38(061). — Chambre de Commerce d'Alger. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. II, p. 112, 150 mots. — Information relative à l'étude par cette Chambre des moyens de remédier à la crise des transports entre l'Algérie et la métropole et celle des moyens de développer les relations économiques avec la Russie.

38(061). — Chambre de Commerce d'Orléans. *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. I, p. 755, 700 mots. — Note dans laquelle sont relatées trois questions discutées par cette Chambre : le rendement des forêts domaniales, la question de l'apprentissage, l'achèvement des ports et des voies navigables.

381.1. — La dixième Foire de Paris. *R. G E.*, 26 mai 1917, t. I, p. 817-818, 1 500 mots. — Dans cette note sont indiqués brièvement les objets exposés par quelques constructeurs électriciens.

621.3 : 382(44). — Importations et exportations françaises ; Désiré Pector. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. I, p. 913-914, 400 mots, 1 tab. — Le tableau donne les chiffres d'ensemble des importations et exportations du matériel électrique en France en 1916, 1915 et 1914.

621.3 : 382(42). — Commerce extérieur du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande en matériel électrique, d'après les statistiques douanières de ce pays, pour les années 1912, 1913, 1914 et 1915 ; Désiré Pector. *R. G. E.*, 28 juillet et 4 août 1917, t. II, p. 151-157 et 189-196, 6 000 mots, 36 tab. — L'auteur passe en revue les importations de matériel électrique en Angleterre, avec indication des valeurs de celui-ci. Il étudie l'exportation de ces mêmes produits et montre en détail la part qui revient à chaque Etat étranger et à chaque colonie anglaise dans ce commerce spécial. Il finit par une énumération des ports du Royaume-Uni, principaux importateurs et exportateurs de ces marchandises. Il conclut en montrant que, malgré la guerre, le commerce en matériel électrique du Royaume-Uni est resté fort prospère.

621.3 : 382 (71). — Les exportations du Canada en matériel électrique. *Electrician*, 2 novembre 1917, t. LXXX, p. 169, 200 mots. — Elles ont passé de 573 644 dollars pour l'année 1915-1916, à 1 357 824 dollars pour l'année 1916-1917 parmi lesquels : 295 259 dollars ont été importés en Grande-Bretagne et 179 212 aux Etats-Unis. Ceux-ci ont importé la même année pour 1 465 810 dollars de machines électriques (moteurs et générateurs) et pour 4 184 689 dollars d'appareils divers. — J. C.

621.31 (496) : 31. — L'industrie électrique en Turquie. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. II, p. 104, 900 mots. — Dans cette note sont publiés quelques renseignements extraits d'un article de Goldberg publié dans l'*E. T. Z.* du 25 janvier 1917.

621.31 (43) : 31. — L'industrie électrique en Allemagne ; F. Loppé. *R. G. E.*, 23 juin 1917, t. I, p. 993-995, 1 300 mots. — Dans cet article l'auteur publie une série de notes, parues dans l'*E. T. Z.*, et qui indiquent la pénurie de certaines matières en Allemagne.

382 (43). — Le commerce allemand après la guerre ; F. Loppé. *R. G. E.*, 5 mai 1917, t. I, p. 716, 450 mots. — L'auteur cite quelques extraits de l'*E. T. Z.* d'après lesquels ce journal proteste contre les assertions que l'Allemagne prépare, durant la guerre, des approvisionnements de produits fabriqués lui permettant de prendre la maîtrise du marché mondial aussitôt après la signature de la paix.

382 (43). — Projets allemands pour l'après-guerre. *R. G. E.*, 4 août 1917, t. II, p. 199-200, 1 200 mots. Extrait du *Bulletin de la Chambre de Commerce russo-française de Pétrograd*, novembre-décembre 1916. — Cette étude résume les idées qui ont cours en Allemagne sur l'organisation dans l'avenir de sociétés d'achat et d'importation des matières premières, analogues aux sociétés que les nécessités de la guerre ont forcé à créer ; les uns estiment qu'elles doivent continuer leur fonctionnement en se transformant en syndicats ; d'autres réprouvent ce système, car, disent-ils, le fonctionnement bureaucratique des syndicats est plus onéreux que celui des entreprises privées ; d'autres, enfin, voudraient concilier les deux systèmes par la création de banques d'importation, banque du coton, banque du blé, etc., placées sous le contrôle gouvernemental.

608.6. — Les marques collectives de fabrique et de commerce. *R. G. E.*, 14 et 21 juillet 1917, t. II, p. 71, 4 000 mots, 1 fig. ; p. 113-119, 5 500 mots. — Dans le n° 1 du tome II de la « R. G. E. », 7 juillet 1917, p. 29, a été publié un article de M. Taillefer sur les modifications à apporter à la législation sur la protection des indications d'origine des produits. Un projet de loi avait été déposé à ce sujet par le gouvernement le 6 juin 1916. Le rapport, présenté au Parlement par la Commission du commerce et de l'industrie chargée d'examiner ce projet, est analysé dans ce nouvel article. Il se divise en deux parties : la première comporte une étude préliminaire sur la législation actuelle et les marques collectives ; la seconde, l'examen du projet proprement dit.

654(008). — Aperçu sur les brevets d'invention concernant les Postes et Télégraphes ; Von H. Eales. *Jahrburch der Drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, 1917, t. II, n° 4, p. 394-402, 1 600 mots, 10 fig.

38.011. — Le vendeur au point de vue de l'acheteur ; R.-G. Clapp. *G. E. R.*, mai 1917, t. XX, p. 412-416, 4 000 mots. — Dans cet article, l'auteur expose, sous une forme humoristique bien américaine, les qualités que doit posséder tout industriel qui veut vendre ses produits. Sa tâche, en ce qui concerne l'acheteur, se résume en quatre points : attirer l'attention du public, l'intéresser, lui inspirer le désir de l'objet à écouler, et finalement l'inciter à l'achat. — J. G.

621.311+621.7. — Centrales de production et usiniers. Question économique. *Electrical World*, 14 juillet 1917, t LXX, p. 67, 600 mots. — Vu la difficulté actuelle de s'approvisionner en charbon, beaucoup d'industriels envisagent, pour la première fois, la question d'acheter de l'énergie électrique. Trop fréquemment, dans le passé, la centrale manquait d'éléments pour convaincre un industriel de l'économie pouvant résulter de l'électrification de ses machines ; ce n'était pas toujours la faute de l'industriel ; beaucoup d'agents commerciaux de centrales, partiellement ou totalement ignorants des besoins de telle industrie déterminée et de son fonctionnement, faisaient des propositions si vagues et souvent si contraires aux faits que l'industriel n'insistait pas. D'un autre côté, il arrivait fréquemment qu'un industriel ne souffrait pas qu'on puisse douter de la supériorité de son

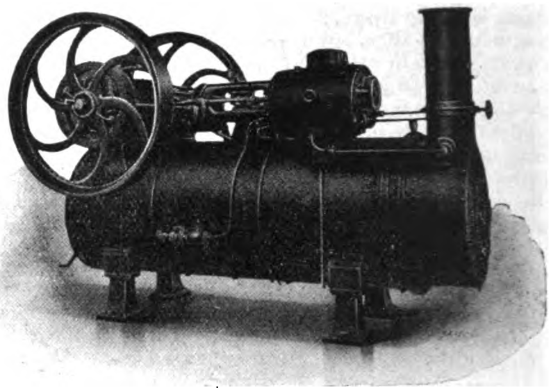
Digitized by Google

Société des Anciens Établissements

WEYHER et RICHEMOND

Société Anonyme. Capital 4.4000.000 francs.

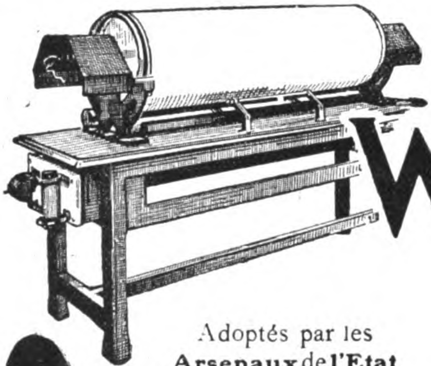
52, Route d'Aubervilliers, PANTIN (Seine).



Mi-fixe monocylindrique (20 à 100 chevaux)
à détente variable par le Régulateur.

Sécurité de fonctionnement. **Économie** maximum.

MI-FIXES grandes puissances.
Tous travaux MÉCANIQUE GÉNÉRALE.



Avec

Les Appareils

WESTINGHOUSE

Cooper Hewitt

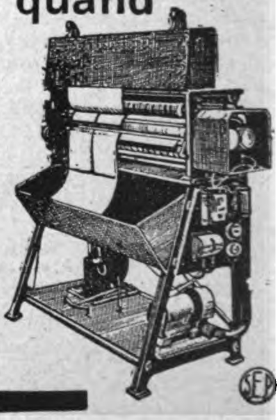
n'importe qui
tire des **BLEUS IMPECCABLES**

n'importe où
n'importe quand

Adoptés par les **Arsenaux de l'Etat** et la plupart des **Grandes Usines** déjà éclairées par le même système

Avec la plus grande
RAPIDITÉ
la plus grande
FACILITÉ
ÉCONOMIQUEMENT

Demander notre Tarif 249.



THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT Co LTD

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE
Hewitlight-Suresnes.

USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE
SURESNES, près PARIS
11, Rue du Pont.

TÉLÉPHONE
WAGRAM 86.10

Digitized by Google

installation génératrice, et il se refusait nettement à des comparaisons, des essais et des preuves. D'après un ingénieur de centrale, il paraît qu'il est très difficile d'obtenir que certains industriels consentent à calculer ce que leur coûte leur force motrice. Des chiffres qui devraient se trouver dans cette evaluation figurent sur leurs livres sous des rubriques vagues : « Fournitures », etc. L'installation génératrice de l'usine apparaît fréquemment comme une sorte de greffon qui vit partiellement sur des matières ou des dépenses diverses ; 99 fois sur 100, l'industriel ne se rend pas compte de cela ; aussi, chaque fois, il s'affecte de s'entendre dire la vérité par la centrale. — Sachons bien que la vente d'énergie par une centrale est, avant tout, une affaire. La centrale doit gagner de l'argent, comme l'industriel, d'ailleurs. Pour se faire une clientèle, elle doit pouvoir garantir le prix de son service ; pour cela, industriels, dites-lui ou laissez-la rechercher combien, exactement, vous coûte votre installation actuelle ; elle vous dira ensuite quel bénéfice vous pouvez attendre de son intervention, et elle pourra ainsi appuyer ses assertions par une garantie sérieuse. La difficulté est, et a toujours été, de découvrir l'exacte vérité sur les frais de fonctionnement des installations privées. L'industriel s'est dit souvent qu'acheter de l'énergie à travers un compteur c'était acheter « un cochon dans un sac » ; il voulait connaître d'avance ce que cela lui coûterait ; mais, immédiatement après, il tournait la comparaison du mauvais côté en refusant de donner des chiffres exacts sur son installation et en demandant à la centrale de lui faire un devis basé sur des conjectures. Ces malentendus sont en train de se dissiper à l'avantage de la centrale et de l'industriel. — P. V.

331.12. — La démocratie industrielle : étude spéciale des relations entre le capital et le travail ; George Weston. *Electrician*, 17 août 1917, t. LXXIX, p. 778-779 3 400 mots. — Rien ne justifie l'hostilité entre le capital et le travail. Le travail doit recevoir sa juste rémunération. Il ne faut pas que le capital encaisse d'énormes profits aux dépens du travail. Le travail et le capital doivent marcher unis, chacun recevant sa juste part de profits. — L'auteur préconise la participation aux bénéfices « profit sharings ».

368.032. — L'assurance coopérative et les pensions ; Edward E. Rice. *Electric Railway Journal*, 17 février 1917, t. LXIX, p. 292-296, 6 000 mots.

FINANCES

332+62. — La banque et l'industrie. *R. G. E.*, 4 août 1917, t. II, p. 199, 900 mots. Résumé d'un article de Victor Margueritte publié dans l'*Information universelle*. — L'auteur insiste sur l'erreur commise par nos banques en prêtant à l'étranger des capitaux dont la majeure partie était consacrée à l'achat de matériel hors de France ; il insiste aussi pour que, à l'exemple des banques de la région dauphinoise, les banques françaises se consacrent au développement de notre industrie.

332.1+62. — Les banques de l'Est, leur rôle, leur avenir ; Ch. Renauld. *R. G. E.*, 21 juillet 1917, t. II, p. 111-112, 1 200 mots. — L'auteur, récemment décédé, qui était le directeur d'une des banques les plus prospères de la région de l'Est, préconise le développement du système qui a si bien réussi aux banques de Lorraine, système dont la caractéristique est un appui efficace à l'industrie locale.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 12 juin 1917 de la Compagnie du Chemin de fer du Métropolitain de Paris. *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 233-234, 500 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 30 juin 1917 de la Compagnie des Chemins de fer des Côtes-du-Nord. *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 233, 250 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917 de l'Energie électrique de la Basse-Loire. *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 234.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917 de la Société d'Eclairage et de Force motrice par l'électricité à Paris. *R. G. E.*, 11 août 1917, t. II, p. 234, 250 mots.

657.37 (065) 2. — Assemblée générale ordinaire du 25 juin 1917 de la Société nantaise d'Eclairage et de Force par l'électricité. *R. G. E.*, 25 août 1917, t. II, p. 315, 200 mots.

657.37(065)2. — Assemblée générale extraordinaire de la Compagnie des Forges et Aciéries Paul Girod du 18 septembre 1917. *R. G. E.*, 3 novembre 1917, t. II, p. 719.

657.37(065)2. — Assemblée générale extraordinaire du 20 août 1917 de l'Energie industrielle. *R. G. E.*, 3 novembre 1917, t. II, p. 719.

657.37(065)2. — Assemblée générale extraordinaire du 7 septembre 1917 de l'Energie électrique du Sud-Ouest. *R. G. E.*, 3 novembre 1917, t. II, p. 719.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 8 septembre 1917 des Constructions électriques Nancy. *R. G. E.*, 3 novembre 1917, t. II, p. 719.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 26 septembre 1917 de l'Appareillage électrique Grivolas. *R. G. E.*, 3 novembre 1917, t. II, p. 719.

657.37(065)2. — Assemblée générale extraordinaire du 14 septembre 1917 de la Compagnie pour la Fabrication des Compteurs et du Matériel d'usines à gaz. *R. G. E.*, 3 novembre 1917, t. II, p. 720.

657 37(065)2. — Assemblée générale extrordinaire du 6 octobre 1917, de l'Energie électrique du Littoral méditerranéen. *R. G. E.*, 3 novembre 1917, t. II, p. 720.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 23 octobre 1917 de la Compagnie générale électrique de Nancy. *R. G. E.*, 17 novembre 1917, t. II, p. 792.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 28 septembre 1917 de la Compagnie provinciale des Eaux, du Gaz et de l'Electricité. *R. G. E.*, 17 novembre 1917, t. II, p. 792.

657.37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 25 octobre 1917 de la Compagnie française des Câbles télégraphiques. *R. G. E.*, 24 novembre 1917, t. II, p. 831.

657 37(065)2. — Assemblée générale ordinaire du 27 septembre 1917 de la Société des Forces motrices du Refrain. *R. G. E.*, 24 novembre 1917, t. II, p. 831.

Digitized by Google

LLOYD DE FRANCE

Compagnie Anonyme

D'ASSURANCES & DE RÉASSURANCES

CONTRE TOUS RISQUES

Capital : 10.000.000 de francs

dont un quart versé

TRANSPORTS TERRESTRES ET MARITIMES
ACCIDENTS — VOL — AUTOMOBILES
INCENDIE
POLICE SPÉCIALE TOUS RISQUES
RISQUES DE GUERRE MARITIMES ET AÉRIENS

SIÈGE SOCIAL :

39, Rue Cambon — PARIS (1er).

BUREAUX DE PARIS

des Branches Terrestre et Maritime

92, Rue de Richelieu, 92

(près la Bourse)

Téléphone : CENTRAL 65-95

Société de

CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

CAPITAL : 1 000 000 FR.

LYON — 67, rue Molière, 67 — LYON

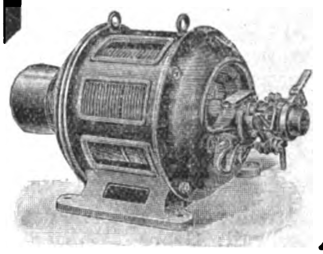
Téléph. : 10-63. Adr. télégr. : Conselec-Lyon.

USINE DE CONSTRUCTIONS :

Moteurs à courants alternatifs.
Appareillage haute et basse tension.
Tableaux de distribution.
Réparations diverses... Etc...

ENTREPRISES COMPLÈTES D'INSTALLATIONS :

Force. — Lumière. — Téléphones.



VENTE

DE TOUT MATÉRIEL CONCERNANT

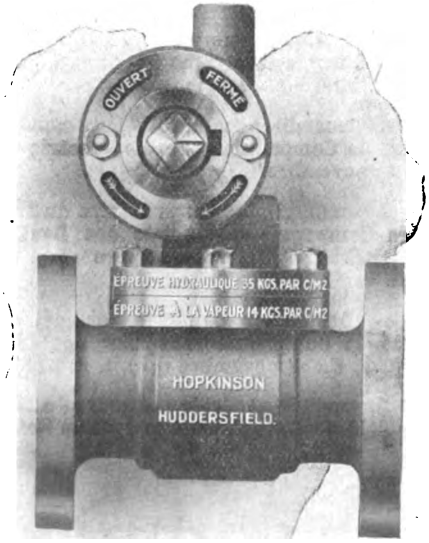
L'ÉLECTRICITÉ

Petit Appareillage.
Piles. Sonneries.
Ventilateurs.
Etc.

J. HOPKINSON & Co Ltd

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

94, Rue Saint-Lazare, PARIS



VALVES et APPAREILS pour CHAUDIÈRES

VALVE DE VIDANGE "HOPKINSON"

N'EST PAS UN ESSAI, MAIS UN SUCCÈS BIEN ÉTABLI
PLUS DE : **100000** EN SERVICE

AVANTAGES SUR TOUS LES AUTRES APPAREILS

Facile à manœuvrer sous toutes pressions
Toutes dilatations et contractions entièrement prévues sous toutes températures
Passage direct et parfaitement libre
Sièges et disques démontables et renouvelables,
en métal "PLATNAM" Hopkinson, spécial pour les mauvaises eaux
Munie du pignon "OPLOK"
supprimant tout effort sur les dents du pignon et de la crémaillère

Catalogues illustrés — Renseignements et Références sur demande.

Digitized by Google

SECTION DE LÉGISLATION

347.44 : 341.3. — La guerre et l'exécution des contrats. *Industrie des Tramways et Chemins de fer*, juillet, août, septembre 1916, t. x, p. 100-112, 23 750 mots. Chambre des députés, 27 et 28 juillet 1916.

347.44 : 341.3. — La guerre et les contrats passés par les communes; M. Delaroue et M. Viollette. *Industrie des Tramways et des Chemins de fer*, juillet, août, septembre 1916, t. x, p. 96, 4 800 mots. Chambre des députés, 7 juillet 1916, Annexe n° 2300.

347.44. — Proposition de loi tendant à la résolution facultative, pour les communes, des contrats passés par elles dans le cas où l'augmentation du prix aurait été prononcée par décision de justice. *R. G. E.*, 6 octobre 1917, t. ii, p. 558-559, 1 300 mots.

6 (003). — Quelques remarques sur les spécifications des cahiers des charges; J. Shepherd. *J. I. E. E.*, juillet 1917, t. iv, p. 522-524, 2 100 mots; *Electrical Review*, 2 mars 1917, t. lxxx, p. 248-249, 4600 mots.

347.772. — Projet de réforme de la législation sur les marques de fabrique et de commerce; André Taillefer, avocat à la Cour de Paris, ancien élève de l'Ecole polytechnique, membre de la Commission technique de l'Office national de la propriété industrielle. *R. G. E.*, 15 septembre 1917, t. ii, p. 433-440, 7500 mots. — La loi qui régit actuellement la matière des marques date du 23 juin 1857; une modification très légère lui fut apportée par la loi du 3 mai 1890; en 1906, à la suite des vœux du Congrès international de la propriété industrielle de 1900, une enquête fut ouverte par le ministère du Commerce en vue d'une nouvelle modification: en 1907 un projet de refonte fut déposé à la Chambre des députés par M. Doumergue, mais ne vint pas en discussion: un projet a été déposé le 6 juin 1916 par M. Clémentel. Dans l'article qui nous occupe: l'auteur étudie les principales questions que soulève ce dernier projet et met en lumière les dispositions essentielles de son texte. — Le premier point examiné est la *définition* d'une marque, définition nécessitée pour la protection à l'étranger. — Le second point est la nature du caractère, simplement *déclaratif* ou *attributif*, que le dépôt donne à la marque. L'auteur montre que si le premier, qui est celui de la loi de 1857, paraît de prime abord avoir des inconvénients que ne présente pas le second, qu'ont adopté certaines législations étrangères et en particulier la législation allemande, il est en pratique celui qui convient le mieux. — L'auteur examine ensuite les modalités du dépôt, la taxe dont il convient de le frapper, le renouvellement du dépôt, la transmission aux tiers du droit à l'usage d'une marque, les pénalités encourues par les contrefacteurs. — Il termine par quelques considérations relatives au projet de loi sur les marques collectives, projet qui a donné lieu à un rapport longuement analysé dans les numéros de la *R. G. E.* des 14 et 21 juillet 1917, t. ii, p. 71 et 113.

621.317.5 : 351.9. — Remarques sur l'Ordonnance fédérale du 9 décembre 1916, concernant la vérification et le poinçonnage officiels des compteurs d'électricité. *R. G. E.*, 6 octobre 1917, t. ii, p. 557-558, 1 500 mots. — Dans son article M. Filliol, après avoir rappelé la genèse de cette nouvelle réglementation, expose la manière dont elle devra être appliquée. — D'après le règlement, les compteurs servant à la *vente* du courant sont les seuls qui ont besoin d'être vérifiés et poinçonnés officiellement. Les essais des *systèmes* de compteurs doivent être faits par le Bureau des Poids et Mesures; la vérification des *appareils* d'un système autorisé sera confiée à des bureaux de vérification. La limite des erreurs admissibles est fixée à ± 3 pour 100 à pleine charge pour un compteur neuf ou nouvellement réparé. La durée de validité du poinçonnage est de dix ans.

351.713 + 621.311. — La nouvelle loi fiscale du 31 juillet 1917 et les usines électriques; Paul Bougault, avocat à la Cour de Lyon. *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. ii, p. 355-359, 4500 mots. — Dans cet article l'auteur expose et commente les parties de cette loi qui ont un intérêt particulier pour les entreprises électrique et hydro-électrique. Il examine successivement: les impôts que la nouvelle loi conserve, les impôts de création nouvelle et en particulier l'impôt sur le bénéfice déclaré et l'impôt à la charge des salariés, puis les impôts sur les reveuus des créances, dépôts de cautionnements.

351.793 + 621.311.21. — Décret du 6 août 1917, autorisant et déclarant d'utilité publique les travaux entrepris et à terminer dans le département des Basses-Alpes, en vue de l'établissement de deux usines hydro-électriques à la Brillanne et à Villeneuve. *R. G. E.* 29 septembre 1917, t. ii, p. 520, 200 mots.

351.793. — La nouvelle loi fédérale suisse sur l'utilisation des forces hydrauliques. *R. G. E.* 22 septembre 1917, t. ii, p. 475-480, 5 700 mots. — La crise du charbon se faisant de plus en plus sentir dans presque tous les pays de l'ancien continent, ceux-ci ont pensé, avec juste raison, parer au manque de combustible minéral en organisant les forces hydrauliques dont ils disposent. La Suisse, un des pays les plus frappés par la crise du charbon, vient de promulguer une loi sur l'utilisation des forces hydrauliques. Nous publions in extenso le texte de cette loi, dans cet article.

382. — Décret du 31 juillet 1917 prohibant la sortie de divers produits. *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. ii, p. 360, 200 mots.

351 756 (45). — Obligation de la déclaration de la nationalité des maisons commerciales et industrielles en Italie. *L'Elettricista*, 15 juillet 1917, t. vi, n° 14, p. 110. — La « Gazzetta ufficiale », publie le décret suivant, entré en vigueur le 1er juillet 1917 : Article premier. — Le registre des firmes que, aux termes de l'article 60 de la loi du 20 mars 1910, n° 121, les Chambres de commerce et d'industrie doivent rédiger, contiendra également l'indication de la nationalité du commerçant ou de l'industriel, des différents associés pour les sociétés en nom collectif, des commanditaires pour les sociétés en commandite et des différents administrateurs pour les sociétés anonymes. — Art. 2. — Un décret du ministre de l'Industrie, du Commerce et du Travail réglera l'exécution de l'article précédent. Les contrevenants seront passibles des peines édictées par l'article 63 de la loi du 20 mars 1910, n° 121. P. G.

331.4 + 331.8. — Loi du 5 août 1917 concernant l'allaitement maternel dans les établissements industriels et commerciaux. *R. G. E.*, 29 septembre 1917, t. ii, p. 517, 600 mots.

351.761. — Proposition de résolution tendant à l'interdiction des boissons alcooliques. *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. ii, p. 359-360, 400 mots. Rapport fait au nom de la Commission de l'hygiène publique, par M. Gabriel Maunoury à la séance du 19 juin 1917.

625.8 : 351.719. — Que devons-nous faire au sujet de la taxe de pavage? C. Cram. *Electric Railway Journal*, 23 juin 1917, t. xlix, p. 1 130-1 135, 6 250 mots, 2 fig., 4 tab.

Digitized by Google

TACHOSCOPES
ET COMPTEURS DE TOURS

Marque de Fabrique

Ateliers de Construction
D'INSTRUMENTS DE PRÉCISION

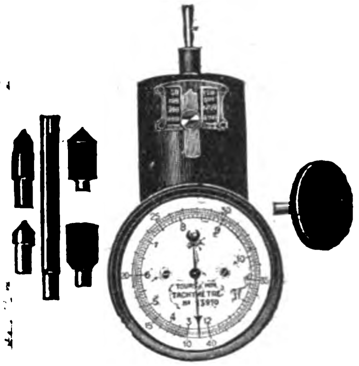
OTTO BILAND

S^T-IMIER (Suisse)

Maison exclusivement Suisse fondée en 1906

MONTRES
pour
LES USAGES TECNIQUES

APPAREILS GRAPHIQUES
POUR
LES RECHERCHES MÉDICALES
ET
PHYSIOLOGIQUES



TACHYMÈTRES
BILAND

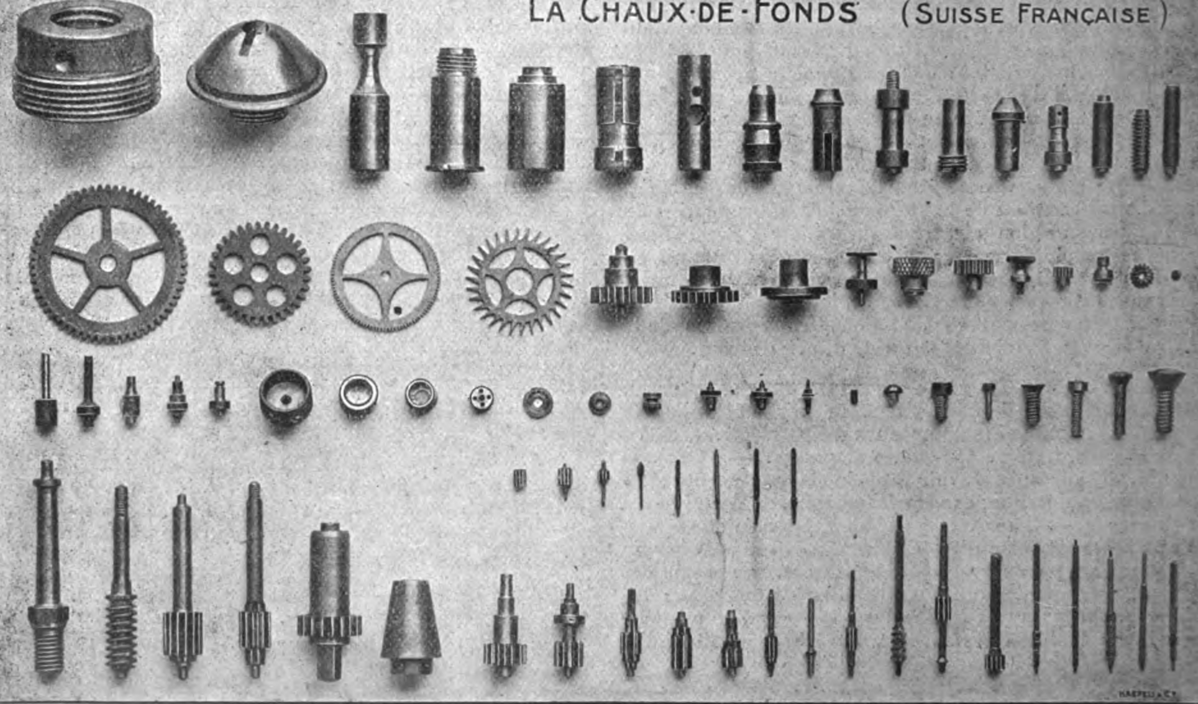
MÉDAILLE D'OR

Exposition nationale suisse
à Berne 1914.

FABRICATION DE COMPTEURS SPÉCIAUX SUR DEMANDE

MANUFACTURE ISOMETRIC · ZISSET & PERRELET
LA CHAUX-DE-FONDS (SUISSE FRANÇAISE)

DÉCOLLETAGE & TAILLAGE EN TOUS GENRES



TÉLÉGRAMMES ISOMETRIC · TÉLÉPHONE 5.97.

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

537.1. — Impact élastique des électrons avec les atomes d'hélium; J-M. Benade. *Physical Review*, juillet 1917, 2e série, t. x, p. 77-78, 450 mots. — On sait que, dans les gaz ordinaires, un électron qui entre en collision avec une molécule perd toute ou presque toute son énergie cinétique, même lorsque sa vitesse est inférieure à la valeur critique, nécessaire pour l'ionisation. On admet généralement, et non sans raison, que dans des gaz mono-atomiques les impacts sont parfaitement élastiques. Ceci signifie que, lorsqu'un choc se produit sans qu'il y ait ionisation, aucune vibration n'est créée, dans l'atome, et qu'aucun mouvement de rotation n'est imprimé à l'atome. — Il faut s'attendre à ce que l'électron communique à l'atome une faible vitesse, entraînant une perte d'énergie cinétique, même dans le cas d'un choc parfaitement élastique. L'influence des mouvements thermiques de l'atome est négligeable. La perte moyenne d'énergie en supposant une parfaite élasticité du choc est 0,0054 v quand la vitesse de l'électron correspond à une chute de 20 v, tandis que Frank et Hertz évaluent la perte moyenne à 0,3 v par choc dans l'hélium. — Un essai effectué en vue de déterminer la perte d'énergie par choc dans l'hélium très pur a conduit à ce résultat que la fraction perdue de l'énergie cinétique de l'électron est en bon accord avec la valeur calculée en supposant l'élasticité parfaite. L'accord est tel qu'il ne peut y avoir d'énergie perdue par suite de la non-élasticité du choc. — La méthode utilisée consiste à déterminer la tension minimum nécessaire pour produire l'ionisation par choc dans l'hélium entre deux électrodes parallèles, les électrons étant libérés de l'une d'elles au moyen de la lumière ultra-violette. Quand la distance entre les électrodes et la pression gazeuse sont faibles, la tension nécessaire est la valeur bien connue du potentiel d'ionisation minimum de l'hélium (20 v). Mais quand on augmente la distance et la pression, la tension, pour laquelle l'ionisation commence, croît indéfiniment. Sous une pression de 43,4 mm et pour une distance entre électrodes de 12,70 mm la tension nécessaire pour déterminer l'ionisation est 110 v. — La fraction d'énergie perdue par un électron dans une collision est $1 - B$ dans la somme d'une progression géométrique $S = \left(\frac{1 - B^n}{1 - B}\right)$, où S désigne l'énergie moyenne d'un électron capable de produire tout juste l'ionisation après n chocs, et gagnant A v entre les chocs successifs. On peut calculer n à partir du tableau donné par K.-T. Compton dans sa théorie de l'ionisation pour le cas du choc élastique. On obtient A en divisant par n la tension totale. Comme B est égal à 0,99973, on ne peut pas négliger B^n à moins que n soit très grand, auquel cas $1 - B$ devient égal à $\frac{A}{S}$; le gain entre les chocs est alors égal à la perte au moment du choc. — On a également trouvé que pour l'hélium l'expression $\frac{X}{p_m}$ (constante de Stoletow) n'est pas une quantité constante comme pour les gaz où les chocs ne sont pas élastiques. Les valeurs de $\frac{X}{p_m}$ pour l'hélium s'étendent de 10 à 27. — A. B.

537.1. — Note sur le potentiel d'ionisation des vapeurs métalliques; H.-J. van der Byl. *Physical Review*, février 1917, 2e série, t. ix, p. 173-175, 800 mots, 1 fig. — Franck et Hertz ont constaté que, lorsque les molécules de la vapeur de mercure sont rencontrées par des électrons d'une énergie correspondant à 4,9 v, on obtient un spectre à raie unique de longueur d'onde égale à 2536 U. A. et qui, d'après la relation des quanta $Ve = h\nu$, correspond précisément à 4,9 v. Ils en ont conclu que 4,9 v suffisaient à ioniser la vapeur de mercure. — Ces expériences ne signifient pas cependant que l'ionisation se produit sous l'influence de rayons cathodiques correspondant à 4,9 v, mais simplement que les chocs sont élastiques jusqu'à ce que les électrons aient acquis une énergie correspondant à 4,9 v. A partir de ce moment, les électrons cèdent leur énergie aux molécules sans qu'on puisse dire si cette énergie produit l'ionisation ou se transforme en rayonnement. — Franck et Hertz indiquent cependant qu'ils ont trouvé la même valeur 4,9 v pour le potentiel d'ionisation au moyen de la méthode de Lenard, dans laquelle les charges positives résultant de l'ionisation sont absorbées et mesurées au moyen d'un électromètre. — Des expériences ultérieures de Mc Lennan, Coucher et d'autres établissent que l'électromètre acquiert réellement une charge positive quand les électrons ont une énergie correspondant à 4,9 v, mais que la charge positive augmente très rapidement quand leur énergie correspond à 10 v et qu'ensuite toutes les raies de la série sont émises. Mc Lennan est ainsi conduit à supposer qu'il pourrait y avoir deux types distincts d'ionisation, l'un qui nécessite l'équivalent d'énergie de la première raie et l'autre, l'équivalent d'énergie de la raie limite de la série, et correspondant respectivement pour la vapeur de mercure à 4,9 v et à 10,27 v. — L'auteur appelle l'attention sur le point suivant : quand l'électron acquiert une vitesse correspondant à 4,9 v dans le cas du mercure, la raie correspondante 2536 A est émise, d'où une source de rayonnement ultra-violet dans le tube. Cette lumière tombant sur le plateau qui est relié à l'électromètre détermine une émission d'électrons qui se traduit par une électrisation positive de l'électromètre. Il est possible que cet effet intervienne dans les expériences. Cela est rendu très vraisemblable par le fait que le courant croît très lentement de 5 à 10 v et présente ensuite un accroissement très rapide, indiquant que le courant positif obtenu pour des tensions comprises entre 5 et 10 v pourrait être attribué à l'effet photo-électrique relativement faible, tandis que, pour des tensions supérieures à 10 v, un courant dû à une ionisation intense se superposerait au courant photo-électrique. Si donc il était prouvé que l'effet photo-électrique existe réellement avec une intensité suffisante pour être perceptible, il y aurait de fortes raisons pour penser que ce qu'on peut appeler potentiel d'ionisation de la vapeur de mercure est plus voisin de 10,27 que de 4,9 v : il correspondrait à la raie limite des

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E.*, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses, voir l'article « Le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

JAPY

Frères & C^ie^

Service CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES

BEAUCOURT

(Haut-Rhin Français).

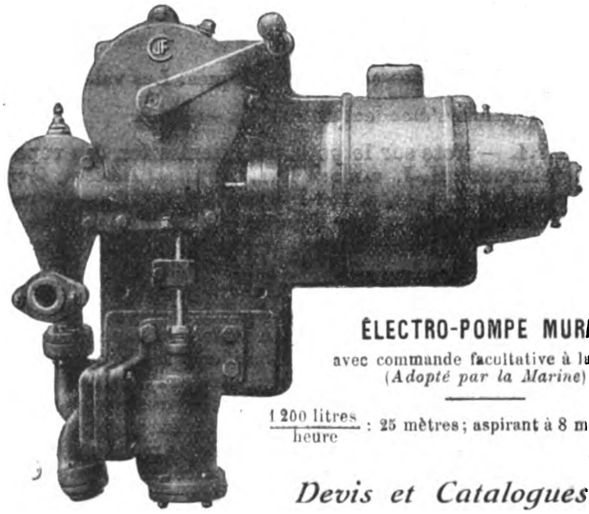
Succursale à PARIS (X^e) { 7. rue du Château-d'Eau
3, boulevard Magenta

MOTEURS

DYNAMOS

APPLICATIONS

APPAREILLAGE



ÉLECTRO-POMPE MURAL
avec commande facultative à la main
(*Adopté par la Marine*)

1 200 litres / heure : 25 mètres; aspirant à 8 mètres.

Devis et Catalogues sur demande. ◈ **Nouvelles Séries**

Nos ateliers restent ouverts pendant la durée des hostilités.

CONDENSEURS & ÉJECTAIR BREGUET

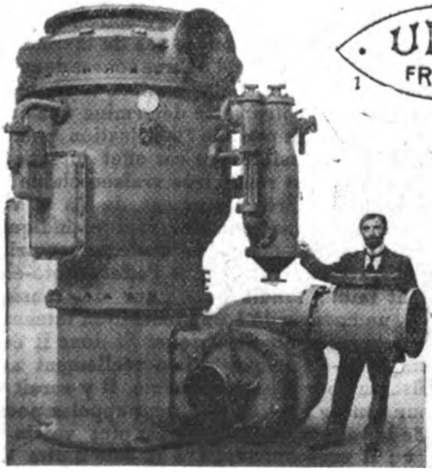
(BREVETS DELAPORTE)

CONDENSEURS PAR MÉLANGE ET PAR SURFACE

STATIONS CENTRALES

APPLICATIONS GÉNÉRALES DU **VIDE**

Notices et Références sur demande.



CONDENSEUR PAR MÉLANGE : 26.000 KIL. VAPEUR PAR HEURE

MAISON BREGUET

Société anonyme : capital 4.000.000 de fr.

SIÈGE SOCIAL : 19, rue Didot, PARIS (14^e)

SERVICE COMMERCIAL : 34, rue de Châteaudun, PARIS (9^e)

Digitized by Google

séries. Les mêmes remarques s'appliqueraient à la détermination des potentiels d'ionisation des autres éléments. — On peut remarquer qu'un tel résultat, s'il était vérifié expérimentalement, pourrait sans doute s'expliquer dans la théorie de Bohr. Mais reste à savoir si le potentiel d'ionisation d'un élément a lui-même une signification définie. A. B.

537.31 : 669.71. — Résumé des expériences sur la conductibilité de l'aluminium; Guido Grassi. *Elettrotecnica*, 25 octobre 1917, t. iv, p. 543-544. — L'auteur donne les résultats d'expériences de plusieurs sociétés italiennes.

537.323 : 546.28 + 546.695. — Les propriétés électriques du silicium et du germanium. *Enginering*, 10 août 1917, t. civ, p. 155-156, 650 mots. — En examinant le silicium des usines de Yajce, en Dalmatie, les expérimentateurs Baerwind et Fislher observèrent que le silicium possède la plus haute valeur thermo-électrique connue; suivant son origine cependant, le silicium donnait des résultats différents; par rapport au cuivre, il était tantôt positif, tantôt négatif, et en combinant les variétés positives et négatives, on obtint un couple thermo-électrique donnant 1 000 microvolts par degré centigrade. Le silicium, en masse compacte, ne s'oxyde pas à une température de 1 100° C, mais s'il est finement divisé, il s'oxyde fortement. Dissous dans l'aluminium et cristallisé, le produit est toujours fortement positif; cristallisé par dissolution dans l'argent ou l'étain, il est toujours négatif. Le professeur Benedites a fait de nombreuses recherches sur ce sujet en 1915 ainsi que sur le germanium de Winckler, lesquelles ont confirmé les résultats des premiers essais. — E. B.

537. 3 : 546.56 — 4. — Quelques propriétés électriques du sulfure d'argent; George W. Vinal. *Electrical Review*, 22 septembre 1917, t. lxxi, p. 503-504, 850 mots. 3 fig.

537.323. — Couple thermo-électrique nickrome-constantan. *Electrical Review*, 10 août 1917, t. lxxxi, p. 127, 300 mots. — Le couple nichrome-constantan a une marche plus constante que celle du couple fer-constantan. La courbe d'étalonnage est sensiblement rectiligne. A 108° C la force électromotrice est de 4,92 millivolts; à 1033° elle est de 66,3 millivolts.

538 (02). — The Magnetic Work of the Carnegie (1909-1916). Les travaux magnétiques du « Carnegie »; L.-A. Bauer, W.-J. Peters, P. Ault et A. Fleming. Edité par: The Carnegie Institute (Washington).

538, (02). — The Magnetic Work of the Galilée (1905-1908). Les travaux magnétiques à bord du « Galilée »; L.-A. Bauer, W.-J. Peters, P. Ault et A. Fleming. Edité par The Carnegie Institute (Washington).

537.4 (02). — Results of Atmospheric Electric observations made aboard the Galilée (1907-1908) and The Carnegie (1909-1916). Résultats des observations de l'atmosphère électrique faites à bord du « Galilée » (1907-1908) et du « Carnegie » (1909-1916); L.-A. Bauer et G. Swan. Edité par The Carnegie Institute, Washington.

538. (02). — Some discussions of the Ocean Magnetic Work. Quelques discussions sur le travail magnétique de l'Océan; L.-A. Bauer et W.-J. Peters. Edité par The Carnegie Institute (Washington).

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.364. — Production de la vapeur par l'électricité avec emmagasinement de chaleur; E. Hohn. *Schweizerische Bauzeitung*, 28 avril 1917, p. 183-185, 3 200 mots, 2 fig.

621.165. — Turbo-alternateurs Westinghouse. *Electrical Review*, 20 juillet 1917, t. lxxxi, p. 52-55; 2 200 mots, 13 fig. — La British Westinghouse Co a adopté la turbine à simple impulsion, munie d'une roue de vitesse à l'extrémité de haute pression et de roues de Rateau à impulsion pour les étages successifs.

621.165. — Turbine à vapeur Curtis pour la commande des ventilateurs et des pompes. *Electrical Review*, 11 août 1917, t. lxxi, p. 244, 800 mots, 2 fig. — La General Electric Co construit une série de turbines à vapeur Curtis de puissances variées pour la commande des ventilateurs et des pompes d'alimentation et de circulation dans les centrales génératrices, brasseries, papeteries, à bord des navires, etc. Ce sont des turbines d'action à nombre variable d'étages et de rangées d'aubages, suivant la puissance, logés dans un corps facilement démontable pour la vérification. La vapeur d'échappement est absolument exempte d'huile et peut être employée à réchauffer l'eau d'alimentation. La régulation de la vitesse est très précise et la variation peut être obtenue au moyen d'un volant à main. — P. G.

621.434+621.165:622. — Machines Diesel et turbines à vapeur dans l'exploitation des mines. *Science Abstracts*, 30 avril 1917, n° 231, p. 126. D'après *Am. Inst. Mining Eng. Bull.*, juillet 1916, n° 115, p. 1171-1178. — L'auteur, H. Haas, compare l'exploitation avec des machines Diesel et avec des installations turbo-électriques, dans les Etats du Sud-Ouest (Etats-Unis) où, à cause des conditions climatologiques, on manque d'eau pour la condensation. Le facteur de charge élevé des installations minières est favorable aux machines Diesel; deux tables établies par l'auteur le prouvent, les installations comparées étant quatre groupes Diesel-alternateurs de 2 000 kw et deux turbo-génératrices de 6 000 kw. En se basant sur 70 millions de kw:h fournis par an, le prix total de l'énergie des groupes Diesel revient à 0,60 fr par kw:h; pour les groupes à vapeur on a 1,025 fr. On fait remarquer que, dans certains cas, une combinaison des deux modes de génération, Diesel et vapeur, donne de bons résultats, les Diesel se chargeant des lourdes charges constantes et les turbines à vapeur des pointes. Un graphique montre quand il y a avantage à installer l'un ou l'autre des moyens d'exploitation, selon le prix du charbon et le facteur de charge. Tout y est compris, excepté le coût du travail qui est supposé le même. Une application pratique du graphique est donnée. — P. V.

621.311.21:621.311.9. — Les réactances de protection dans les usines hydro-électriques; J. Allen Johnson. *P. A. I. E. E.*, février 1917, t. xxxvi, p. 119-138, 4000 mots, 11 fig. — Les avantages et les limites d'emploi des réactances de protection contre les surintensités ne sont pas aussi bien connus pour les usines hydro-électriques que pour les usines de turbines à vapeur, mais on commence à comprendre que leur emploi peut être aussi justifié et aussi nécessaire dans les premières que dans les secondes. — Les deux avantages des réactances, la protection et la localisation, sont distincts; le premier est en rapport avec le carré, le second avec la première puissance de la réactance. — Des deux inconvénients de la bobine de réactance, autrement dit des deux limites de son emploi, l'un, la chute de tension, est bien connu, mais l'autre, la diminution de la stabilité du synchronisme, n'est pas aussi bien compris. — L'installation de bobines de réactances diminue ordinairement la stabilité du synchronisme. Cette stabilité peut s'exprimer en fonction du déphasage angulaire entre deux groupes électrogènes dû à une soudaine perturbation dans la charge. Pratiquement, l'instabilité complète ou asynchronisme se produit dans une grande usine quand l'angle de déphasage dépasse 90°. L'effet désynchronisant d'une variation subite de charge est à peu près double de celui d'une variation graduelle de même amplitude. — L'auteur décrit la production d'une onde d'énergie par une soudaine perte de charge et le pompage qui l'accompagne. L'accroissement de réactance accroît l'amplitude à la fois de l'onde d'énergie et de l'oscillation de déphasage et augmente aussi la période. Une certaine valeur de la réactance aura pour effet

Digitized by Google

A. W. PIDWELL

PARIS — 23, Boulevard Malesherbes — PARIS (8e)

Téléphone : *LOUVRE 03-31*

TOLES — FERS — FONTES

Feuillards laminés à froid et à chaud

Fil Machine — Billettes — Pointes — Tubes

Fils de fer et d'acier recuits, clairs, galvanisés, étamés

PLOMB — ZINC — CUIVRE

Matériel de Chemin de fer

Locomotives, Wagons, Ponts, Grues

Rails et Accessoires — Outillage pour Usines

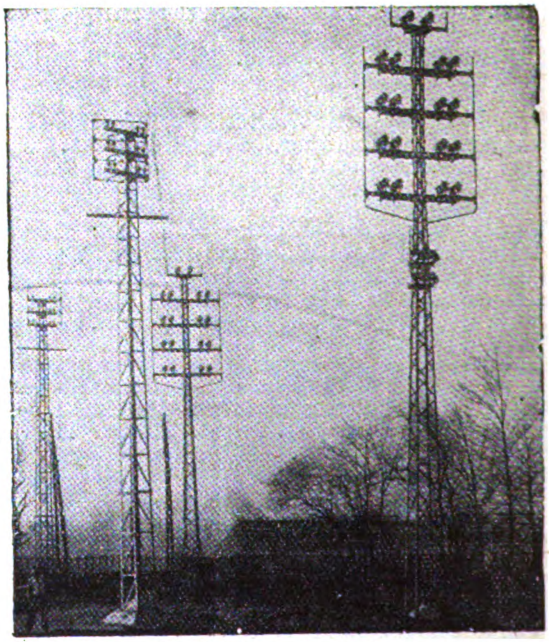
Agences à LONDRES, NEW-YORK, CLEVELAND

SOCIÉTÉ CENTRALE D'ENTREPRISES

Armand D. RIVIÈRE et Cie

Société en Commandite par Actions au Capital de 2.000.000 de francs

11 et 13, rue de Belzunce, PARIS (Xe)



Entreprises Générales d'Électricité

TRANSPORT DE FORCE A HAUTE TENSION

STATIONS CENTRALES

RÉSEAUX COMPLETS DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE

TRACTION ÉLECTRIQUE

CATENAIRE SYSTÈME Bté S.G.D.G.

Téléphone : Nord 48.48, Nord 53 61

Télégramme : Carpenrive, Paris

Digitized by Google

de faire suivre la perturbation de charge d'un asynchronisme complet, et une valeur plus faible peut causer un pompage gênant et persistant par une oscillation forcée des régulateurs des turbines, combinée avec certaines conditions hydrauliques, telles que des conduites forcées de grande longueur. — L'auteur montre que ces phénomènes constituent une limite pratique de l'emploi des réactances de protection, car les réactances nécessaires pour donner lieu aux conditions qu'il décrit sont de même grandeur que celles qu'on indique souvent pour la protection et la localisation. — P. L.

621.311.6. — **Tableau transportable pour laboratoires universitaires.** *Electrical World*, 15 septembre 1917, t. LXX, p. 528, 280 mots, 1 fig. — Tableau employé par les étudiants de l'Université de Minnesota.

621.312.1+621.313.1.00.314. — **Machines à courant continu. Quelques notes sur leur évaluation.** *Electrical Review*, 17 août 1917, t. LXXXI, p. 165, 300 mots, 2 fig. — Quand on ne possède aucune évaluation récente d'une machine exactement identique, l'évaluation d'un nouveau modèle de générateur ou de moteur peut entraîner une dépense de temps considérable. L'auteur donne à ce sujet quelques règles pratiques et quelques graphiques. — A. B.

621.312.16.00.42. — **Troubles divers affectant le fonctionnement des balais**; E.-H. MARTINDALE. *Electrical Review*, Chicago, 8 septembre 1917, t LXXI, p. 422-423, 2 000 mots, 1 fig. — Le 13e article sur la question. Mauvais entraînement des courroies de transmission, vibrations, pression anormale des balais, échelonnage, etc.

621.312.16.00 42. — **Causes et remèdes de l'affaissement des lames et de l'élévation des micas des collecteurs**; E.-H. MARTINDALE. *Electrical Review*, Chicago, 25 août 1917, t. LXXI, p. 336-337, 1 100 mots. — C'est le 12e article d'une série de 14 sur la solution des troubles des balais et des collecteurs.

621.312.16.00.42. — **Choix, montage et essai des balais en charbon**; E.-H. MARTINDALE. *Electrical Review*, 22 septembre 1917, t. LXXI, p 520-521, 2 200 mots. — Dernier d'une série de 14 articles sur les troubles des collecteurs et des balais.

621.312.16 00.42. — **Le mica et les troubles de la commutation**; Frederich MURGATROYD. *Electrician*, 6 juillet 1917, t. LXXIX, p. 545, 1 380 mots.

621.312.16. — **Résistance au contact des balais en charbon**; R. CZEPEH. *Electrical World*, 19 mai 1917, t. LXIX, p. 952, 200 mots. Archiv. f. Elektrot. *Science Abstracts*, section B, 31 mars 1917.

621.312.17. — **L'enroulement série et l'enroulement parallèle imbriqué dans les machines à courant continu avec pôles auxiliaires**; J. VORONOFF. *R. G. E.*, 6 octobre 1917, t. II, p. 529-532, 2 500 mots. — Dans cet article, l'auteur se propose de démontrer que le choix entre l'enroulement série et l'enroulement parallèle pour le calcul d'une machine à courant continu doit être fait après avoir étudié en détail tous les avantages et tous les inconvénients de chacun d'eux et pour chaque machine séparément. A l'aide des formules du professeur Arnold, il étudie les différents cas dans lesquels l'un ou l'autre de ces deux enroulements peut être plus ou moins avantageux au point de vue de la commutation. En outre, il attire l'attention sur le moyen d'améliorer la commutation en diminuant la perméance de l'encoche et de l'entrefer, de même que sur la manière différente dont se répartit le courant pour chacun de ces deux enroulements.

621.312.2.00.42. — **Les températures internes des alternateurs**; Ralph KELLY, *P. A. I. E. E.*, février 1917, t. XXXVI, p. 103-118, 5 200 mots, 4 fig, 1 tabl. — Ce mémoire traite des températures internes d'un certain nombre de grands alternateurs typiques, la température étant mesurée par un couple thermo-électrique placé entre des bobines d'induit logées dans la même encoche et au centre du noyau. La différence entre les températures internes ainsi mesurées et les températures de surface correspondantes, dans les essais cités, varie de 0° à 35°5. L'auteur explique cette grande différence au moyen d'essais et de calculs. Il donne, pour le calcul des températures internes, une méthode basée sur les lois de la chaleur et sur des données tirées de nombreux essais. Par ces essais et ces calculs, il explique l'influence, sur la température interne, des changements de fréquence, de la longueur du noyau, de l'épaisseur et de la nature de l'isolant, de la densité de courant dans l'induit et de l'induction dans le noyau. Il discute le rôle des bobines d'extrémité dans la dissipation de la chaleur venant du centre du noyau. Il déclare en conclusion que, quoique la grande différence qui existe entre les températures interne et superficielle soit explicable, on ne peut pourtant donner pour cette différence aucun chiffre moyen s'appliquant à tous les types d'alternateurs. — P. L.

621.312.2.031.3. — **La limitation des courants de court-circuit dans les alternateurs.** *Electrical World*, 8 septembre 1917, t. LXX, p. 477-479, 2 300 mots, 6 fig. — Une résistance ajoutée au circuit d'excitation produit une diminution rapide du courant de court-circuit, tandis qu'une self-inductance en réduit la valeur initiale.

621.312.2 031.4. — **La marche en parallèle des alternateurs**; William KNIGHT. *Electrical World*, 15 septembre 1917, t. LXX, p. 517-519, 2 650 mots, 1 fig.

621.313.21.00.12. — **Méthode générale de calcul des collecteurs de machines à courant alternatif.** *R. G. E.*, 29 septembre 1917, t. II, p. 498-500, 2 100 mots, 2 fig. Analyse d'un article de SCHENKEL, publié dans *E. T. Z.*, 22 février 1917, p. 101-103, 3500 mots, 3 fig. — L'auteur reproche aux travaux qui ont été publiés sur ces collecteurs de n'avoir pas tenu suffisamment compte de l'échauffement et donne une méthode de calcul qui lui permet d'obtenir plus exactement les valeurs qu'il convient de donner aux lames du collecteur, à leur espacement, au nombre des balais, à la surface totale du contact de ceux-ci, etc.

621,313.23:531.37. — **Influence de la résistance d'induit et de ligne sur les oscillations pendulaires des machines synchrones**; C. DELLA SALDA. *Elettrotecnica*, 25 septembre 1917, t. IV, p. 482-487, 5 000 mots, 7 fig. — L'auteur étudie le cas particulier des oscillations pendulaires qui se produisent par suite d'un changement dans les conditions de fonctionnement, par exemple une diminution de la charge, dans un moteur synchrone alimenté par des générateurs qui n'assument pas de mouvement oscillatoire. C'est-à-dire la tension de ligne est supposée constante pendant le phénomène. Il démontre l'existence d'un couple électromagnétique qui tend à amplifier les élongations, si petite que soit leur valeur initiale. En conséquence, si les couples amortisseurs sont insuffisants, la machine peut se désynchroniser. La dépendance de ce couple amplificateur de la résistance par phase d'induit et de la ligne, jusqu'aux points où la tension est supposée constante, est mise en évidence. Contrairement aux conclusions d'autres auteurs qui ont traité le même problème (MM. Dreyfus, Rogowsky, Dina), le couple amplificateur devient maximum, et non pas nul, lorsque la résistance est égale à la réactance synchrone par phase du moteur, augmentée de la réactance correspondante de la ligne. Il croît toujours en augmentant la résistance jusqu'à cette limite. L'auteur pense que son interprétation du phénomène oscillatoire est plus complète que celle des auteurs cités, et que les formules, établies par ces derniers, représentent une approximation de sa formule finale.

621.314.00.12. — **Analyse vectorielle des diagrammes de vecteurs électriques avec application particulière aux transformateurs**; A. PRESS. *Electrician*, 10 août 1917,

Digitized by Google

... Mais fiez-vous

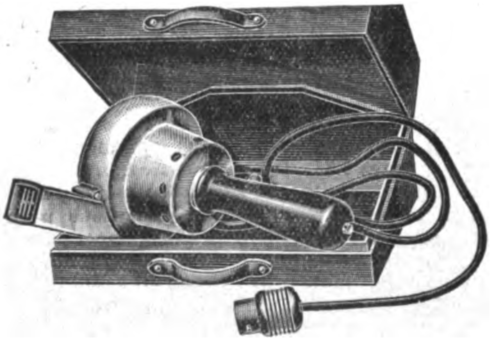
A LA DYNAMO EYQUEM

Les bonnes maisons sont comme les bons vins, elles gagnent en vieillissant.

SOCIÉTÉ DE LA DYMO-PHARE EYQUEM

112, rue de Cormeille, LEVALLOIS-PERRET (Seine).

Dynamos, Phares, etc. --- Installations électriques sur voitures et canots automobiles.



SÈCHE-CHEVEUX

APPAREILS pour MASSAGE VIBRATOIRE

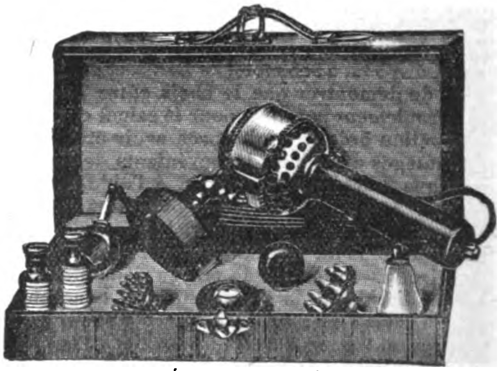
SÈCHE-CHEVEUX

General Electric de France Ltd

Lucien ESPIR, Administrateur Délégué

10 et 12, Rue Rodier, — PARIS (9e)

Téléph. Gutenberg 47-80. *Télég.* Cespir-Paris.



ÉLECTRO-MASSEUR

Digitized by Google

t. LXXIX, 1. 745, 1 850 mots. — L'auteur envisage les points suivants : représentations de la phase dans les vecteurs sinusoïdaux, opérations différentielles et courants alternatifs, application au diagramme d'un transformateur.

621.314 : 00.42. — Le refroidissement des enroulements de transformateurs à bain d'huile après l'arrêt de service ; V.-M. MONTSINGER. *P. A. I. E. E.*, avril 1917, t. XXXVI, p. 351-370. — Les Règles de l'American Institute of Electrical Engineers pour 1916 exigent que l'échauffement des enroulements de transformateurs soit mesuré par la méthode de la variation de résistance. Comme la mesure d'une résistance demande ordinairement un temps considérable, il y a toujours une baisse de température entre l'instant de l'arrêt et le moment où l'on observe la résistance. Il y a trois méthodes pour déterminer la température à l'instant de l'arrêt. Ce sont : 1° relever une courbe du refroidissement et extrapoler jusqu'au moment de l'arrêt ; 2° employer une correction arbitraire ; 3° calculer la vitesse de refroidissement. La formule théorique usuelle pour le calcul du refroidissement d'un corps n'est pas sous une forme commode pour l'emploi pratique. De plus, les conditions de refroidissement d'un transformateur sont généralement telles que la formule serait difficile à appliquer. Cependant, l'auteur montre que le refroidissement des enroulements de transformateur à bain d'huile pendant un temps court (quatre ou cinq minutes) après l'arrêt, est à peu près fonction des watts par kilogramme de cuivre et que, quand il est nécessaire de faire des calculs, on obtient des résultats plus exacts par cette méthode partiellement empirique que par l'usage de la formule théorique. L'auteur indique les avantages et les inconvénients de chaque méthode et explique dans un appendice certaines formules employées. — P. L.

621.314.3.00.42. — Sur le choix du mode de refroidissement, l'installation et l'entretien des transformateurs statiques ; R. JACQUOT. *R. G. E.*, 6 octobre 1917, t. II, p. 533-542, 7 000 mots, 12 fig. — L'hésitation rencontrée dans le choix du mode de refroidissement des transformateurs et les multiples variantes sollicitées par les exploitants dénotent souvent une méconnaissance des avantages des différentes méthodes employées. Cette étude doit pouvoir permettre ce choix. Les principales constructions y sont décrites et figurées. La comparaison de ces méthodes a amené l'auteur à créer un questionnaire spécial destiné aux exploitants et devant faciliter la recherche de la meilleure solution en éliminant les variantes inappropriées aux conditions locales. — Les divisions de l'article sont : façon de présenter le problème, les différents modes de refroidissement, leur comparaison, installation des transformateurs, leur entretien. — Dans ses conclusions, l'auteur recommande à l'exploitant de s'entendre avec le constructeur pour le choix du mode de refroidissement, de choisir le type de transformateurs à huile avec refroidissement par circulation d'eau à l'intérieur pour les moyennes et grandes puissances, de ne faire usage des transformateurs à insufflation d'air que quand on y est astreint, de généraliser l'emploi des dispositifs avertisseurs et de sécurité.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

654.25.00 42 — Précautions à prendre pendant le fonctionnement des installations radiotélégraphiques. *R. G. E.*, 25 août 1917, t. II, p. 303-304, 1 400 mots. Analyse d'un article de Robert MARRIOTT, publié dans le *Scientific American Supplement*, 28 avril 1917, n° 2 156 et dans *L'Industrie électrique*, 25 juin 1917, t. XXVI, p. 229, 4300 mots.

654.25. — Améliorations dans le domaine de la télégraphie sans fil. *R. G. E.*, 28 juillet 1917, t. II, p. 149-150, 900 mots. Analyse d'un article des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, mars 1917, t. VI, p. 66, 2200 mots, se référant à un article de *Electrical World*, janvier 1916. — L'article examine successivement : les communications radiotélégraphiques à grande distance, la transmission par ondes entretenues, les récepteurs hétérodynes, la radiotéléphonie.

35.823.6 (73). — Le télégraphe et le téléphone dans l'armee américaine. *Electrical World*, 1er septembre 1917, t. LXX, p. 401-404, 3 000 mots, 10 fig. — Petits groupes de radiotélégraphie, antennes transportables, tableaux multiples de campagne, etc. (Photographies intéressantes.)

654 3. — Application du duplex au système Baudot. — Lettre de M. le major Booth, ingénieur en chef au Post Office britannique, et note de Montoriol, inspecteur des Postes et Télégraphes français. — *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1917, p. 244-252, 2 700 mots.

654.4. — Note sur le goudronnage des poteaux. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, juin 1917, p. 261-265, 1 150 mots. — L'application de deux ou trois couches de goudron de houille pur au pied des poteaux augmente leur durée ; la partie goudronnée doit avoir une longueur d'au moins 1 m et être placée de façon à sortir du sol de 30 cm ; dans les terrains mauvais, le goudron doit recouvrir toute la partie enterrée. L'application doit être faite à une température de 50° à 60°. L'emploi d'huile lourde de goudron ou de créosote est avantageux, à la condition toutefois que le produit utilisé ne soit ni trop volatil ni trop gras. Le carbonyle peut donner de bons résultats, mais il faut qu'il ait une composition connue. Le procédé par immersion dans une cuve est préférable au badigeonnage à la brosse. Ces procédés donnent de meilleurs résultats avec des poteaux secs qu'avec des poteaux encore verts. Le sulfate de cuivre, au moins dans les conditions habituelles d'emploi, n'a pas un pouvoir antiseptique assez grand pour détruire tous les champignons ; c'est ce qui rend nécessaire l'emploi d'un moyen supplémentaire de protection. Comme les procédés à la créosote et au bichlorure de mercure sont plus efficaces que ceux au sulfate de cuivre, il semble qu'il y aurait intérêt à ne pas imprégner de sulfate de cuivre le pied des poteaux, de façon à pouvoir l'imbiber complètement de créosote ou d'une autre substance de pouvoir antiseptique comparable. Les arbres ainsi préparés auraient, au point de vue de la durée, les avantages de ceux préparés à la créosote, et, au point de vue de la facilité du travail, les avantages de ceux préparés au sulfate de cuivre.

APPLICATIONS THERMIQUES

621.364 : 661.255. — Sur l'emploi du chauffage électrique dans la concentration de l'acide sulfurique ; S. PAGLIANI. *Elettrotecnica*, 15 septembre 1917, t. IV, p. 466-470, 4000 mots, 11 fig. — L'auteur fait connaître les résultats qu'il a obtenus au cours de ses recherches sur la concentration directe de l'acide sulfurique par le chauffage électrique. Il montre ensuite, que, dans ses expériences, le rendement thermique est bien supérieur à celui que l'on obtient par tous les autres procédés de concentration de l'acide sulfurique.

621.364. — Le chauffage électrique pour les basses températures. *Electrical Review*, 6 juillet 1917, t. LXXXI, p. 11, 1 600 mots. Extrait d'un rapport présenté par C.-F. HIRSHFELD à l'*American Electrochemical Society*. — L'auteur indique que le chauffage électrique ne peut pas être considéré d'une manière générale comme un concurrent commercial par rapport aux fours à combustion. — Pour certaines applications devant avoir lieu à des températures relativement basses (inférieures à 300° C), le chauffage électrique présente des avantages. Il est plus facile à régler et il peut fonctionner d'une manière continue. L'auteur insiste sur les progrès qu'il a permis de réaliser dans la cuisson de certaines laques sous des températures qui doivent demeurer comprises entre 100 et 260° C. — A. B.

Digitized by Google

DOUILLES

HELDT, DEYDIER et C^IE

Manufacture d'Appareillage Électrique

SIÈGE ET BUREAUX : 2, rue de la République, 2, **LYON.**

Usine à YVOURS-IRIGNY (Rhône).

Adr. télégr. : Leclique-Paris.

"L'Éclairage Électrique"

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS

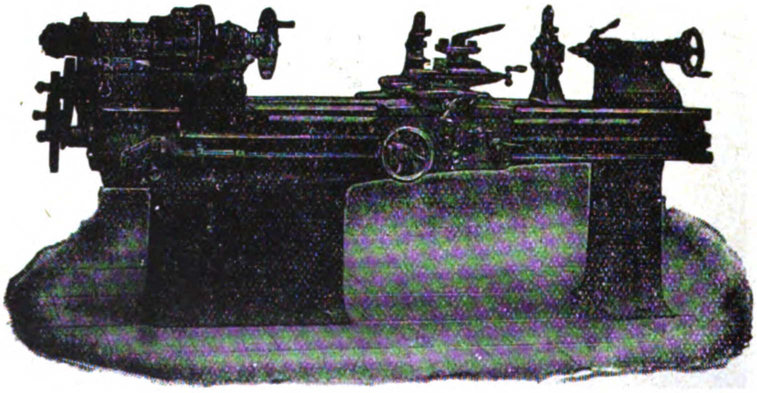
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS (8e)

Téléphone : Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS

ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS

DE

PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES

Perceuses Radiales

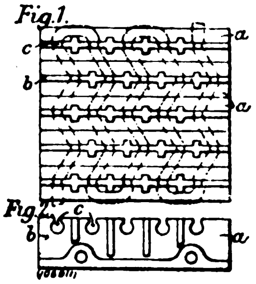
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

Digitized by Google

621.364. Appareils de chauffage électrique; The Cable Accessories Company. *Brevet anglais n° 106011*, 15 juin 1916. Bibliographié dans *Engineering*, 27 juillet 1917, t. civ, p. 108, 2 fig. — Cet appareil de chauffage comporte une résistance logée dans des pièces a portant des nervures b ;



621.364. — Disposition de résistances de chauffage.

ces pièces a peuvent être assemblées entre elles à l'aide de boulons. En conformité avec l'invention, les nervures b sont pourvues d'ouvertures c disposées pour le passage de la résistance et arrangées de telle manière que cette résistance soit logée en décrivant un circuit en zigzag pour en augmenter la longueur utile. — E. B.

MÉDECINE ET HYGIÈNE

621.384. — Appareil d'induction pour la recherche des projectiles; St.-Procopiu. *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. i, p. 888-889, 900 mots. 1 fig — Dans cet article, l'auteur décrit un appareil d'induction permettant de déceler les projectiles magnétiques dans le corps des blessés. La principale particularité consiste dans l'emploi d'un détecteur à galène pour rectifier les courants induits.

615.84. — Les plus récentes applications de l'électricité dans la guerre actuelle en particulier pour le traitement des maladies et des blessures; W. Leeming. *Electrical Review*, 15 juin 1917, t. lxxx, p. 661-664, 3000 mots, 6 fig. — Dans cette étude l'auteur envisage successivement : 1° la chaleur rayonnante, les rayons Röntgen et les courants vibratoires ; 2° la paralysie sous ses diverses formes ; 3° l'ionisation, la destruction des substances organiques, l'antisepsie des blessures ; 4° la faradisation des muscles paralysés ; 5° le traitement de la sciatique ; 6° le traitement du rhumatisme ; 7° le traitement de la synovie. — A. B.

617.14 : 537.33. — L'électrolyse pour le traitement des plaies suppurantes; Charles Russ. *Electrical Review*, 1er juin 1917, t. lxxx, p. 616, 200 mots. *British Medical Journal*.

621.386. — Appareil pour la radiographie et la radioscopie. *R. G. E.*, 22 septembre 1917, t. ii, p. 456, 100 mots, 1 fig. Analyse d'un article de M. Alibert publié dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, janvier-avril 1917, p. 287, 250 mots, 1 fig. — Cet appareil a pour but de localiser les projectiles.

617.99. — Nouvelle méthode d'extraction sous l'écran radioscopique : procédé des concordances ou des ombres liées; Mazérès. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 17 septembre 1917, t. clxv, p. 397-398, 600 mots. — Le procédé des concordances permet, sans outillage spécial, d'atteindre le projectile dans n'importe quel sens, sans se soucier du rayon normal et du déplacement du malade et d'opérer l'extraction du projectile par la voie d'entrée avant qu'il soit encapsulé de tissus fibreux. Voici le mode opératoire tel que l'indique l'auteur. Une fois choisi le point d'intervention, on place le malade sur la table radiologique, on incise la peau en boutonnière, introduit une pince fermée, on met l'écran en position et on procède à l'orientation de la pince. Pour cela on la place de façon que le prolongement de l'image de son axe passe par l'image du projectile. Cette visée est facilitée par une fléchette placée sur l'écran qui permet, en outre, le repérage. On décale l'ampoule. Si le prolongement de la nouvelle image de la pince coupe la deuxième image du projectile, on n'a qu'à pousser la pince suivant son axe jusqu'au contact avec le projectile. Si le prolongement passe entre les deux images du projectile, on abaisse la pointe de la pince, on oriente son axe vers la deuxième image du projectile et on recommence les opérations jusqu'à liaison des images, quelle que soit la position du focus. Si le prolongement de l'axe de la pince passe au delà de l'intervalle des deux images du projectile, on relève la pointe de la pince et opère comme précédemment. Une fois la pince en contact avec le projectile, le déplacer par poussée, disposer les mors de façon que leurs images se superposent sur l'écran, les écarter et décaler l'ampoule. Si le projectile apparaît entre les mors, il n'y a plus qu'à pincer. Si le projectile apparaît au-dessous des mors on recule la pince, on la ferme, on abaisse la pointe et on répète la manœuvre. S'il apparaît au-dessus on recule la pince, on la ferme, on relève la pointe et répète les opérations. L'auteur donne ensuite la théorie de l'opération. Dans la première position, le focus et la tige de la pince déterminent un plan qui coupe l'écran suivant une ligne qui est l'ombre de la pince. En déplaçant la pince, on fait pivoter ce plan de façon que le corps étranger s'y trouve. Son image se profile alors sur l'écran suivant le prolongement de l'image de l'axe de la tige. Si la tige est dirigée vers le corps étranger, le plan focus-tige pivote autour de la ligne tige-corps étranger quand on déplace le focus, les ombres restent « liées » sur l'écran, c'est-à-dire en concordance. Si la tige est dirigée au-dessous du corps étranger, l'axe de rotation constitué par la tige passe au-dessous du corps étranger. Celui-ci étant plus près de l'écran, son image s'est moins déplacée que celle de l'axe de la pince. Cette dernière image tombe donc en dehors des deux images du projectile. Si la tige est dirigée trop haut, l'axe de rotation (tige) est au-dessus du corps étranger. Celui ci se trouve alors plus loin de l'écran et son image est plus déplacée que celle de l'axe de la pince qui coupe donc l'intervalle des deux images du projectile. Cette méthode est très rapide et a donné de très bons résultats.

621.386. — Sur la méthode de stéréoscopie monoculaire particulièrement applicable à la radiographie ; J.-B. Tauleigne et G. Mazo. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 17 septembre 1917, t. clxv, p. 395-397, 1000 mots. — On peut réaliser la vision binoculaire du relief sur un écran radioscopique, mais elle nécessite soit l'emploi de deux tubes, soit celui d'un tube unique à double anticathode en réalisant alors la fusion du couple par des méthodes les plus diverses (miroirs, prismes, obturateurs synchrones, etc.) Mais ces divers procédés nécessiteraient une transformation très importante du matériel radiographique qui ne pourrait être réalisée pendant la guerre. Les auteurs ont donc cherché à obtenir la sensation du relief sans avoir à faire subir des modifications notables à l'outillage radiographique actuel. Ils sont parvenus, avec un tube ordinaire, sans aucun appareil d'observation devant les yeux, à obtenir un relief vrai et mesurable pouvant servir à la localisation précise des projectiles dans le corps des blessés. Le procédé employé par les auteurs se décompose en deux parties : la création de l'image parallactique et son observation. Pour avoir la sensation du relief, il est certain qu'on ne peut rien obtenir avec une seule image fixe. Les auteurs impriment au foyer d'émission radiogène ou à l'objet un déplacement angulaire de petite amplitude et de période comprise entre une seconde et un quart de seconde. L'axe de déplacement est tel que l'un au moins des plans du sujet demeure fixe sur l'écran, les autres plans subissant une déviation d'autant plus grande qu'ils sont

Digitized by Google

J. HOPKINSON & C° Lᵀᴰ

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS — 94, Rue Saint-Lazare — PARIS

Usines à HUDDERSFIELD (Angleterre)

Adoptez les APPAREILS de SURETÉ et VALVES " HOPKINSON "

INDICATEUR DE NIVEAU D'EAU " **ABSOLUTE** " HOPKINSON
A CONTRE-ÉCROU DE SURETÉ ET FERMETURE AUTOMATIQUE

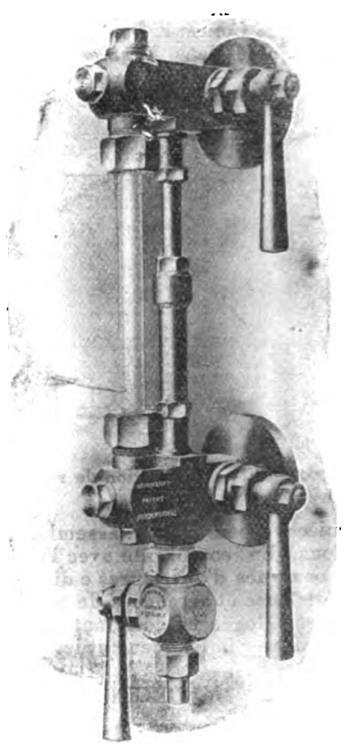
Aucune fausse indication possible avec ces indicateurs

Les Billes automatiques peuvent être retirées, examinées, nettoyées et replacées lorsque la chaudière est sous pression

Nos **SPÉCIALITÉS** sont le résultat de plus de 70 ans d'expériences dans la construction de premier ordre **D'APPAREILS POUR CHAUDIÈRES**

GRANDS PRIX : *BRUXELLES, 1910; ROUBAIX, 1911*

CATALOGUES ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE



LANDIS & GYR

BUREAUX ET LABORATOIRE :

12, RUE LAPEYRÈRE, PARIS

ATELIERS : 4, rue des Cloys.

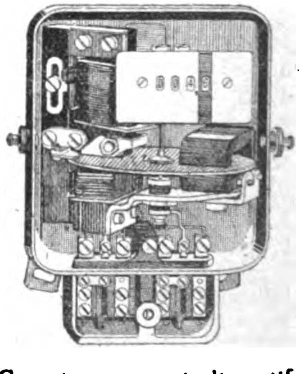
Téléph. : MARCADET 11-03. — Adr. télégr. : DIVISOR-PARIS.

Compteurs d'Electricité

Wattmètres Ferraris

Interrupteurs horaires

Limiteurs de courant



Compteur courant alternatif.

plus éloignés de ce plan fixe initial. On a ainsi une image qui contient tous les éléments d'une vision stéréoscopique. Si on observe une telle image avec les deux yeux, on n'a aucune sensation de relief ; si on la regarde avec un seul œil, on voit le relief physiquement exact mais tantôt direct, tantôt renversé, suivant les dispositions du moment de l'observateur. Cet état de choses n'introduit pas un élément d'erreur, car il ne trouble pas l'ordre relatif des plans et n'empêche pas une localisation exacte. On peut cependant obtenir un aspect toujours identique. Il n'y a qu'à faire mouvoir le tube radiogène et non l'objet, on a alors le pseudo-relief, c'est-à-dire que l'observateur voit l'image du corps comme si son œil était placé au focus de l'ampoule. L'observation est très facile et, en quelques jours, l'opérateur est aussi capable de différencier les plans que s'il se servait de la vision binoculaire ordinaire. — Ce procédé n'exige aucune modification essentielle des appareils actuels et ne demande qu'un dispositif quelconque permettant de faire osciller lentement le tube de droite à gauche et de haut en bas. Il peut rendre immédiatement de grands services pour la localisation radioscopique des projectiles et pour les extractions sous l'écran, où il renseignera le chirurgien simultanément sur la position de sa sonde et sur celle du projectile.

APPLICATIONS DIVERSES

621.3 (73). — Les derniers pas de géant de l'électricité en Amérique ; Louis Bichet. *R. G. E*, 30 juin 1917, t. I, p. 1019-1030, 10000 mots, 21 fig. — Dans cet article, illustré de nombreuses figures, l'auteur passe rapidement en revue les progrès saillants des diverses branches de l'industrie électrique des Etats-Unis au cours de ces dernières années. Il montre ainsi que nos constructeurs, nos ingénieurs et le public ont intérêt à étudier et appliquer les méthodes d'organisation américaines et conclut que, dans ce sens, des efforts, immédiats et bien coordonnés, peuvent modifier rapidement l'avenir de l'industrie électrique française.

621.347 + 63 171.24 : 00.314. — Prix de revient comparés du labourage mécanique ; Ach. Delamarre. *R. G. E.*, 2 juin 1917, t. I, p. 860-862, 2300 mots. — L'auteur montre dans cet article, qui constitue un complément à sa précédente étude sur le labourage électrique, avec quels concurrents le nouveau système aura à lutter. Les chiffres comparatifs qu'il indique seront intéressants à retenir pour tous ceux qui voudront consacrer leurs efforts à une propagande utile auprès des agriculteurs.

537.52 : 63. — L'emploi des décharges électriques en agriculture. *Engineer*, 27 juillet ; *Génie civil*, 8 septembre 1917, t. LXXI, p. 167. — Le « Génie civil » signale un article d'« Engineer » résumant les travaux de Lodge, Jorgenson, Blanckman, Newman, Priestley, de l'abbé Nollet et de l'abbé Berthelon. L'auteur montre les tâtonnements et les erreurs nombreuses résultant de l'emploi d'appareils faits au hasard. Le rôle des décharges électriques et les effets d'ionisation étant mieux connus, il est plus facile de représenter les conditions d'efficacité des décharges et le fonctionnement des appareils. L'article décrit ceux de Lemstrom, de Lodge et Newman, l'appareil et les essais de Lincluden et les expériences de Miss Dudgeon. L'obstacle principal à l'adoption de ces appareils est le prix élevé que coûterait leur application. Ainsi pour 10 hectares on évalue à 7 500 fr les frais de premier établissement et à 1 700 fr environ les frais annuels d'entretien des appareils (système Lodge-Newman).

537.52 : 63. — Electroculture ; quelques notes sur l'appareil de décharge. *Electrical Review*, 6 juillet 1917, t. LXXXI, p. 21-23, 2 800 mots, 4 fig. — Historique. — Description du réseau de décharge. — Avantages et inconvénients des divers dispositifs utilisés pour produire le courant de haute tension : machines statiques, transformateurs élévateurs de tension, bobine d'induction et interrupteur. — Influence sur les récoltes.

621.347. — Emploi de l'électricité en agriculture. *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, janvier-avril 1917, p. 282. — L'auteur cite un rapport de W.-E. Kerr, à l'Incorporated Municipal Electrical Association de Londres, donnant d'intéressants détails sur l'exploitation électrique agricole du district d'Hereford. Dans ce district, un circuit de distribution existe à l'usage de l'agriculture. Les lignes sont posées sur des poteaux en bois de 5,5 m de hauteur, les fils sont en aluminium. La tension du courant est de 440 v. Le coût d'établissement de ces lignes est de 1 700 fr : km. La force en chevaux des moteurs et les unités consommées se répartissent ainsi : fabrication du cidre, 160 ch, 67 404 unités ; mouture des grains, 142 ch, 347 856 unités ; usages dans les fermes, 106 ch, 19 673 unités ; élévation d'eau, 157 ch, 331 295 unités ; scieries, 130 ch, 22 801 unités. Un revenu moyen de 1 500 fr par an peut être produit par les fermes, on peut facilement compter sur 0,60 fr par unité. Une installation-type dans les fermes du Hereford consiste en un moteur de 8,5 ch tournant à 960 révolutions par minute. Une pompe à vide pour les appareils de laiterie exige environ 1,5 ch et sert deux fois par jour pendant deux heures dans la matinée et une heure un quart dans l'après-midi. On compte sur 70 vaches, mais l'installation a une capacité correspondant à 88. On estime qu'il faudrait au moins cinq hommes très experts pour faire le même ouvrage. Les machines à râper la pulpe sont disposées au-dessus des chambres à stériliser et à filtrer. Il y a aussi une machine à concasser le grain et à broyer l'avoine, une scie circulaire pour débiter le bois. On installera plus tard un appareil pour chauffer l'eau par le courant électrique. Les bâtiments de la ferme sont entièrement éclairés à l'électricité. La dépense a été en 1915 d'environ 625 fr. L'introduction du labourage et des transports paraît devoir se développer prochainement. Au point de vue mécanique on pourrait fabriquer des machines pouvant servir à labourer ou à battre ou à actionner les appareils d'une ferme. Avec des transmissions à vitesse variable, il suffirait d'un moteur de 10 à 12 ch. Un point intéressant est la culture électrique ; on a fait des essais satisfaisants sur des pommes de terre et sur de l'avoine. En 1912, 1913 et 1914, on a fait l'essai sur des pommes de terre et, dans chaque saison, on a obtenu une plus forte récolte du terrain électrisé que du terrain naturel, la différence par hectare était de 210 kg pour 1912, de 260 kg pour 1913 et de 460 pour 1914. En 1915, on a opéré sur de l'avoine. Dès le début, on put voir que l'avoine poussée sur le terrain électrisé montrait des caractères très nettement différents et ne souffrait point de la sécheresse au même point que le reste. Au moment de la récolte on faucha, battit et pesa les deux parties séparément, et on constata que l'avoine du terrain électrisé donnait un avantage de 31 pour 100 sur le grain et de 63 pour 100 sur la paille.

621.62 : 614.318. — Emploi des ventilateurs électriques dans la conservation des fruits. *Electrical Review*, Chicago, 11 août 1917, t. LXXI, n° 6, p. 240, 500 mots. D'après le Bulletin n° 841 de l'United States Department of Agriculture. — Ce bulletin indique un procédé permettant, au moyen d'un ventilateur électrique, d'obtenir le séchage des fruits en vingt-quatre heures. — P. G.

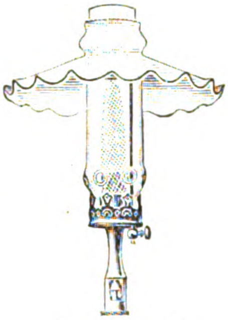
621.349. — La destruction des insectes par l'électricité ; R.-L. Montgomery. *Electrical Review*, Chicago, 11 août 1917, t. LXXI, n° 6, p. 236, 600 mots. — L'essai a été effectué par le propriétaire d'un hôtel américain situé dans une contrée infestée de moustiques. Il disposa une lampe au tungstène de 100 w munie d'un réflecteur disposé à la hauteur moyenne à laquelle se tiennent les moustiques. A côté de la lampe, un aspirateur commandé par un moteur fut installé dont l'une des extrémités était reliée à une cage métallique. La lampe et le moteur étaient commandés par le même interrupteur, de sorte que leur mise en marche

Digitized by Google

VISSEAUX-LYON

Magasins et Bureaux ; 87 à 90, quai Pierre-Scize (Téléph. 25-52). — Usines : 22, rue Berjon (Téléph. 25-51).

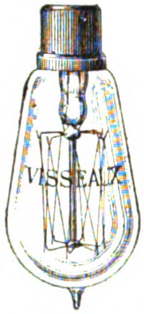
Maisons à PARIS, LONDRES, MONTRÉAL.



Bec intensif
VISSSEAUX
Breveté S. G. D. G.

Fabrique de Manchons.

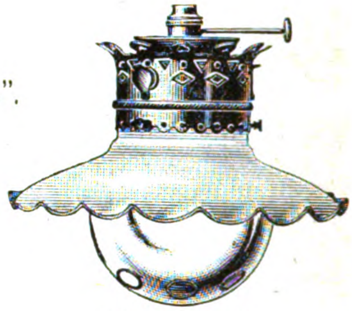
Soie et Ramie.



Lampe électrique
VISSEAUX
à filament étiré.

Verrerie "Baccarat".

Cristallerie.



Bec renversé
VISSEAUX
Breveté S. G. D. G.

***LYON 1914* : Membre du Jury. Hors concours. — *SAN FRANCISCO 1915* : Hors concours.**

TÉLÉGR. : VISSEAUX-LYON

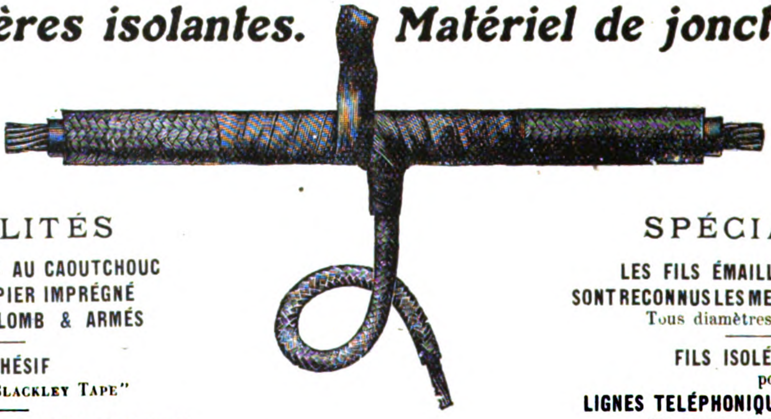
CATALOGUES SUR DEMANDE
EXPORTATION

UNIS FRANCE

CONNOLLY BROTHERS Ltd

FABRICANTS DE FILS ISOLÉS ET DE CABLES

Matières isolantes. Matériel de jonction.



SPÉCIALITÉS

FILS & CABLES ISOLÉS AU CAOUTCHOUC VULCANISÉ, AU PAPIER IMPRÉGNÉ RECOUVERTS DE PLOMB & ARMÉS

RUBAN ADHÉSIF
Marque déposée : "BLACKLEY TAPE"

SOLUTION DE CAOUTCHOUC NON INFLAMMABLE
Marque déposée : "PEAR DROP BRAND"

FILS AÉRIENS RECOUVERTS DE TRESSE IMPRÉGNÉE POUR ATMOSPHÈRES CORROSIVES
Marque déposée : "CLIMIC".

SPÉCIALITÉS

LES FILS ÉMAILLÉS "CONNOLLY" SONT RECONNUS LES MEILLEURS SUR LE MARCHÉ
Tous diamètres depuis 4/100mm.

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS
pour
LIGNES TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIQUES OU SONNERIES ÉLECTRIQUES

CONDUCTEURS SIMPLES OU MULTIPLES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR LIGNES AÉRIENNES

FILS ISOLÉS ÉMAILLÉS POUR STATIONS DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Adresser toutes demandes de renseignements au Bureau central et aux Ateliers

VALE MILLS

BLACKLEY-MANCHESTER (Angleterre).

Digitized by Google

était simultanée. L'appareil fut mis en marche à la tombée de la nuit jusqu'à l'extinction des feux. Le réservoir, examiné le lendemain, contenait 4 à 5 litres d'insectes de toutes sortes Le succès de la tentative était indéniable. L'intensité du projecteur était plus grande que celle des lampes des vérandas, de façon à attirer les moustiques qui se dirigent toujours vers la lumière la plus intense. Ce moyen de destruction des insectes est donc extrêmement pratique et beaucoup moins dispendieux que celui consistant à répandre de l'huile à la surface des marécages, ainsi que cela se pratique à grands frais dans certaines villes particulièrement infestées de moustiques. — P. G.

621.349 : 687.152 (73). — Fabrication mécanique des uniformes aux Etats-Unis ; de la Ciseraie. *La Nature*, 29 septembre 1917, p. 206-208, 1 900 mots, 4 fig. — Nos alliés ont organisé de grandes manufactures d'habillement pourvues d'outillage moderne, machines à dessiner la forme, à couper, à coudre, à faire les boutonnières, à repasser et peu d'ouvriers suffisent pour la mise en marche et la surveillance des machines dont la plupart sont mues électriquement : 15 000 uniformes sont ainsi confectionnés par jour dans l'usine de New-Jersey.

531.58. — Le gyroscope et ses applications ; H. Volta. *La Nature*, 29 septembre 1917, p. 193-200, 4 500 mots, 21 fig. — Dans cet article, l'auteur énumère tout d'abord les propriétés du gyroscope : la précision de l'axe et la fixité dans l'espace de cet axe, il donne des exemples faciles à saisir de l'application de ces propriétés et décrit quelques appareils stabilisateurs : stabilisateurs de torpilles, gyroscope collimateur de l'amiral Fleuriais, les observations du point en mer, compas gyroscopiques de la marine.

531.58. — La stabilisation des navires et des avions : H. Volta. *La Nature*, 20 octobre 1917, p. 241-246, 2 700 mots, 6 fig. — L'auteur, dans un précédent article (voir ci-dessus), a décrit quelques applications du gyroscope ; il s'occupe dans celui-ci de la stabilisation des avions et des navires ; il décrit particulièrement les gyroscopes Sperry. Le « pilote automatique Sperry » fournit la solution de la sécurité et de la facilité du vol, en réalisant un plan de référence constant dans l'espace et en maintenant automatiquement la stabilité du vol quelle que soit sa direction. Il est composé de quatre organes principaux : le gyroscope, le servo-moteur, le générateur électrique et le levier de commande, — Le système gyroscopique est formé par deux paires de rotor tournant en sens inverses ; les deux gyroscopes d'une même paire sont rendus solidaires par un engrenage. Tous tournent autour d'axes de rotation horizontaux et constituent les rotors de petits moteurs électriques. La vitesse de rotation est d'environ 12 000 t : min et le courant fourni sous 20 v. L'ensemble est suspendu à la cardan. Une des paires est stabilisée par rapport à l'axe longitudinal de l'avion, l'autre par rapport à l'axe transversal constituant un plan horizontal indépendant des mouvements de l'avion. Chaque paire de gyroscopes manœuvre un commutateur à deux segments, l'un pour la stabilisation latérale, l'autre pour la transversale se déplaçant devant des balais fixes par rapport à l'avion. En position normale de vol, les balais frottent sur les parties isolées des commutateurs, mais la plus petite déviation détermine le déplacement des balais et le courant électrique se ferme par un circuit dans un sens ou dans l'autre, actionnant immédiatement le servo-moteur qui réagit sur les commandes Ce dernier est un appareil électromécanique. Les ailerons et les stabilisateurs ont deux fils de commande et sont couplés deux à deux, quatre fils en deux paires arrivent donc au servo-moteur. Chaque paire s'enroule sur un tambour qui peut tourner lorsque l'accouplement est réalisé par l'hélice du servo-moteur L'hélice entraine une roue dentée qui engrène sur deux paires de disques tournant en sens inverses, manchonnés sur les tambours et portant des électro-aimants. Lorsque le courant passe dans les électro-aimants, ceux-ci attirent le manchon et réalisent l'accouplement magnétique. — Le générateur, actionné par une hélice, est une petite dynamo donnant d'une part le courant triphasé qui actionne les gyroscopes, d'autre part le courant continu à 20 v pour le servo-moteur. Enfin, le levier de commande est du type Deperdussin ; il est de petite dimension, quatre petits câbles souples le relient aux balais, de sorte qu'il transmet directement les ordres malgré les déplacements accidentels de l'appareil. — Sur les vaisseaux, on obtiendra au moyen du gyroscope, la stabilité de plate-forme si utile surtout sur les navires de guerre pour la précision du tir des canons. Dans le stabilisateur Sperry, le moteur de précession est commandé par un petit gyroscope très sensible. Quand le bateau commence à rouler, le petit gyroscope établit un contact qui met en mouvement le moteur de précession du stabilisateur et fait tourner le gyroscope dans le sens et à la vitesse nécessaire pour neutraliser la poussée de la mer. Dès que le moment de rotation en sens inverse égale cette poussée, le vaisseau cesse de rouler, le petit gyroscope rompt le contact et arrête le stabilisateur.

621.39 : 654.7. — Sonneries électriques souterraines. *Electrical Review*, 27 juillet 1917, t. LXXXI, p. 94-95, 800 mots. — Critique d'un travail de Fokes, dans lequel cet auteur, tenant compte des recherches de Wheeler et Thornton sur les dangers de l'étincelle au contact, préconise un dispositif simple consistant en un rebobinage des bobines avec des enroulements parallèles dont l'un est mis en court-circuit. L'auteur pense qu'il vaut mieux s'en tenir aux précautions indiquées par Wheeler et Thornton, ou simplement de disposer, comme le préconise Kempe, une résistance non inductive, valant 5 à 6 fois celle de la bobine, entre les extrémités de la bobine. — A. B.

534.43 + 77.853. — Perfectionnements apportés aux appareils producteurs ou transmetteurs du son ; Reginald Aubrey, Fessenden. *Brevet français n° 483155*, demandé le 12 octobre 1916, délivré le 10 mars 1917, publié le 6 juin 1917, 660 mots, 1 fig. — Ce procédé est plus particulièrement appliqué à la transmission du son de la parole et de la musique, à un grand auditoire et en connexion avec des vues cinématographiques ou autres représentations visuelles. Un diaphragme vibratoire, servant à produire le son est disposé comme moyen de représentation visuelle. Par exemple, le diaphragme peut former un écran cinématographique et l'on peut alors faire émaner de l'écran la parole ou autres sons en synchronisme avec les tableaux. On se sert de préférence d'un oscillateur électrique sous la commande d'un transmetteur téléphonique ou d'un phonographe.

537.531 + 620.12. — Radiométallographie, le tube, l'appareillage, l'application ; H. Pilon. *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. I, p. 735-740, 6 300 mots, 16 fig. — Dans cet article, l'auteur décrit une nouvelle science, la radiométallographie, qui, grâce à un nouveau tube à rayons X du type Coolidge, permet de déterminer photographiquement les moindres défauts des métaux. Ce nouveau procédé opératoire a l'immense avantage, non seulement de permettre de localiser le défaut d'une pièce, mais encore de vérifier une pièce usinée sans aucune détérioration. L'auteur nous donne une description d'une installation d'un laboratoire de radiométallographie et quelques exemples d applications de cette nouvelle méthode.

621.184.4 (021) — Scientific treatise of smoke abatement. Traité scientifique sur la prévention des fumées ; A.-R. San. I. Hamilton éditeurs : Shewat and Hughes, Manchester, prix 5 sh. net.

621.349 : 66.063. — La précipitation des fumées et de la fumée (la pratique du procédé Cottrell) ; Linn Bradley. *Electrical Review*, 29 juin 1917, t. LXXX, p. 710, 1 300 mots ; Metall. and Chem Engineering, 1917. — Précipitation par le courant à haute tension (50 000 à 100 000 v). Equipement d'une installation. Considérations diverses intéressantes.

661.31 : 666.94. — Précipitation électrique de la poussière des cimenteries, pour la récupération de la potasse ;

Digitized by Google

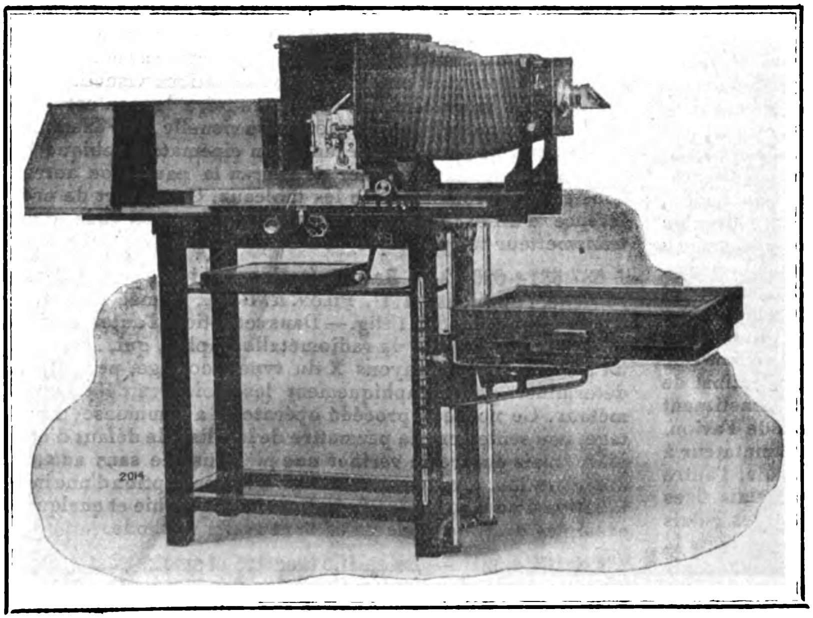
EMPLACEMENT RÉSERVE

AUX

ATELIERS H. ERNAULT

MACHINES-OUTILS

Maison principale : **169, rue d'Alésia, PARIS** (XIVe)



SOCIÉTÉ ANONYME

ALFRED HERBERT

PARIS, 47, Bd de Magenta.
LYON, 39, Cours de la Liberté.
Téléphone : NORD 37-64, 67-39, 78-14
Télégrammes : Hexagon-Paris

EN 2 MINUTES
VOUS PERMET D'OBTENIR LA COPIE EXACTE DE TOUS PLANS, DESSINS, DOCUMENTS, ETC.

PHOTOSTAT

A.-C. Hewitt. *Eng. News*, 28 décembre 1916, p. 1222-1126, *Science Abstracts*, 30 avril 1917, n° 259, p. 136. — La poussière des fours est aspirée par des ventilateurs à environ 480° à travers des tubes d'acier de 0,30 m de diamètre, 4,60 m de hauteur, à la vitesse de 0,90 m à 1,20 m : sec. L'installation dont il s'agit comprend 4 unités de précipitation (pour 5 fours, 2 petits et 3 grands) et 800 tubes, les tubes sont boulonnés à des planches et les fils axiaux, suspendus à des châssis en bois, sont isolés au marbre et maintenus tendus par des poids. La poussière se dépose sur les tubes et aussi sur les fils ; ils sont secoués de temps en temps par des marteaux. — Chaque unité a ses propres génératrices, le courant étant fourni aux fils à 70000 v par un redresseur à disque tournant ; l'autre pôle et les masses sont mises à la terre. — La poussière recueillie, 20 t par jour, contient de 5 à 10 pour 100 de K^2O et de K^2SO^4 ; on la vend comme engrais. — P. V.

623.981(73). — **Les groupes propulseurs turbo-électriques des croiseurs américains.** *Engineering*, 24 août 1917, t. civ, p. 210, 2 100 mots. — Cet article donne un résumé de la discussion d'une communication faite l'année dernière à la Société des Ingénieurs américains sur le fonctionnement des engrenages Alquist. L'auteur, M. Emmett, a conduit, depuis plusieurs années, une campagne dans le but d'amener les ingénieurs à utiliser le transport d'énergie électrique à la propulsion des navires. La General Electric de New-York a travaillé énergiquement cette question et a déjà équipé soixante-dix-neuf grands navires avec ce système. Le nouveau programme naval de 1916 prévoit la construction de quatre grands croiseurs capables de marcher à 35 nœuds et utilisant une puissance de 180 000 ch répartie sur quatre hélices tournant à 250 t : min ; l'auteur décrit sommairement l'ensemble des appareils proposés pour réaliser ce programme. — E. B.

621.31 : 35.571 (73). — **L'activité dans la construction de cantonnements aux Etats-Unis.** *Electrical World*, 1er septembre 1917, t. lxx, p. 397-399, 3000 mots, 8 fig. — Quelques exemples, en particulier, de l'activité déployée par quelques centrales pour assurer au plus tôt l'éclairage et la force motrice pour la construction et l'aménagement des cantonnements militaires.

623.981 (73). — **L'industrie électrique et la marine nationale aux Etats Unis.** *Electrical World*, 1er septembre 1917, t. lxx, p. 388-389, 1 400 mots, 3 fig. — Les besoins de la marine. — Relation entre le Navy Department et les Constructeurs. Cooperation.

621.31 : 35. 571 (73). — **L'alimentation en électricité des cantonnements militaires aux Etats-Unis** ; E.-B. Meyer. *Electrical World*, 1er septembre 1917, t. lxx, p. 409-410, 1 500 mots, 5 fig. — Comment fut résolu le problème de l'équipement électrique d'un camp de 40000 soldats, par « The Public Service Electric Cy » de New Jersey.

621.31 : 35.571 (73). — **L'électricité dans les cantonnements militaires.** *Electrical Review*, Chicago, 25 août 1917, t. lxxi, p. 305-310, 5000 mots, 8 fig. — Plus de 600 000 hommes vont être bientôt mobilisés dans 16 cantonnements répartis dans tout le pays. La construction des baraquements se poursuit avec une grande fièvre ; l'article montre la part prise par l'énergie électrique pour l'éclairage et la force motrice ; il donne quelques détails d'installations.

621.311 + 351.86 (73). — **La coopération des centrales à la défense nationale aux Etats-Unis.** *Electrical World*, 1er septembre 1917, t. lxx, p. 406-408, 1 500 mots, 5 fig. — Extension et inter-connexion du réseau de la Philadelphia Electric Co.

DIVERS

621.3(062). — **Comité électrotechnique français, séance du 30 juin 1917.** *R. G. E.*, 11 août 1917, t. ii, p. 210-211, 900 mots. — Le Comité examine successivement les questions suivantes : règles françaises d'unification des machines, câbles armés à isolants fibreux, isolateurs pour canalisations aériennes, essais sur l'aluminium, questions diverses.

5 + 6 (072) (42). — **L'organisation de la recherche scientifique en Grande-Bretagne.** *R. G. E.*, 12 mai 1917, t. i, p. 721-722, 900 mots. — Reproduction d'une partie d'une note présentée à l'Académie des Sciences par M. Lippmann, où celui-ci expose comment a été réalisée en Grande-Bretagne la collaboration des savants et des industriels en vue de la défense nationale.

5 (072). — **Les travaux du « National physical Laboratory » en 1916-1917.** *R. G. E.*, 8 septembre 1917, t. ii, p. 376, 500 mots. Analyse d'un article publié dans *Electrician*, 29 juin 1917, t. lxxix, p. 511-512, 2 200 mots. — Simple citation des travaux effectués par les diverses sections du Laboratoire.

621.3 00.72. — **Les principes de l'art de l'ingénieur électricien et leurs applications** ; Gisbert Kapp. *Electrical Review*, 1er juin 1917, t. lxxx, p. 600, 900 mots.

331.86 (44 — 5). — **Les écoles professionnelles de nos colonies d'Extrême-Orient.** *R. G. E.*, 9 juin 1917, t. i, p. 910-912, 2 200 mots. Analyse d'une notice de M. P. Wiernsberger publiée à l'occasion de la Foire de Lyon. — L'auteur donne quelques renseignements sur : l'Ecole professionnelle de Hanoï, l'Ecole pratique des mécaniciens asiatiques de Saïgon, les Ecoles professionnelles de Hué, de Thudaumot et Bien-Hoa, de Haïphong, de Pnôm-Penh.

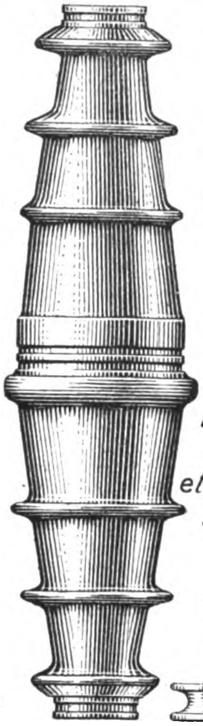
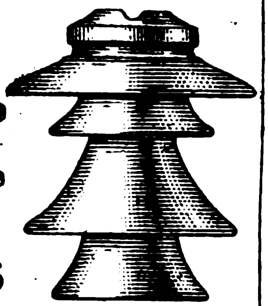
331.86 (064). — **L'Exposition de l'Enseignement technique français à Lyon.** *R. G. E.*, 1er septembre 1917, t. ii, p. 351-352, 1 300 mots. — Dans cette note sont données, d'après une étude de M. P. Wiernsberger, directeur de l'Ecole de La Martinière, à Lyon, quelques indications sur les diverses écoles techniques et professionnelles qui ont participé à l'Exposition : Ecole centrale lyonnaise, Ecole de chimie industrielle de Lyon, Ecole professionnelle de Voiron, etc.

37. — **La réforme de l'éducation nationale** ; Georges Hersent. *Le Correspondant*, 25 avril, 10 et 25 mai 1917, *Génie civil*, 28 juillet 1917, t. lxxi, p. 60, 800 mots. — L'auteur estime qu'il faudra donner une nouvelle orientation à notre esprit civil après la guerre ; nous souffrons, d'après lui, d'un excès de culture intellectuelle ; notre système d'éducation est sans lien avec les professions productives alors qu'il devrait conduire à la carrière, au métier et être complété par un enseignement technique professionnel. L'auteur pense que l'enseignement secondaire actuel a, tout en donnant une très bonne culture générale, le très grave inconvénient d'attirer vers les carrières libérales et le fonctionnarisme un nombre démesuré de candidats qui auraient pu fournir une carrière plus utile en suivant d'autres voies. D'un autre côté, l'esprit français a le défaut de ne pas considérer comme ils devraient l'être le commerce et l'industrie. — M. Hersent émet enfin l'avis que l'école primaire devrait être obligatoire pour toutes les classes de la société ; il espère qu'ainsi l'enseignement secondaire pourrait être réduit à ses proportions exactes et que l'on pourrait donner, de bonne heure, aux jeunes gens, nombre d'expériences utiles à la formation du caractère, par le coudoiement journalier des enfants de toutes conditions.

92. — **L'œuvre expérimentale de William Ramsay.** *Elettricista*, 15 juin 1917, t. vi, p. 90, 2 400 mots.

Paris. — Imprimerie Levé, 17, rue Cassette. *Le Gérant* J.-B. Nouet.

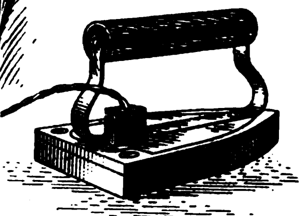
Digitized by Google

ANCIENS ETABLISSEMENTS
PARVILLÉE FRÈRES & Cie
56, RUE DE LA VICTOIRE. PARIS
USINES A CRAMOISY (OISE)

FABRICATION
DE TOUT LE MATERIEL
en Isolateurs, consoles
et Ferrures diverses pour
Lignes Télégraphiques
Téléphoniques
ainsi que pour
Transports d'énergie
à hautes tensions

FABRICATION DE TOUS APPAREILS
DE CHAUFFAGE ELECTRIQUE



RADIATEURS
FERS A FRISER
FERS A SOUDER
BOUILLOIRES
RÉCHAUDS
DESSOUS DE PLAT
GRILS
TAPIS CHAUFFANTS
CUISINES
ETC-ETC

Ch. Pasquier

Cie des CHARBONS FABIUS HENRION

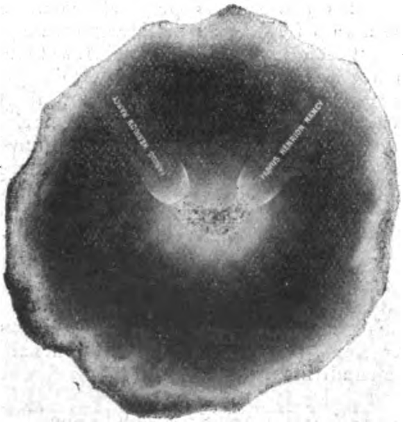
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 2.500.000 FRANCS

SIÈGE SOCIAL : 56, Rue du Faubourg Saint-Honoré, PARIS (VIIIe)

Téléphone : Élysées 42-93.

USINES A PAGNY-SUR-MOSELLE

Adresse télégraphique : Carbenrion-Paris



CHARBONS

pour lampes à arc ;
pour lampes-flamme ;
pour projecteurs, phares, cinématographes.

UNIS FRANCE

DOCUMENTATION

SECTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

535.331. — Etude de l'effet Stark ; J. Anderson. *Physical Review*, juin 1917, t. ix, p. 575, 400 mots. — Description d'un appareil à décharges nouveau, constitué principalement par une cathode métallique de 12 mm de diamètre sur 15 mm de longueur, entourée d'un tube de silice s'étendant à environ 2 cm au delà de la cathode. Résultats de l'observation des raies du Fe, du Ni, du Cr, du Ti, du V, etc., au point de vue de l'effet Stark.

535 334. — Les bandes d'absorption de l'ozone atmosphérique dans le spectre du soleil ; A. Fowler et et R.-J. Strutt. *Royal Society* de Londres, 21 juin 1917. — Les auteurs montrent qu'une série de bandes étroites du spectre d'absorption ultra-violet de l'ozone apparaissent dans le spectre du soleil et des étoiles près de l'extrémité du spectre photographique. L'origine atmosphérique de ces bandes est prouvée par l'augmentation de leur intensité dans le spectre solaire quand la hauteur du soleil diminue. Ces observations confirment l'idée d'Hartley que l'ozone est le constituant de l'atmosphère qui limite le spectre des corps célestes dans l'ultra-violet.

537.1. — Nature des ions produits par la pulvérisation de l'eau ; J.-J. Nolan. *Royal Society* de Londres, 28 juin 1917. — L'auteur a déterminé les mobilités des ions produits par la pulvérisation de l'eau. En considérant les ions les moins mobiles comme de minuscules sphères d'eau, l'auteur montre que leurs dimensions, déduites d'une modification empirique de la loi de Stokes, concorderaient avec les dimensions calculées d'après les formules théoriques ordinaires de mobilité. Certains indices, toutefois, tendent à montrer que les plus gros de ces ions ne sont pas de simples sphères d'eau, mais qu'ils consistent en agrégats lâches de nombres variables de globules d'eau plus petits. D'une façon ou de l'autre, on peut expliquer la formation des divers ions en supposant qu'ils proviennent chacun de la combinaison d'un certain nombre d'ions de dimension immédiatement inférieure.

537.1. — Sur le passage des électrons lents à travers la vapeur de mercure et le potentiel d'ionisation de la vapeur de mercure ; John-T. Tate. *Physical Review*, juillet 1917, 2ᵉ série, t. x, p. 81-83, 900 mots. — Le présent travail est un essai pour déterminer avec une grande précision la valeur du potentiel d'ionisation de la vapeur de mercure et, d'une manière générale, pour arriver à une explication des phénomènes relatifs au passage des électrons à faible vitesse dans la vapeur de mercure. Franck et Hertz ont montré que les chocs entre les électrons et les molécules de mercure ne sont plus élastiques quand la vitesse des électrons atteint une valeur correspondant à une chute de potentiel de 4,9 v. Ils interprètent leurs résultats en admettant une ionisation de la vapeur de mercure pour ce potentiel, mais comme l'auteur l'a fait remarquer, leurs résultats indiquent seulement que le choc n'est pas élastique. D'un autre côté, les résultats de Newman et de Gaucher sembleraient indiquer le début d'une faible ionisation en ce point. Il y a quelque temps, cependant, l'auteur a pu établir que s'il y avait une ionisation pour 4,9 v, elle était infiniment faible comparée à l'ionisation qui se produit vers 10 v et que cette valeur correspondait au potentiel minimum nécessaire pour la production du spectre de raies du mercure. — L'appareil utilisé pour ces recherches est analogue à celui de Franck et Hertz. La source d'électrons est un fil de platine recouvert de chaux qui forme l'axe de deux cylindres coaxiaux, le cylindre intérieur étant une grille en platine, le cylindre extérieur une lame de platine. On applique entre le fil incandescent et la grille des potentiels accélérateurs variables et l'on mesure simultanément le courant total entre le fil incandescent et les cylindres, ainsi que le courant atteignant le cylindre extérieur malgré un champ retardateur. Ces mesures sont faites pour diverses conditions de la vapeur de mercure et de la température du fil. En général, les courbes courant-potentiel total présentent la discontinuité caractéristique qui se produit sous un potentiel (généralement supérieur à 10 v) dépendant de la température du fil et de la tension de vapeur. Plus la température du fil est élevée, plus faible est le potentiel pour lequel la discontinuité se produit. En même temps que l'accroissement brusque du courant apparaît une lueur visible au voisinage du fil incandescent et il y a une formation notable d'ions positifs, mise en évidence par des courants positifs intenses entre les cylindres. Avec des fils très chauds, on peut observer la discontinuité pour des potentiels s'abaissant jusqu'à 7,5 v. Après que l'ionisation s'est établie, il est possible de diminuer le potentiel considérablement au-dessous de la valeur pour laquelle commence l'ionisation avant que le courant revienne, toujours d'une manière discontinue, à sa valeur primitive. En adoptant l'hypothèse de l'auteur, suivant laquelle il n'y a pas d'ionisation de la vapeur de mercure tant que les électrons n'ont pas une vitesse effective correspondant à 10,3 v, les phénomènes ci-dessus s'expliquent sans difficulté. — Dans cette hypothèse, on peut également prévoir que, pour tout potentiel donné, après que l'ionisation s'est établie, il y a deux groupes distincts d'électrons émis par le fil : un des groupes constitué par des électrons ayant des vitesses initiales correspondant à l'état thermique du fil, l'autre par des électrons dont les vitesses initiales sont déterminées par la chute de potentiel qu'ont subie les ions positifs avant de frapper le fil. Les vitesses initiales pour ce dernier groupe doivent, très probablement, correspondre à des potentiels qui diffèrent du potentiel appliqué, au moins dans des champs cylindriques, d'une quantité constante ; la différence dépendant du travail nécessaire pour extraire un électron de la surface cathodique. L'existence de ces groupes distincts d'électrons est établie par la présence de maxima secondaires se produisant à environ 2 v au delà de chaque maximum principal sur les courbes représentatives du courant vers le cylindre extérieur. — Pour déterminer la valeur du potentiel critique pour lequel se produit l'ionisation, l'auteur a établi une série de courbes courant-poten-

Abréviations employées pour quelques périodiques : *E. T. Z.*, *Elektrotechnische Zeitschrift*, Berlin. — *G. E. R.*, *General Electric Review*, Schenectady. — *J. I. E. E.*, *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, Londres. — *P. A. I. E. E.*, *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, New-York. — *R. G. E.*, *Revue générale de l'Electricité*. — *Sc. Abst.*, *Science Abstracts*, Londres et New-York. — *T. I. E. S.*, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, New-York.

Pour la signification des nombres inscrits en tête des analyses voir l'article « le classement des documents » dans la *R. G. E.* du 13 janvier, fasc. *Documentation*, p. 10.

Digitized by Google

SOCIÉTÉ

OERLIKON

9, rue Pillet-Will — PARIS (9e) — Téléph. : Central 20-54.

MOTEURS ÉLECTRIQUES — GÉNÉRATRICES — TRANSFORMATEURS

Perceuses. Riveuses hydroélectriques. Appareillage

APPAREILS DE LEVAGE — PONTS-ROULANTS

Électrolyseurs. Ventilateurs de Fonderie. Cribles à sable

MATÉRIEL DE TRACTION ÉLECTRIQUE

Locomotives. Tramways. Freinage. Aiguillage automatique

TURBINES A VAPEUR OERLIKON

Matériel des Ateliers de Construction Oerlikon (Suisse). — *Bureau à Marseille, 27, rue Pavillon*

FRÉDÉRIC AEBI

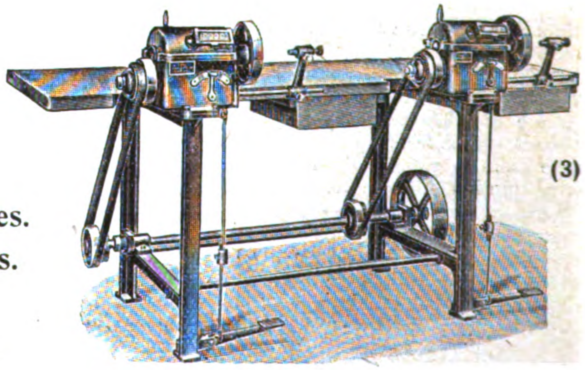
ZURICH-ALTSTETTEN (SUISSE)

Atelier de Construction

Installations de séchage et d'imprégnation dans le vide pour le traitement au vernis ou au compound.

Machines à bobiner pour tout but.
Machines à cintrer les barres et les bobines.
Machines et Presses à isoler les bobines.

Filtres et Appareils pour la régénération de s huiles transformateurs, interrupteurs, etc.



(3)

MAISON EXCLUSIVEMENT SUISSE

Digitized by Google

tiel dans des conditions telles que l'accroissement du courant soit continu. L'accroissement se produit alors pour un potentiel bien défini (par exemple, 12 v); cette valeur doit être naturellement corrigée des vitesses initiales. En même temps que ces mesures du courant total, on fait des mesures du courant vers le cylindre extérieur pour un potentiel inverse de 3 v. Les courbes représentant ce courant en fonction du potentiel appliqué présentent les maxima habituels qu'on sait se produire pour des potentiels effectifs de 4,9 v, 9,8 v, etc. Si ces deux courbes sont portées sur un même graphique, il suffit d'observer la différence entre les potentiels du deuxième maximum de l'une d'elles, sous 9,8 v effectifs et le point anguleux de l'autre. Dans l exemple particulier envisagé par l'auteur, cette différence est exactement de 0,3 v, ce qui donne 10,1 v comme valeur du potentiel d'ionisation. La moyenne de 5 déterminations est 10,3 v et l'auteur pense que cette valeur est exacte à 0,2 v près. — A. B.

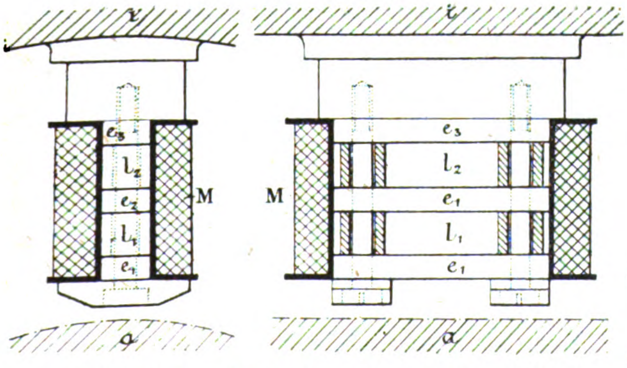
MESURES ET ESSAIS

621.314.2.00.14. — Nouvelle méthode d'essai des transformateurs d'intensité; Francis-B. Silsbee. *Electrical World*, 6 octobre 1917, t. LXX, p. 667-668, 2 250 mots, 3 fig. — Le principe général de la méthode consiste à connecter un transformateur étalon en série avec le transformateur à essayer, et à monter, entre les deux secondaires, un circuit destiné à mesurer la différence vectorielle des courants secondaires. Quoiqu'il existe beaucoup de méthodes basées sur ce principe, celle décrite dans l'article et appelée méthode de zéro est certainement la plus précise et la plus commode.

621.314.3.00.45. — Périscope pour la lecture des températures des transformateurs. *Electrical World*, 1er septembre 1917, t. LXX, p. 433, 250 mots, 1 fig.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION

621.314.031.1. — Pôle auxiliaire subdivisé pour commutatrices; Société Brown, Boveri et Cie, Suisse, *Brevet français n° 483 142*, demandé le 11 octobre 1916, délivré le 8 mars 1917, publié le 31 mai 1917, 350 mots, 2 fig. — Pour éviter les coups de feu qui souvent se produisent sur le collecteur en cas de franc court-circuit et dont la cause réside en une forme défectueuse du champ de commutation pendant cette surélévation brusque du courant, le brevet recommande de diviser le noyau du pôle auxiliaire, dans le sens de l'axe de la bobine, en sections alternativement magnétiques (fer) et non magnétiques (métal non magnétique ou air), l'une des sections magnétiques étant placée le plus près possible de la surface de l'induit. Les figures ci-jointes représentent cette disposition : a est l'induit de la commutatrice, i la culasse de la machine, M la bobine du pôle auxiliaire, e_1, e_2, e_3 les sections magnétiques, l_1, l_2 les intervalles non magnétiques.



621.314.031.1. — Coupes d'un pôle auxiliaire subdivisé pour commutatrices.

621.314.6. — Perfectionnement aux redresseurs électrolytiques. *Brevet américain n° 1 223 114*, délivré à Ch.-C. Ruprecht, Midway (Fla). *Electrical World*, 1er septembre 1917, t. LXX, p. 421, 160 mots, 1 fig. — La solution est maintenue constamment saturée et elle conserve sa conductivité maximum.

621.355 — L'industrie des accumulateurs électriques dans son état actuel (*suite*); L. Jumau. *R. G. E.*, 6 octobre 1917, t. II, p. 523-529, 6 500 mots. — Dans cette partie de son article, l'auteur commence par rappeler comment on peut interpréter le processus de la double sulfatation d'après la théorie moderne de la dissociation électrolytique; puis, se basant sur cette théorie, il aborde l'étude technique de l'accumulateur au plomb. — Il fait remarquer que les deux facteurs du fonctionnement qui sont particulièrement importants à étudier sont la capacité et la durée des électrodes. Pour cette étude, il envisage successivement : le coefficient d'utilisation de la matière active lequel dépend beaucoup des conditions d'emploi; l'influence de la porosité et de l'état moléculaire sur la capacité; l'influence d'autres facteurs tels que la concentration de l'acide, la température; les conditions qui concourent à la variation de la durée de l'électrode négative et de celle de l'électrode positive. Il conclut de ces considérations que la solubilité et l'état moléculaire des substances employées dans les accumulateurs ont une influence considérable, quoique peu connue encore, sur la capacité et la durée.

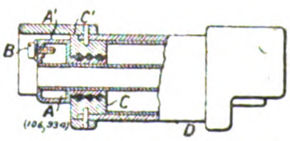
621.355. — Une nouvelle batterie à haute tension. *Physikalische Zeitschrift*, t. XVII, p. 343. Signalé dans *E. T. Z.*, 19 avril 1917, t. XXXVIII, p. 225, 1 fig.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION

621.311.9. — Dispositif de déconnexion rapide d'un régulateur de feeders dans le cas d'un accident à cet appareil. *Electrical World*, 8 septembre 1917, t. LXX, p. 480, 800 mots, 2 fig.

621.311.72. — Dispositif de coupure d'un système triphasé en cas de surcharge. *Electrical World*, 15 septembre 1917, t. LXX, p. 524, 250 mots, 1 fig. — Il s'agit d'un arrangement des fusibles tel que, si l'un d'eux fond, les deux phases restantes ne sont pas suffisamment surchargées pour détruire leurs fusibles respectifs; ceux-ci ne se détruiront que s'il y a persistance de la surcharge.

621.311.72. — Coupe-circuit fusible; Mavor, Coulson et Mlle End. *Brevet anglais n° 106 934*, 23 octobre 1916. Bibliographie dans *Engineering*, 10 août 1917, t. CIV, p. 162, 1 fig. — Les deux extrémités conductrices sont supportées par une pièce en porcelaine, le support comprend ces pièces et un protecteur extérieur en substance fibreuse. Les supports métalliques sont constitués par une pièce de forme circulaire; concentriquement à cette pièce est disposée une pièce AA_1 à laquelle le fusible est fixé à l'aide de B; une pièce en porcelaine C supporte un tube en matière fibreuse D qui maintient l'écartement entre les deux supports d'extrémités.



621.311.72. — Modèle de coupe-circuit fusible.

E. B.

Digitized by Google

DYNAMOS & MOTEURS ÉLECTRIQUES

d'Occasion, garantis

LOCATION

de Machines ÉLECTRIQUES

de toutes puissances

VENTE — ACHAT

ÉCHANGE

ALEXANDRE MESSMER

RÉPARATIONS

REBOBINAGES

de Dynamos de tous Systèmes.

Location de Machines pendant les Réparations.

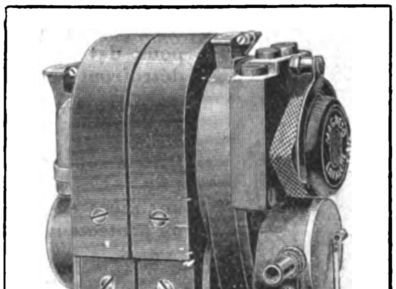
Ateliers
Magasins
Bureaux
93, Bd Diderot, PARIS (12e)
Anciennement 15, Bd Davout.

TÉL. : Roquette 47-47

MÉTRO { Nation. Reuilly.

Magnéto Lavalette

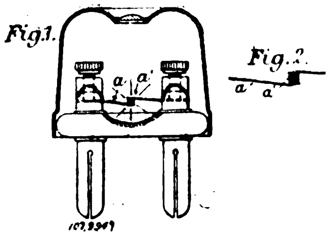
TÉLÉGRAMMES :
ALLUMAUTO-PARIS



TÉLÉPHONE
GOBELINS : 15-99

175, Avenue de Choisy, PARIS (XIIIe)

621.311.72. — Fusibles électriques; A.-F. Berry. *Brevet anglais n° 107 994*, 20 avril 1916. Bibliographié dans *Engineering*, 14 septembre 1917, t. civ. — Ce type de fusible doit également servir comme indicateur de courant; dans ce but, une certaine portion du fusible doit devenir lumineuse dans les conditions normales d'emploi : un fil résistant *a*,



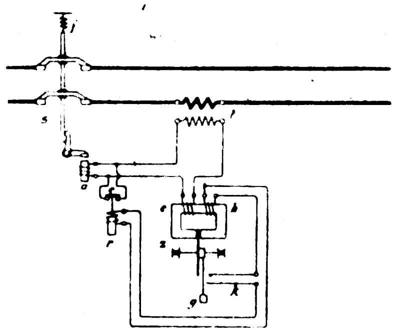
621.311.72. — Coupe-circuit fusible comprenant une certaine longueur de fil résistant qui sert d'indicateur de courant.

constitué par un métal ou alliage spécial, non facilement fusible, tel que le nickel-chrome, et qui se recouvre d'une couche d'oxyde qui le protège, est placé entre deux pièces métalliques constituant le fusible proprement dit ; la résistance s'échauffe au rouge par le passage du courant, les autres parties restant relativement froides. — E. B.

621.311.71. — Nouveautés en appareillage électrique pour tableaux. *G. E. R.*, mai 1917, t. xx, p. 379-383, 2 500 mots, 9 fig. — Cet article décrit : 1° des appareils destinés au contrôle du champ d'excitation de génératrices et fondés sur l'emploi de solénoïdes ; 2° des indicateurs à distance de la température des génératrices ; 3° des tableaux protégés en vue de la sécurité des machinistes. La partie la plus intéressante de l'article est la deuxième. Les indicateurs de température décrits comprennent : un jeu de résistances en cuivre logées dans les enroulements des génératrices, une résistance fixe en manganin, un voltmètre différentiel placé sur le tableau et relié aux diverses résistances au moyen d'un commutateur. Un des circuits du voltmètre est ainsi relié à l'une, au choix, des résistances de température, l'autre à la résistance fixe de manganin. Si la température de la génératrice croît, le courant dans la branche en circuit — courant d'origine quelconque d'ailleurs — décroît et le voltmètre marque une déviation. Le voltmètre est gradué en degrés et donne ainsi directement la température des enroulements. — J. G.

611.361.77. — Relais pour courants ondulatoires; Eric Magnus Campbell Tigerstedt, Danemark. *Brevet français n° 483 162* demandé le 13 octobre 1916, délivré le 10 mars 1917, publié le 6 juin 1917, 560 mots, 1 fig. — Dans ce relais, la variation de conductivité électrique, effectuée par l'ionisateur, est obtenue au moyen d'une électrode auxiliaire. Les électrodes (l'anode et la cathode) sont cylindriques et disposées les unes à l'intérieur des autres sur un même axe; l'électrode auxiliaire affecte la forme d'une grille placée entre l'anode et la cathode, enfin dans le but de supprimer toute cause perturbatrice de nature électrique ou magnétique, le relais est entouré d'une enveloppe de fer doux ou d'autre matière similaire. L'anode et la cathode sont construites en fil métallique enroulé en spirale. — E. P.

621.311.77. — Relais à courants de grande intensité avec déclanchement pour courant alternatif; Société Brown, Boveri et C°, Suisse. *Brevet français n° 483 067*, demandé le 20 octobre 1916, délivré le 1er mars 1917, publié le 25 mai 1917, 700 mots, 1 fig. — Au lieu d'utiliser le dispositif généralement employé actuellement et consistant en un relais retardateur, court-circuitant en marche normale l'aimant de déclanchement et ouvrant un contact au moment de la surcharge pour provoquer le déclanchement de l'interrupteur, le nouveau dispositif permet, au contraire, de fermer un contact au moment de la surcharge et de provoquer la disjonction au moyen d'un petit relais auxiliaire. Dans le schéma de la figure 1, t est un transformateur d'intensité dont le secondaire est branché sur la bobine d'excitation e du relais retardateur z; avec cette bobine e est couplée en série la bobine de déclanchement a de l'interrupteur s. Cette bobine est mise en court-circuit pendant la marche normale par le contact c du relais intermédiaire r. Lorsque le contact k du relais retardateur z est fermé, le circuit de la bobine du relais r est alimenté par la bobine auxiliaire h



621.311.77. — Relais à contact de fermeture provoquant la disjonction au moyen d'un relais auxiliaire.

agissant comme transformateur; le relais r attirant son noyau, ouvre le contact C, la bobine a reçoit alors du courant et libère l'interrupteur s, qui est ouvert par l'action du ressort f. Le courant circulant dans le circuit auxiliaire alimentant le relais r peut être choisi aussi faible qu'on le désire. Au lieu d'alimenter le relais k au moyen d'une bobine secondaire spéciale h, on peut aussi disposer l'enroulement du relais z en auto-transformateur; si on choisit dans ce cas le rapport de transformation égal à 1, le circuit kr peut être branché directement aux bornes de la bobine e. — E. P.

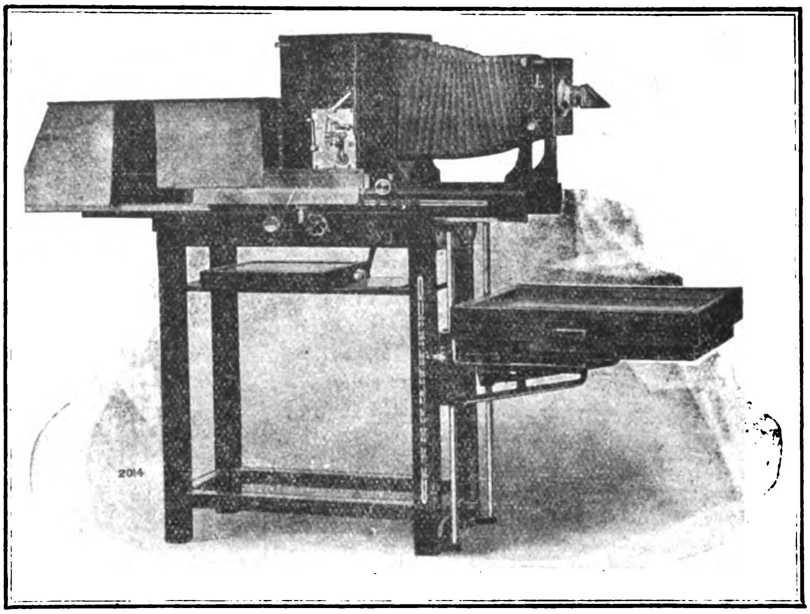
621.311.74 + 621.311.75. — Résistance de mise en circuit et réactances pour la protection des interrupteurs à huile; J. Biermanns. *E. T. Z.*, 12 avril 1917, t. xxxviii, p. 207-208, 1 850 mots, 6 fig.

621.311.74.00.14. — Essais sur les interrupteurs à huile. *R. G. E.*, 19 mai 1917, t. i, p. 767-771, 2 700 mots, 3 fig., 5 tabl. Analyse d'un article de Georges Stern et Joseph Biermanns publié dans *E. T. Z.*, 16 et 24 novembre 1916, t. xlvi, p. 617-620 et 635-639, 16 fig. — Cette analyse donne une description succinte de l'installation spéciale réalisée par l'A. E. G. pour effectuer des recherches sur les puissances mises en jeu dans les courts-circuits. Elle indique ensuite quelques-uns des résultats qui ont été obtenus en étudiant l'influence du déphasage sur la durée de rupture, puis l'influence du nombre des points de rupture et des chambres de soufflage; elle termine par une brève description d'un nouvel interrupteur pour grandes puissances.

621.315. — Sur une ligne artificielle à haute tension; L. Lombardi. *Elettrotecnica*, 5 novembre 1917, t. iv, p. 560-563, 3 300 mots. — L'auteur décrit une ligne artificielle en construction dans le laboratoire de l'Ecole polytechnique de Naples, dans laquelle on pourra élever la tension jusqu'à 60 000 v. En rendant compte de quelques expériences qu'on a pu exécuter sur la section de la ligne qui a été achevée, l'auteur invite les techniciens à collaborer avec lui pour établir un programme d'expériences méthodiques, principalement au point de vue des appareils de protection contre les surtensions.

538.562. — L'emploi des cohéreurs comme parafoudres et leur théorie; E.-C. Green. *G. E. R.*, mai 1917, t. xx, p. 369-374, 4 000 mots, 8 fig. — Dans cet article, l'auteur

Digitized by Google



SOCIÉTÉ ANONYME

ALFRED HERBERT

PARIS, 47, Bd de Magenta.
LYON, 39, Cours de la Liberté.
Téléphone : NORD 37-64, 67-39, 70-14
Télégrammes : Hexagon-Paris

EN 2 MINUTES
VOUS PERMET D'OBTENIR LA COPIE EXACTE DE TOUS PLANS, DESSINS, DOCUMENTS, ETC.

PHOTOSTAT

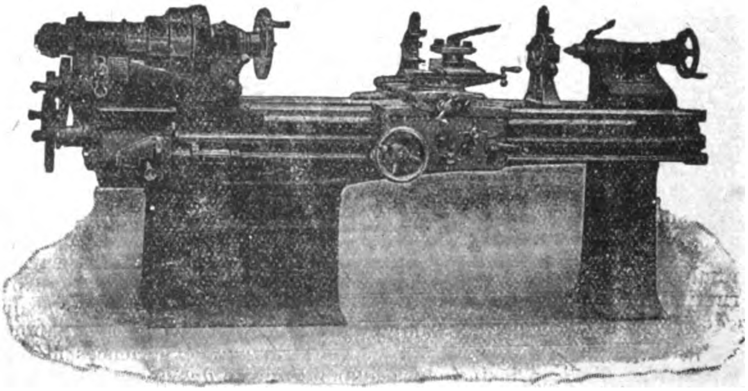
Adr. télégr. : Leolique-Paris.

" L'Éclairage Électrique "
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 25.000.000 FRANCS
Siège Social : 8, rue d'Aguesseau, PARIS (8e)

Téléphone : Elysées 42-90, 42-91, 42-92

Section : MACHINES-OUTILS
ATELIERS de CONSTRUCTIONS des

ANCIENS ÉTABLISSEMENTS JAEGGÉ



MACHINES - OUTILS
DE
PRÉCISION

TOURS PARALLÈLES
Perceuses Radiales
etc...

CATALOGUE SUR DEMANDE

UNIS FRANCE

fait d'abord un historique de la découverte des cohéreurs, de leurs perfectionnements et de l'extension de leur champ d'application, notamment, comme c'est justice, en ce qui concerne la télégraphie sans fil. Il décrit ensuite un nouveau type de cohéreur et expose ses applications en vue de prévenir les coups de foudre et les décharges à haute fréquence, c'est-à-dire une bonne partie des surtensions ordinairement observées sur les réseaux. Il expose enfin les théories les plus plausibles qui ont été émises en vue d'expliquer le mode d'action du cohéreur. — J. G.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

621.349 : 664.6. — Commande électrique d'une fabrique de crèmes glacées. *Electrical Review*, 9 juin 1917, t. LXX, n° 23, p. 977, 800 mots. — Cette description est un exemple de l'adaptation du moteur électrique à une industrie très spéciale dont Philadelphie est le centre en Amérique. La Lifter Ice Cream Company, dont l'installation électrique fait l'objet de la présente description, est la plus importante firme de la spécialité. L'équipement comporte 17 moteurs d'induction biphasés, 220 v. 60 p : sec, d'une puissance totale de 139 ch fournis par la Philadelphia Electric Company. La plus grande partie de cette puissance est utilisée pour la réfrigération produite par une machine à glace York de 30 t commandée par chaine par un moteur d'induction à vitesse réglable de 60 ch. Le mélange de la crème et des divers produits s'effectue dans une machine commandée directement par un moteur de 10 ch qui assure également le fonctionnement d'un appareil de réfrigération. Le produit passe ensuite dans 6 machines à froid à températures décroissantes, commandées chacune par un moteur de 3 ch. Une pompe de circulation desservant l'installation est commandée par un moteur de 10 ch. La consistance de la crème qui détermine le moment où l'opération est terminée est indiquée au moyen d'un ampèremètre spécial branché sur le circuit du moteur et dont les graduations indiquent directement la consistance du produit. Des moteurs électriques sont également employés pour le lavage du matériel, pour les stérilisateurs, pompes, élévateurs, des concasseurs de glace et des ventilateurs.

621.392. — Soudure par l'arc électrique ; H.-L. UNLAND. *General Electric Review*, juin 1917, t. XX, p. 509 à 516, 4000 mots, 16 fig. — La chaleur intense produite par l'arc électrique le rend spécialement applicable à la soudure et au découpage des métaux. La plus grande partie de la chaleur étant produite à l'électrode positive (environ les trois quarts), l'emploi du courant continu est beaucoup plus avantageux que celui du courant alternatif et par suite beaucoup plus répandu : la pièce à travailler constitue l'électrode positive et l'électrode négative est constituée, soit par du charbon, soit par un métal. L'auteur discute les principaux facteurs qui influent sur la soudure ou le découpage des métaux au moyen de l'arc électrique et mentionne les cas nombreux où le procédé peut être employé avec avantage. Quelques-uns des résultats qui ont été obtenus sont contenus dans un tableau qui permet d'apprécier les frais du travail, lesquels, naturellement, dépendent beaucoup des charges locales pour la puissance et la main-d'œuvre. — E. B.

DIVERS

5 (072). — Le National Physical Laboratory en 1916-1917. *Engineering*, 13 juillet 1917, t. CIV, p. 33-35, 4000 mots, 2 fig. — Cet article est une suite à celui du 22 juin dernier relatif aux travaux exécutés par le laboratoire ; il traite des différentes recherches effectuées pour la mesure des hautes températures et plus particulièrement sur les pyromètres optiques et leur comparaison avec les couples thermo-électriques ; la construction de ces derniers offre de nombreuses difficultés pour être applicables à la mesure des hautes températures. M. Griffiths s'est également occupé de la conductibilité thermique de certaines matières réfractaires, mais les valeurs trouvées n'ont pas été communiquées. De nombreuses comparaisons de thermomètres à mercure et à alcool ont été faites sous la direction de MM. Higgins et Hugo ; de nombreuses recherches sur l'optique ont été entreprises par plusieurs expérimentateurs, d'autres se sont occupés du radium et des rayons X ; la métallurgie et la chimie métallurgique, les recherches sur les alliages, sur l'acier et le verre ont été l'objet de nombreux travaux. E. B.

5 (072) (73). — L'Institut Carnegie ; Leopod REVEREHON. *La Nature*, 17 novembre 1917, n° 2303, 2400 mots, 5 fig. — L'auteur continue la description des grands laboratoires nationaux par celle de l'Institut fondé par Carnegie en 1902. Cet Institut a pour but d'encourager les recherches scientifiques, il est divisé en 10 départements : recherches botaniques, embroyologie, évolution expérimentale, laboratoire de géophysique, recherches historiques, biologie marine, astrométrie méridienne, laboratoire de nutrition, observatoire solaire du mont Wilson magnétisme terrestre. Chacun de ces départements est organisé séparément et a son centre à l'endroit le plus favorable aux recherches dont il s'occupe. Pour le magnétisme terrestre l'observatoire est près du National Rock Creek Park ; son bureau de Washington centralise les résultats fournis, par 3500 stations terrestres réparties dans 115 pays différents ; deux navires le « Galilée » et le « Carnegie » accomplissent des croisières d'études. — Indépendamment du personnel de ces 10 départements il y a encore des associés, « Research Associates » qui poursuivent leurs expériences isolément et reçoivent des subventions. L'Institut édite de nombreuses publications sur les recherches effectuées dans ses laboratoires.

62 (072) (73). — La recherche industrielle aux États-Unis. *Electrician*, 22 juin 1917, t. LXXIX, p. 471.

6 (07). — Les recherches industrielles et les collèges ; A.-E. KENNELLY. *Proceeding of the American Institute of Electrical Engineers*, octobre 1917, t. XXXVI, p. 77-763, 2500 mots. — L'auteur se propose de définir le rôle de l'enseignement des collèges dans la recherche industrielle. Ces recherches sont en partie d'ordre mécanique ou chimique, en partie d'ordre psychologique. En fait, toute industrie est destinée à être supplantée tôt ou tard si elle n'est pas soutenue par des études scientifiques constantes. Le rôle des collèges dans cette éducation scientifique consiste à enseigner aux élèves comment on étudie une affaire à fond et comment on la développe systématiquement. L'auteur s'occupe d'abord des classes scientifiques (mathématiques, physique, chimie) ; il estime qu'il est inutile, et d'ailleurs presque toujours impossible d'entreprendre dans ces classes des recherches de science pure (sauf en mathématique). Pour les recherches physiques et chimiques, il existe des laboratoires spéciaux munis de tout l'outillage nécessaire, d'ailleurs fort coûteux. — Au contraire, les écoles techniques et industrielles qui ont plus de contact avec l'industrie, doivent posséder des laboratoires de recherche ayant pour but : 1° de former des inventeurs et des chefs de laboratoire pour l'industrie ; 2° de faire des recherches pour le compte de l'industrie privée ; 3° de prêter des ingénieurs de laboratoire aux usines particulières. — Cette collaboration de l'industrie et de l'école aurait l'avantage d'orienter la recherche vers un but utilitaire ayant une valeur économique ; bien entendu, les travaux devraient être tenus secrets, à l'inverse des travaux de pure science. Elle serait surtout intéressante pour les industries nouvelles qui ne possèdent pas de laboratoire propre. Ce prêt d'ingénieurs à ces industries naissantes permettrait de conserver facilement le secret des recherches.

J. C.

Digitized by Google

PROMETAL

Métal Réfractaire au feu et aux hautes températures.

Exécutons toutes pièces telles que
Nez de décrasseurs, Tuyères, grilles
automatiques de tous systèmes.
barreaux de grilles contre-portes.

Usines { Fonderies Havraises, Le Havre.
Fonderies de Roncherolles-Bolbec (S.-I.)

Adresser correspondance à
Société de Produits Métallurgiques,
18, rue Boissière, Paris.
Service R. E. Téléph. Passy 96-66.

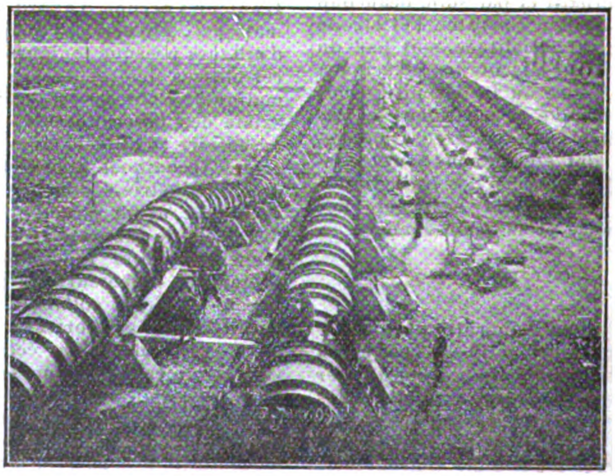
Ateliers BONNET SPAZIN

LYON — Sté Ame. Capital : 1.800.000 francs. — LYON

CHAUDRONNERIE — FER — CUIVRE — ALUMINIUM

Conduites forcées
POUR
Usines hydrauliques

APPAREILS
POUR
l'Industrie chimique



SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DE LA HAUTE DURANCE — USINE DE VENTAVON (HAUTES-ALPES)

Chaudières,
Gazomètres,

Réservoirs
pour Eau,
Pétrole,
Essence.

Digitized by Google

SECTION INDUSTRIELLE

MONOGRAPHIES, DESCRIPTIONS

621.311.21(481). — La station hydro-électrique de Wamma. *Engineering*, 10 août 1917, t. CIV, p. 137-139, 3 100 mots, 13 fig. — Cette importante station est située sur la rivière Glommen, en Norvège ; elle possède actuellement une force motrice égale à 36000 ch, mais cette puissance peut être portée à 60000 ch. La rivière Wamma a un cours de 500 km et draine un huitième de la surface de la Norvège, elle possède peu de lacs ou autres régulateurs naturels : elle reçoit à Aarnäs la rivière Gudbrandsdalslaagen qui traverse le lac Mjosen couvrant une surface de 140 miles carrés formant un réservoir naturel capable d'emmagasiner 800000000 de mètres cubes d'eau pouvant être utilisés pendant les mois de basses eaux ; grâce à ce réservoir le volume d'eau disponible en tout temps atteint 200 m³ : sec. La station de Wamma est située à 6 km au-dessous de Kykkelsrud, la chute a une hauteur de 27 m ; pour la création de cette chute il a été nécessaire de construire une digue en ciment de 280 m de longueur ; la partie centrale, sur 150 m de développement, comporte 15 ouvertures fermées par des vannes et alimentant les turbines ; l'usine est placée à la partie inférieure du barrage et à angle droit avec elle est disposé le bâtiment des transformateurs et des appareils de mesures. L'usine est construite pour recevoir six turbines de chacune 12000 ch et deux turbines pour les machines d'excitation : trois turbines de 12000 ch et une de 500 sont installées actuellement. Les bâtiments sont entièrement construits en béton avec toitures en béton armé. Les alternateurs peuvent fournir 12 000 kv-A et tournent à 214 t : min ; ils sont directement accouplés aux turbines et portent chacun leur excitatrice, mais ils peuvent fonctionner avec excitation prise sur le réseau commun de l'usine ; l'air nécessaire à la ventilation est capté au dehors et l'air chaud peut être rejeté à l'extérieur ou utilisé pour le chauffage. Les tableaux et appareils de mesures sont installés dans un bâtiment séparé et construit en béton, aussi bien pour les circuits à 5 000 v des alternateurs que pour les circuits à 50000 v obtenus par transformateurs, à raison d'un transformateur par alternateur ; les manœuvres de couplage sont faites sur ce dernier circuit, les canalisations à 50000 v sont établies en tubes de cuivre de 20 et 30 mm de diamètre et de 1 mm d'épaisseur. — E. B.

621.311.22 (73) — Equipement de la nouvelle station génératrice de la Toledo Railways and Light Company. *Electrical Review*, Chicago, 28 juillet 1917, t. LXXI, p. 140, 800 mots. — Cette nouvelle centrale, actuellement en construction, comprendra deux turbines de 20 000 kw de la General Electric Company. La première, à 13 étages, emploiera de la vapeur à 15 kg : cm², surchauffée à 150°. A pleine charge et avec un vide de 72,4 cm la consommation de vapeur sera de 5,3 kg par kw-h ; à trois quarts de charge, de 5,26 kg et à demi-charge, de 5,68 kg par kw-h. La seconde machine, qui sera installée en mai 1918, est à 23 étages. Les consommations seront de 5,76 kg à pleine charge, 5,10 kg à trois quarts de charge et 5,36 kg par kw-h à demi-charge. Les deux groupes produiront du courant triphasé à 6 600 v, 25 p : sec et comporteront une excitatrice à 250 v diversement accouplée à la turbine. — La condensation sera assurée par des condenseurs à surface de la Whealen Condenser and Engineering Company d'une surface unitaire de 31 000 pieds carrés. Le condenseur est relié par un système rigide à l'échappement de la turbine et repose sur des ressorts en acier qui permettent la dilatation. — P. G.

621.311.22 (73). — La nouvelle centrale de la Toledo Railways and Light Company. *Electrical Review*, Chicago, 4 août 1917, t. LXXI, p. 185. — On pourra se faire une idée de l'importance de cette centrale, actuellement en construction (voir ci-dessus Equipement de la nouvelle station génératrice de Toledo) en sachant que la consommation d'eau des chaudières et des condenseurs représente vingt fois la consommation totale de la ville de Toledo. Cette consommation sera en effet de 1 800 000 m³ par jour. L'eau sera amenée par un canal de 20 m de largeur et 9 m de profondeur. Pendant l'hiver, on évitera les perturbations en fondant la glace par addition d'eau chaude avant l'arrivée aux chaudières. — P. G.

621.311.21 (46). — Les installations de force motrice hydraulique de Tremp et de Seros de la Compagnie de traction, de lumière et de force de Barcelone ; A. HUGUENIN. *Schweizerische Bauzeitung*, 7 avril 1917, t. LXIX, p. 151-156, 3 000 mots, 10 fig. ; 14 avril 1917, p. 168-169, 1 200 mots, 5 fig. ; 21 avril 1917, p. 176-179, 2 500 mots, 6 fig. ; 12 mai 1917, p. 209, 400 mots, 5 fig. ; 19 mai 1917, p. 226, 2 000 mots, 8 fig.

621.33 (73). — Electrification du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway dans les Monts des Cascades ; K.-R. HARE. *G. E. R.*, mai 1917, t. XX, p. 348-352, 2 400 mots, 4 fig. — Le succès de l'électrification du Chicago, Milwaukee and Saint-Paul Railway dans les Montagnes Rocheuses a décidé la direction de cette Compagnie à électrifier le segment qui traverse les monts des Cascades. On sait que la section des Montagnes Rocheuses va de Harlowton à Avery et se trouve située en majeure partie dans le Montana. La section des Monts des Cascades va d'Othello à Seakle et Tacoma, dans le Washington. Les Cascades Mountains sont parallèles à la côte du Pacifique et voisines de cette dernière. Dans la plaine qui s'étend entre les deux chaînes de montagnes et dans la région de relief modéré qui va de Harlowton à Saint-Paul, le service reste à vapeur. Le système utilisé sera le même que dans la section déjà électrifiée, et qui a fait ses preuves. Il comporte une distribution de courant continu à 3 000 v. (deux moteurs à 1 500 v en série), ce courant étant fourni par des sous-stations recevant elles-mêmes du triphasé 100 000 v, ainsi que le courant de diverses usines hydro-électriques dela région. Les locomotives comporteront deux unités couplées et pèseront chacune 282 t avec un effort de traction de 85 000 livres en marche et 126 000 livres au démarrage. L'équipement de ces machines sera le même que pour celles de la section déjà électrifiée. — J. G.

625.13 (494). — Etat d'avancement des travaux du second tunnel du Simplon *Schweizerische Bauzeitung*, 18 août 1917, t. LXX, n° 7, p. 84 — Du côté Sud, les travaux sont suspendus avec une longueur de tunnel complètement voûtée de 8 144 m. Du côté Nord, la longueur voûtée était au 31 juillet de 7 860 m et la longueur abattue de 8 079 m, la première galerie s'avançant à 8 200 m. La longueur achevée représente 80,9 pour 100 de la longueur totale du tunnel qui est de 19 825 m (41,2 pour 100 pour le côté Sud et 39,7 pour 100 pour le côté Nord). — J. C.

621.33 (494). — Electrification du chemin de fer du Gothard. *Schweizerische Bauzeitung*, 28 juillet 1917, t. LXX, p. 46-47, 1 400 mots. — La direction générale des chemins de fer suisses (S. B. B.) a proposé à son conseil d'administration réuni à Berne les 30 et 31 juillet 1917, la construction de quatre locomotives électriques d'essais pour la ligne du Gothard (section d'Erstfeld Bellinzona) et l'approbation d'un crédit correspondant de 2 030 000 fr à valoir sur l'exercice 1917. — L'exposé des motifs fait remarquer qu'il convient que toutes les locomotives électriques nécessaires à l'exploitation de cette ligne soient déjà livrées au moment où l'électrification sera terminée, afin d'éviter autant que possible les ennuis d'une exploitation mixte par locomotives électriques et à vapeur. — Les locomotives d'essais seront

Digitized by Google

Contacts électriques en Tungstène

PLUS EFFICACES ET BEAUCOUP MEILLEUR MARCHÉ QUE LE PLATINE

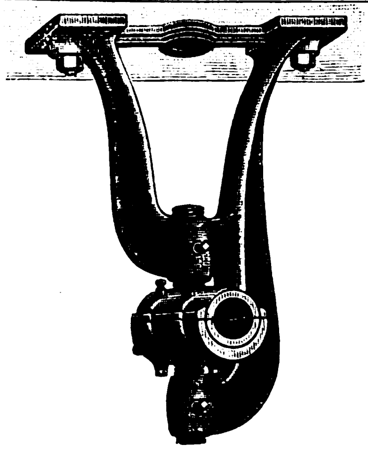
Recommandés pour l'emploi dans les appareils à Rayons X, les Bobines d'Induction, les Manipulateurs de Télégraphie et toutes constructions analogues demandant une fréquente création et interruption de courant électrique.

Indiqués également dans les Moteurs à Gaz, Contrôles de circuit et tout autre emploi similaire.

DEMANDER RENSEIGNEMENTS

L. P. S. ELECTRICAL COMPANY, 14, Howick Place, Westminster, LONDRES

Adresse télégraphique : *Engineyor, Sowest, London.*



TRANSMISSIONS

MODERNES

PALIERS à ROTULE — PALIERS à Roulements à Billes

EMBRAYAGES à friction, système BENN, invention anglaise B. S. G. D. G.

ENROULEURS automatiques de courroies, B. S. G. D. G.

et tous autres organes de transmission.

WYSS & Cie, SELONCOURT (DOUBS)

COMPTOIR INDUSTRIEL D'ÉTIRAGE & PROFILAGE DE MÉTAUX

107, 109, 111, 113, Avenue Philippe-Auguste, **PARIS** (xie).

Téléphone : Roq. 24.71 — 73.91 *Métro* : Philippe-Auguste.

Aciers, Laitons, Cuivres et Alliages, Zinc, Aluminium, etc.

PROFILS DE HAUTE PRÉCISION

pour Armes de toutes natures, Constructions Mécaniques et Électriques.

AUTOMOBILES, AÉRONAUTIQUE, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉPHONIE

Instruments de Précision, Appareils pour Sciences et Mathématiques,

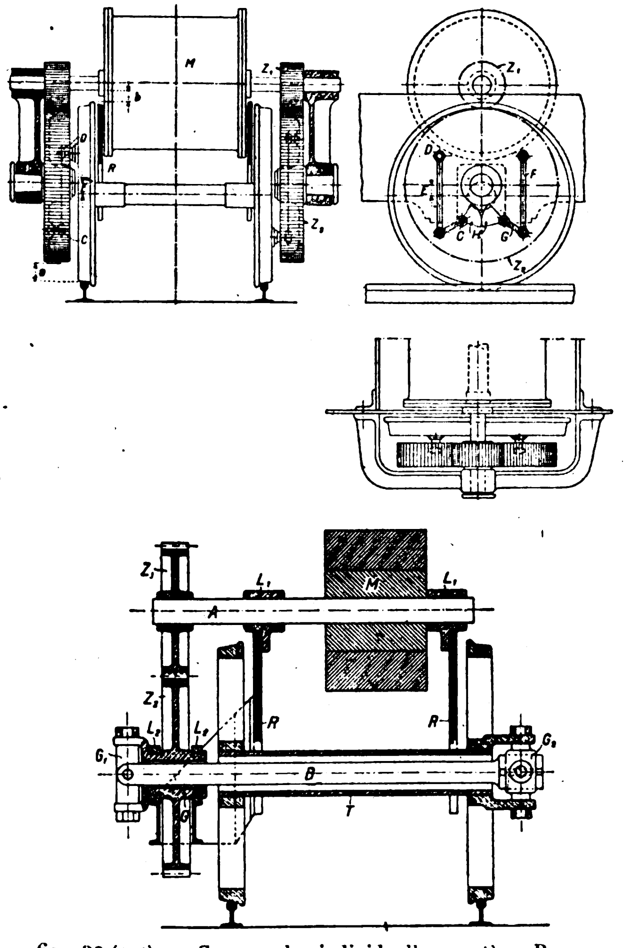
ACIERS COMPRIMÉS — ESSAIS A LA TRACTION

RECUIT ET ÉTIRAGE A FAÇON — RONDS, CARRÉS ET SIX PANS POUR DÉCOLLETAGE

Digitized by Google

affectées au service de la ligne du Lötschberg sur le trajet Scherzligen-Spiez-Brig, qui a sensiblement les mêmes caractéristiques que la ligne du Gothart. Elles seront de trois types différents : deux du type 1 221, une du type 131 et une du type 33; la vitesse maximum sera de 65 à 75 km : h. La partie électrique est confiée aux maisons Brown, Boveri et Cie et aux ateliers Oerlikon, la partie mécanique aux ateliers de Winterthur. Les dessins d'exécution sont achevés. mais on ne peut encore prévoir l'époque de la livraison; la maison Brown, Boveri propose, en attendant, de faire sur une locomotive qu'elle possède, différents essais qui permettront de fixer définitivement le type à adopter et de gagner ainsi une ou deux années. Cette locomotive est celle qui a servi en 1910 aux essais des chemins de fer du Midi. Quant à l'électrification de la ligne, la direction générale aurait l'intention d'abandonner la construction de l'usine d'Amsteg et d'exploiter la section Erstfeld-Bellinzona avec l'usine de Ritom qui suffirait pour le trafic actuel. J. C.

621 33 (494). — Electrification du chemin de fer du Gothard. *Schweizerische Bauzeitung*, 18 août 1917, t LXX, p. 82-84, 1 400 mots, 2 fig. — Le journal publie une lettre de la maison Brown, Boveri et Cie qui précise l'intérêt que peut offrir l'essai proposé par cette maison d'une locomotive étudiée pour la Compagnie des chemins de fer du Midi. C'est qu'il s'agit d'essayer sur cette locomotive la commande individuelle des essieux, qui constitue un progrès tant au point de vue de la construction en série que de l'exploitation des chemins de fer, chaque essieu moteur formant ainsi une unité indépendante qu'il est facile d'adapter à toutes les conditions du trafic (trains lourds ou légers, lents ou rapides), soit en modifiant le nombre de ces unités, soit en changeant les rapports d'engrenages. Les schémas ci-joints montrent les deux dispositifs employés pour cette commande directe. Ils ne comportent l'un et l'autre qu'un seul train d'engrenages et ne diffèrent que par le mode de liaison entre les organes suspendus (moteurs et engrenages) et l'essieu porteur. Tous deux comportent la commande par joint universel, mais la transmission se fait par bielles dans le système Brown, Boveri et par arbre concentrique à l'essieu dans le système Tschanz. — J. C.



621.33 (494). — Commandes individuelles, système Brown, Boveri et Cie et système O. Tschanz.

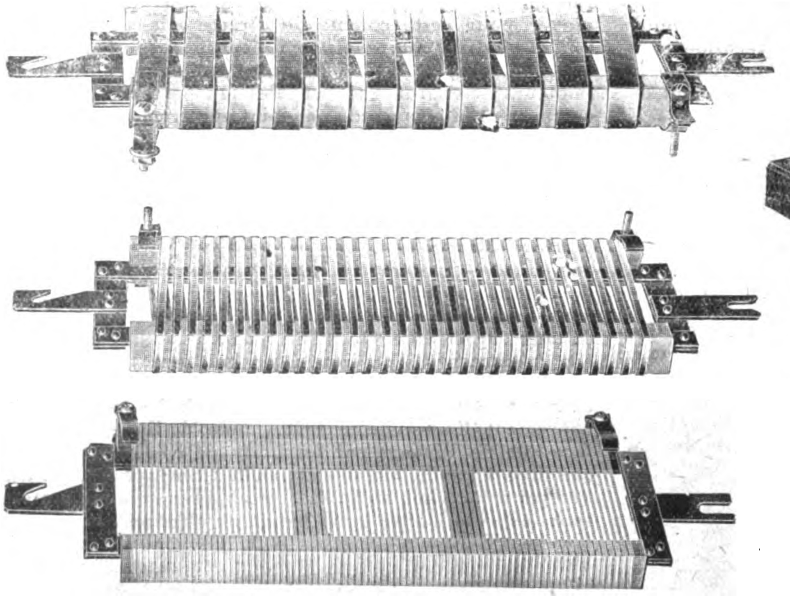
656.2 (59.3). — Chemins de fer du Sud siamois. *Schweizerische Bauzeitung*, 28 juillet 1917, t. LXX, p. 48-49, 100 mots. — Les travaux du réseau ferré reliant Bangkok, la capitale du Siam, à la Malaisie par les colonies anglaises sont très avancés; le réseau est ouvert au trafic jusqu'à Tarang sur la côte Ouest et Singora sur la côte Est, soit sur un parcours d'environ 1 000 km. Les tronçons terminaux jusqu'à Kedah sur la côte Ouest et Kelantan sur la côte Est, soit un parcours total de 260 km, sont en voie d'achèvement. En territoire britannique, la ligne de Prai (en face l'île de Pinang), par les Etats de Kedah et Porlis, se raccorde à la voie malaise et par là à Singapoure. Le trajet de Prai à Bangkok s'effectue en un jour et deux nuits par train express. Cette ligne réduit notablement la durée du voyage d'Europe à Bangkok. — P. G.

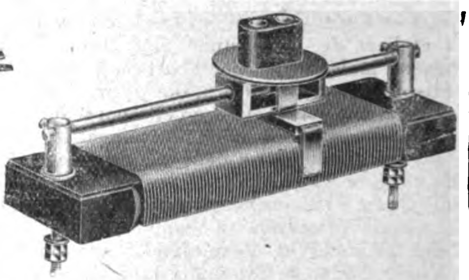
ORGANISATION ET AMÉNAGEMENT

627.82. — Aménagement des forces hydrauliques en pays de montagne. Etude comparative des différents types de barrages en maçonnerie, mixtes, en béton armé et métalliques ; T. MAYNARD, ingénieur des Ponts et Chaussées et P. LÉVY-SALVADOR, chef du service technique de l'Hydraulique agricole au ministère de l'Agriculture. *R. G. E.*, 15, 22 et 29 septembre 1917, p. 424-427, 457-465 et 501-507, 15 600 mots, 15 fig., 1 tab. — Les barrages en maçonnerie étant d'une construction longue, difficile et couteuse, on a songé d'abord à l'emploi du ciment armé, puis à des barrages entièrement en métal et à des barrages d'un type mixte : maçonnerie et métal. Dans leur article les auteurs comparent ces derniers types au barrage en maçonnerie, tant au point de vue de la stabilité qu'à celui du prix de revient et de la durée d'exécution. Comme terme de comparaison ils prennent un barrage en maçonnerie décrit antérieurement par M. Lévy-Salvador, barrage dont le prix de revient est de 20 500 fr par mètre courant. — Ils considèrent tout d'abord un *barrage mixte en maçonnerie avec revêtement métallique*. Ils font les calculs pour une travée de 4 m déterminant la pression horizontale sur le sol en aval, le travail des armatures, le cisaillement de la maçonnerie sous la poussée de l'eau, évaluent le prix de revient par mètre courant, les transports à effectuer et les dépenses d'entretien. Le prix de revient est évalué à 18 300 fr par mètre courant, procurant ainsi une économie de 2 200 fr : m sur le barrage en maçonnerie pris comme terme de comparaison; une variante dans le revêtement métallique permettrait de porter cette économie à 3 500 fr et, si l'on tient compte des intérêts intercalaires pendant la construction, on arriverait alors à une économie globale de 4 015 fr par mètre courant. — Dans la seconde partie de leur travail les auteurs étudient un barrage constitué par une ossature en béton armé, inclinée à 45° vers l'amont et supportée par des cloisons verticales évidées. Le prix de revient d'un tel barrage est de 24 800 fr par mètre courant, soit de 4 300 fr : m de plus que le barrage en maçonnerie et 6 000 fr : m de plus que le barrage mixte. — Un autre type de barrage est ensuite étudié : paroi verticale implantée sur une semelle horizontale s'étendant à l'amont et à l'aval et maintenue par des nervures ou cloisons triangulaires. Le prix de revient

RÉSISTANCES

Pour Laboratoires et Écoles, pour Télégraphie et Télégraphie sans fil.
Parois pour le chargement des Accumulateurs dans les Mines, etc.





La construction de ces Résistances est une spécialité de notre Maison et nos ateliers peuvent fournir une grande quantité de types variés.

FOURNISSEURS DE L'ÉTAT
DE LA MARINE ANGLAISE & JAPONAISE
DE L'ARMÉE ANGLAISE
DU GOUVERNEMENT RUSSE, ETC.

ISENTHAL & C°. L^td^, Denzil Works, Willesden, London N. W., 1

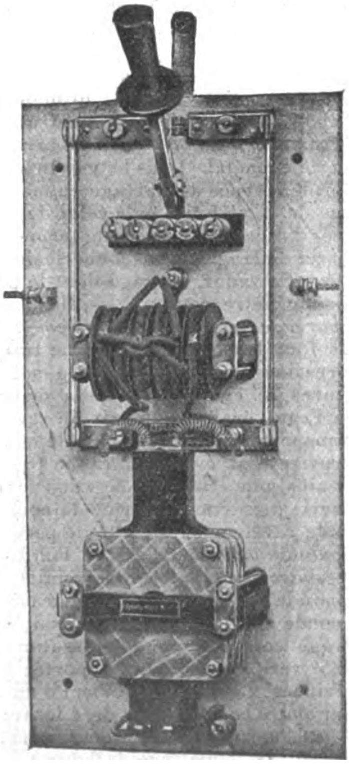


Tableau téléphonique de sécurité anti-inductif, type C 3.

Société A^me^ des Brevets Arthur PEREGO

MILAN, rue Salaino, N° 10

Adresse télégraphique : " ANTINDUCTIF ".

Marque internationale " ANTINDUCTIF ".

APPAREILS BREVETÉS EN TOUS LES ÉTATS

Spécialités des Brevets PEREGO

Téléphonie et Télégraphie simultanées sur fil simple et double.

Téléphonie et Télégraphie de sûreté anti-inductive pour lignes parallèles ou établies sur les mêmes poteaux des conducteurs de n'importe quelle tension.

Appareils pour éliminer les perturbations produites par la traction électrique à haute tension sur les circuits télégraphiques et téléphoniques.

Téléphones extra-puissants pour très grandes distances.

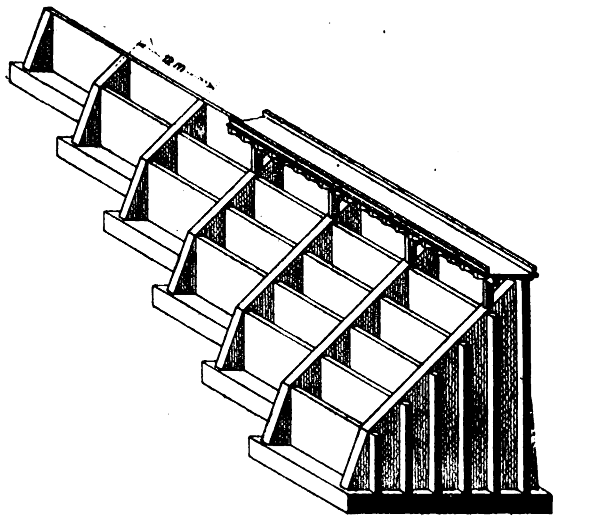
Appareils et accessoires pour la Téléphonie et pour la Télégraphie.

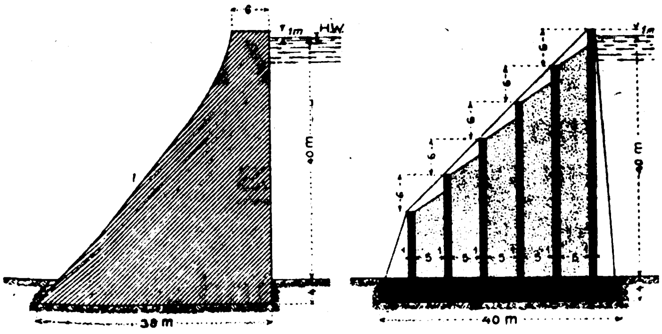
CATALOGUE FRANÇAIS ET DEVIS GRATUITS SUR DEMANDE

Digitized by Google

du mètre courant est encore plus élevé : 28 700 fr. — Dans la dernière partie, les auteurs considèrent un barrage métallique formé d'une paroi verticale et d'une base horizontale à laquelle la paroi verticale est reliée par des armatures. Au prix de 0,50 fr le kilogramme de métal, le prix de revient d'un tel barrage est de 21 240 fr : m, soit 740 fr : m de plus que celui du barrage en maçonnerie pris comme terme de comparaison. — Un tableau récapitulatif résume les caractéristiques des divers types de barrages étudiés. Son examen montre que le barrage métallique est celui qui exige le moins de matériaux, le moins de transports et le moins de temps d'exécution, que le barrage le moins coûteux est le barrage mixte, que les barrages en béton armé sont les plus coûteux.

627.82. — Projet d'un nouveau système de barrage. *Schweizerische Bauzeitung*, 10 mars 1917, t. LXIX, p. 115. — Description d'après la « Deutschen Bauzeitung » d'un barrage en béton armé dont les cellules sont remplies de





627.82. — Barrage à cellules en béton armé. Coupe d'un tel barrage comparé à un barrage en maçonnerie.

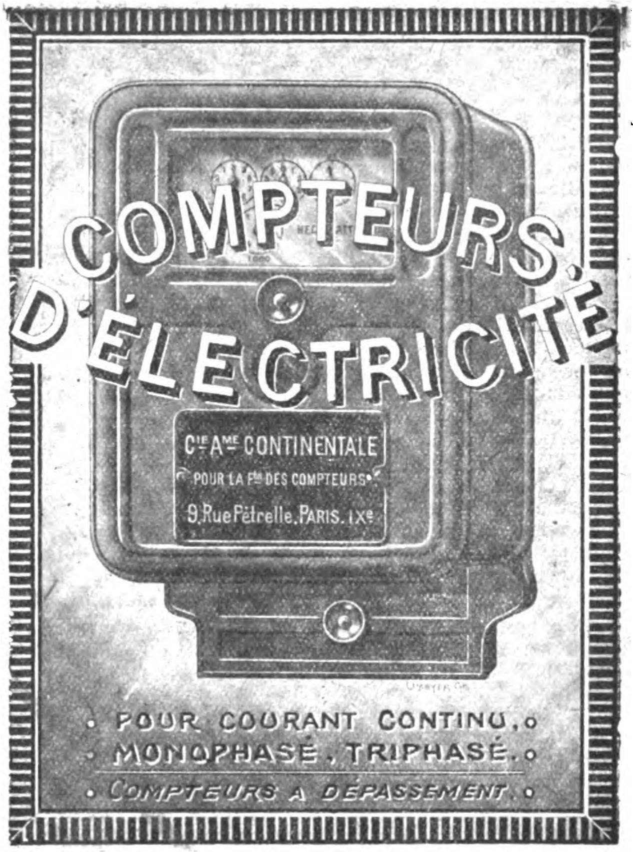
sable ou de gravier (fig. 1). La figure 2 montre la coupe d'un tel barrage comparé au barrage équivalent construit en maçonnerie. Un projet analogue comporte des cellules plus petites destinées à être remplies d'eau.

621.341.7·00.14. — Machine à essayer les bouchons de gaine-relais. *R. G. E.*, 16 juin 1917, t. I, p. 952, 300 mots, 3 fig. — Courte description d'une machine simple pour un essai mécanique permettant d'éliminer les bouchons défectueux.

MATIÈRES PREMIÈRES

621.367. — La trempe de l'acier; Henry Le Chatelier. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 30 juillet 1917, t. CLXV, p. 172, 800 mots. — Les récentes expériences de MM. Poitevin (*Comptes rendus*, 1917, t. CLXIV, p. 885), Clévenard (*Id.*, t. CLXV, p. 59) et Dejean (*Id.*, CLXV, p. 182) ont été une vérification expérimentale complète d'une théorie de la trempe proposée en 1895 (*Bull. Soc. Encouragement*, 1895, p. 1 340) par M. André Le Chatelier, ingénieur de la marine, qui disait que la trempe a pour effet de maintenir le carbone à l'état où il se trouvait au-dessus de 700°, mais non de maintenir les transformations du fer, et entre autres, celle qui correspond à la disparition du magnétisme. Cette transformation est caractérisée comme toutes les transformations de l'acier, non seulement par un dégagement de chaleur au refroidissement, mais par des variations de volume. Si on suppose que la trempe est assez énergique pour abaisser la température jusqu'à 300°, au moment où se fera le retour à l'état magnétique, il se produira la dilatation concomitante de cette transformation ; mais cette dilatation pourra avoir une valeur différente de celle qu'elle a à 740° dans le cas du refroidissement lent, en raison des différences qui peuvent exister entre les coefficients de dilatation du fer à l'état magnétique et à l'état non magnétique. M. Henry Le Chatelier a développé la même théorie et disait, dans un article publié dans la *Revue générale des Sciences*, 1897, t. VIII, p. 18, que la trempe empêche le dédoublement de la dissolution de ferrite et de cémentite au point de recalescence, mais elle permet dans cette dissolution le retour du fer à son état normalement stable à froid. Il disait également, dans un article sur la définition des constituants des aciers paru dans la *Revue de métallurgie*, 1908, t. V, p. 169, que la martensite est une solution solide de carbone dans le fer, se distinguant de l'austénite en ce qu'elle est très magnétique, puisqu'elle est le constituant essentiel des aciers à aimants, et que la martensite peut être considérée comme une solution solide de carbone dans le fer α. C'est le produit normal de la trempe de tous les aciers à partir d'une température de 800° ou plus ; il ajoutait que le refroidissement brusque empêche la solution austénitique de se dédoubler, mais ne réussit pas, en dehors de quelques cas exceptionnels, à empêcher le fer γ de revenir dans cette solution à l'état de fer α. — L'auteur montre que, d'après les expériences de MM. Chévenard, Poitevin, Garvin et Dejean, on peut considérer la question de la *martensite* comme définitivement tranchée. Cependant, un doute subsiste en ce qui concerne la *troostite* qu'on rencontre dans certains aciers trempés. La troostite se produit pour les vitesses moyennes de trempe, par exemple dans les gros échantillons d'acier dont la vitesse de refroidissement est d'autant plus lente qu'ils sont plus volumineux ; il semble qu'au point de vue chimique, la troostite est un mélange de cémentite et de ferrite en grains très fins. Les propriétés physiques de la perlite et de la troostite sont identiques, mais les propriétés mécaniques diffèrent considérablement. Ainsi les aciers à outils trempés, puis revenus à 300° qui sont formés de troostite, ont une dureté beaucoup plus grande que les mêmes aciers complètement recuits qui sont composés de perlite, quoique leurs propriétés physiques soient les mêmes. L'auteur termine en rappelant la théorie suivante au sujet des conditions de formation de la troostite, théorie qui manque encore d'une base expérimentale certaine. Le dédoublement direct de l'austénite en cémentite et ferrite donnerait toujours ces deux corps à l'état lamellaire et leur juxtaposition constituerait soit la perlite lamellaire, discernable au microscope, soit la perlite submicroscopique. Le dédoublement de la martensite donnerait, au contraire, la troostite ou, par un revenu ultérieur à plus haute température, la sorbite granulaire d'Osmond. L'auteur résume cette théorie en donnant un tableau des changements d'états d'un acier eutectoïde à

Digitized by Google

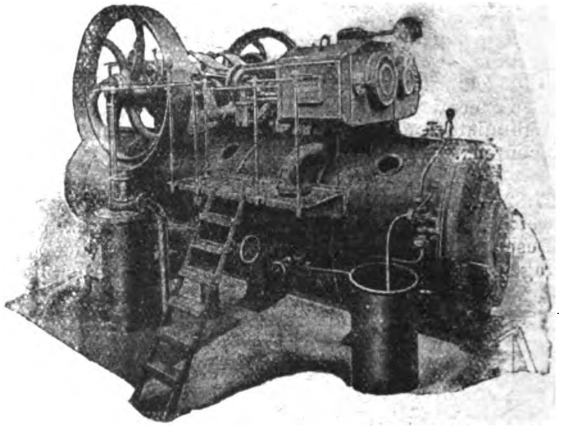


Société des Anciens Établissements

WEYHER & RICHEMOND

Société Anonyme. Capital 4.400.000 francs.

52, Route d'Aubervilliers, PANTIN (Seine).

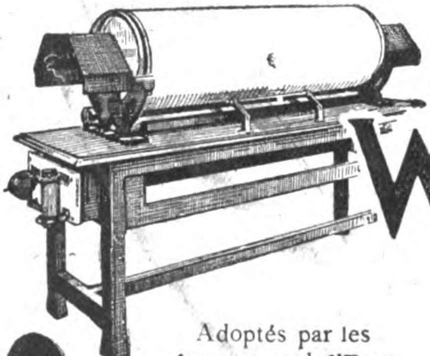


Mi-fixe Compound à surchauffe.

La **force motrice** la plus **économique**, la plus **pratique**, jusqu'à 350 chevaux.

MI-FIXES toutes puissances.

Tous travaux MÉCANIQUE GÉNÉRALE.



Avec

Les Appareils

WESTINGHOUSE

Cooper Hewitt

n'importe qui

tire des **BLEUS IMPECCABLES**

n'importe où

n'importe quand

Adoptés par les **Arsenaux de l'Etat** et la plupart des **Grandes Usines** déjà éclairées par le même système

Avec la plus grande RAPIDITÉ
la plus grande FACILITÉ
ÉCONOMIQUEMENT

Demander notre Tarif 249.

THE WESTINGHOUSE COOPER HEWITT Co Ltd

ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE *Hewittlight-Suresnes.* — USINES ET DIRECTION GÉNÉRALE SURESNES, près PARIS 11, Rue du Pont. — TÉLÉPHONE WAGRAM 86.10

Digitized by Google

0,8 pour 100 de carbone en fonction de la vitesse de refroidissement.

Vitesse.	État initial.	Transformation.	État final.
Faible.	Austénite.	Austénite, perlite.	Perlite.
Moyenne.	Id.	Austénite, martensite, troostite.	Troostite.
Grande.	Id.	Austénite, martensite.	Martensite.
Enorme.	Id.	Néant.	Austénite.

Le dernier cas, purement théorique, ne peut être réalisé en pratique qu'en présence de 2 pour 100 de manganèse ou d'une proportion un peu plus forte de nickel.

669.18. — Les aciers Bessemer, Martin, électriques et au creuset; Georges Charpy. *Génie civil*, 29 septembre 1917, t. LXXI, p. 206-209, 5 600 mots. — L'auteur cherche dans quelle mesure on peut compter sur une corrélation entre le procédé suivant lequel un métal a été élaboré à l'aciérie et la qualité de cet acier. Il étudie les différentes propriétés des aciers préparés dans les cornues Bessemer, dans les fours Martin, dans les fours électriques et au creuset et l'influence de la sole, basique, acide ou neutre sur les qualités de l'acier produit. Il examine également le rôle des impuretés sur les propriétés du métal fabriqué. Il conclut en disant que les désignations employées d'acier Martin, au creuset, etc., sont à peu près dépourvues de toute signification et que le véritable moyen de reconnaître la qualité d'un acier est de le soumettre à des épreuves se rapprochant, autant que possible, des circonstances d'utilisation directe.

669.11.3.6.03. — L'influence de l'hydroxyde de sodium sur les propriétés mécaniques de l'acier; S.-W. Parr. *University of Illinois Bulletin*, 1er janvier 1917, t. XIV, 157 p. 17 fig.

669.11.02. — Sur l'hétérogénéité des aciers; H. Le Chatelier et E.-L. Dupuy. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 10 septembre 1917, t. CLXV, p. 349-352, 1000 mots, 3 fig. — M. Le Chatelier dans une étude antérieure en collaboration avec M. Lemoine (*C. R. de l'Ac. des Sciences*, 1915, t. CLXI, p. 373, a précisé les conditions d'emploi du réactif de M. Stead pour caractériser l'hétérogénéité des aciers phosphoreux. En modifiant la composition de ce réactif, il a été possible d'en augmenter encore la sensibilité et de déceler l'hétérogénéité des aciers non phosphoreux. Voici la composition du nouveau réactif :

Alcool éthylique à 95°........................	100 cm^3
Eau	10 cm^3
Chlorure de cuivre cristallisé..............	1 g
Acide picrique..................................	0,5 g
Acide chlorhydrique concentré 1,5 cm^3 à	2,5 cm^3

Les proportions de chlorure de cuivre et d'acide picrique peuvent varier de moitié au double sans modification notable ces résultats. Les proportions indiquées d'alcool et d'eau doivent au contraire être observées soigneusement. C'est la teneur exacte en acide chlorhydrique dont dépend avant tout la perfection d'action du réactif; elle doit, dans chaque cas particulier, être fixée par tâtonnement. On prépare séparément deux dissolutions renfermant l'une 1 cm^3 d'acide chlorhydrique et l'autre 3 cm^3. On les mélange en proportions variables et on essaie leur action pendant une durée variant de 10 sec à 1 min. Plus la température est élevée, moins l'action a besoin d'être prolongée. — Les auteurs indiquent ensuite les méthodes d'emploi de ce réactif.

669.144.2 + 669.144.1. — Sur la classification des aciers au nickel et des aciers au manganèse; P. Dejean. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 3 septembre 1917, t. CLXV, p. 334-337, 600 mots, 4 fig. — Aciers au nickel. On peut classer les aciers au nickel en deux groupes : 1° les aciers contenant moins de 25 pour 100 de nickel pour lesquels le point critique se produit, au refroidissement, à une température généralement très différente de celle à laquelle il s'était produit au chauffage; ces aciers sont dits *irréversibles*; 2° les aciers contenant plus de 25 pour 100 de nickel dont le point critique se produit sensiblement à la même température au chauffage et au refroidissement; ces aciers sont dits *réversibles*. Parmi les aciers *irréversibles* ceux contenant jusqu'à 10 pour 100 de nickel sont relativement doux et sont constitués de ferrite et de perlite, les autres aciers sont durs et composés de martensite. L'auteur avait déjà indiqué les relations qui existent entre les points critiques A et B et les constituants micrographiques. Il a trouvé que ces relations étaient vérifiées pour les aciers au nickel. Les aciers à moins de 10 pour 100 de nickel ne présentent que le point A et sont perlitiques; ceux qui contiennent de 10 à 25 pour 100 de nickel ne montrent que le point B et sont martensitiques; ceux contenant 10 pour 100 de nickel possèdent les points A et B. Les aciers *irréversibles* peuvent donc se subdiviser en deux classes : 1° ceux contenant de 0 à 10 pour 100 de nickel qui sont perlitiques et qu'on appelera *pseudo* ou *quasi réversibles*; 2° les aciers contenant de 10 à 25 pour 100 de nickel qui sont martensitiques et constitueront les aciers *irréversibles* proprement dits. Il ne faut donc pas, dans les diagrammes de points critiques, représenter par une ligne continue la position des points critiques des aciers peu carburés contenant moins de 25 pour 100 de nickel. — Aciers au manganèse. Les mêmes remarques s'appliquent aux aciers au manganèse contenant moins de 0,4 pour 100 de carbone. Ces aciers contenant de 0 à 3,5 pour 100 de manganèse sont perlitiques et ont un point A; ceux ayant de 3,5 à 11 pour 100 de manganèse sont martensitiques et à point B, en outre ceux qui contiennent de 3,5 à 4 pour 100 de manganèse possèdent les deux points A et B et sont formés de troostite et de martensite. Pour les aciers ayant une teneur en carbone plus élevée, de 0,7 à 1 pour 100, la zone intermédiaire à point A et B prend une grande importance. A teneur en manganèse égale la température du point A s'élève et celle du point B s'abaisse. On arrive même à obtenir le point A dans des aciers pour lesquels le point B se trouve au-dessous de 0° C. Ces aciers sont alors composés de troostite et d'austénite.

669.913.4. — Martensite, troostite, sorbite; P. Dejean. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 10 octobre 1917, t. CLXV, p. 429-431, 850 mots, 1 fig. — Tout le monde est d'accord sur les propriétés physiques et la nature chimique de la martensite. Il n'en est pas de même pour la troostite et la sorbite, aussi l'auteur donne-t-il les définitions suivantes pour ces deux constituants. *Troostite*. — C'est le constituant, facilement attaquable par les réactifs micrographiques, qui s'obtient lorsqu'on trempe un acier, préalablement chauffé à une température au moins égale à celle du point critique Ac_1, avec une énergie insuffisante pour obtenir de la martensite pure. La troostite se présente, en général, sous forme de taches à contours arrondis ou quelquefois même bordées d'aiguilles, réparties sur un fond de martensite ou d'austénite. C'est un agrégat ultra-microscopique de carbure de fer et de fer. — *Sorbite*. C'est un constituant qui, physiquement, est assez semblable à la troostite; on l'obtient par traitement thermique au-dessous du point critique Ac_1 d'un acier préalablement trempé. La sorbite ne diffère de la troostite que par son mode de formation et son aspect micrographique. La sorbite constitue généralement le fond même de la préparation tandis que la troostite se présente sous forme de taches foncées sur fond blanc. La sorbite résulte de la décomposition in situ de la martensite.

669.144.5 + 659.144.6. — Nouveau dosage volumétrique du molybdène et du vanadium dans les aciers; Travers. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 10 septembre 1917, t. CLXX, p. 362-364, 1 100 mots.

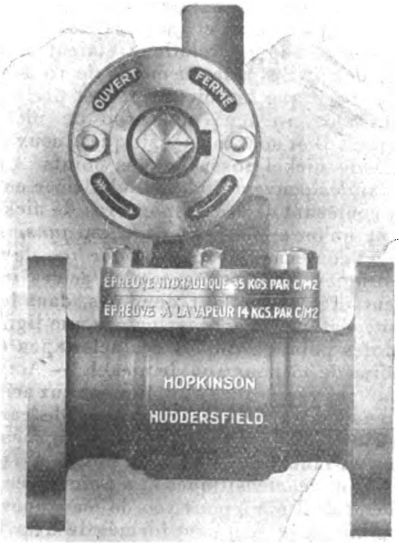
PARIS. — IMPRIMERIE LEVÉ, 17, RUE CASSETTE. Le Gérant : J.-B. Nouet.

Digitized by Google

J. HOPKINSON & C° L^TD

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

94, Rue Saint-Lazare, PARIS



VALVES et APPAREILS pour CHAUDIÈRES

VALVE DE VIDANGE "HOPKINSON"

N'EST PAS UN ESSAI, MAIS UN SUCCÈS BIEN ÉTABLI
PLUS DE : **100000** EN SERVICE

AVANTAGES SUR TOUS LES AUTRES APPAREILS

Facile à manœuvrer sous toutes pressions
Toutes dilatations et contractions entièrement prévues sous toutes températures
Passage direct et parfaitement libre
Sièges et disques démontables et renouvelables,
en métal "PLATNAM" Hopkinson, spécial pour les mauvaises eaux
Munie du pignon "OPLOK"
supprimant tout effort sur les dents du pignon et de la crémaillère

Catalogues illustrés — Renseignements et Références sur demande.

LLOYD DE FRANCE

Compagnie Anonyme

D'ASSURANCES & DE RÉASSURANCES

CONTRE TOUS RISQUES

CAPITAL : **10.000.000** DE FRANCS

dont un quart versé

TRANSPORTS TERRESTRES ET MARITIMES
ACCIDENTS — VOL — AUTOMOBILES
INCENDIE
POLICE SPÉCIALE TOUS RISQUES
RISQUES DE GUERRE MARITIMES ET AÉRIENS

SIÈGE SOCIAL :

39, Rue Cambon — PARIS (I^er).

BUREAUX DE PARIS

des Branches Terrestre et Maritime

92, Rue de Richelieu, 92

(près la Bourse)

Téléphone : CENTRAL 65-95

SOCIÉTÉ DE

CONSTRUCTION ÉLECTRIQUE

CAPITAL : 1 000 000 FR.

LYON — 67, rue Molière, 67 — LYON

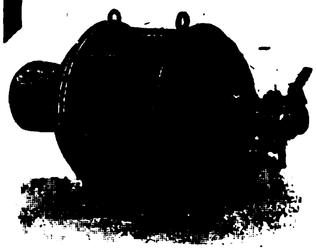
Téléph. : *10-63*. Adr. télégr. : CONSELEC-LYON.

USINE DE CONSTRUCTIONS :

Moteurs à courants alternatifs.
Appareillage haute et basse tension.
Tableaux de distribution.
Réparations diverses... Etc...

ENTREPRISES COMPLÈTES D'INSTALLATIONS :

Force. — Lumière. — Téléphones.



VENTE
DE TOUT MATÉRIEL
CONCERNANT
L'ÉLECTRICITÉ
Petit Appareillage.
Piles. Sonneries.
Ventilateurs.
Etc.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google